

La intervención adulta determina el desarrollo de las destrezas científicas en la etapa de infantil

Adult intervention determines the development of science skills in early childhood education

DOI:10.7203/DCES.45.27375

María Napal Fraile

Universidad Pública de Navarra (UPNA), maria.napal@unavarra.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1058-9395>

Lara Vázquez Bienzobas

Universidad Pública de Navarra (UPNA), laravb96@gmail.com

RESUMEN: Los niños y niñas de edad preescolar alcanzan cierto dominio de las destrezas procedimentales científicas (SPS) al exponerse a contextos de aprendizaje ricos, donde la intervención adulta resulta determinante. Por ese motivo, esta investigación evaluó el impacto de diferentes estilos de intervención adulta en el aprendizaje y la participación de alumnado de infantil en tareas científicas destinadas a fomentar las SPS. 42 niños y niñas de 4 a 6 años se dividieron en tres grupos y participaron en actividades científicas bajo diferentes estilos de intervención adulta: liderazgo infantil, liderazgo adulto o exploración guiada. El grupo de liderazgo adulto demostró una comprensión más detallada de los conceptos, mientras que el de exploración guiada mejoró significativamente sus SPS básicas. La intervención con liderazgo infantil tuvo resultados menos favorables. Las preguntas formuladas por los adultos desempeñaron un papel fundamental, impulsando al alumnado a centrar su atención y encontrar soluciones, y resultando en respuestas más precisas y completas.

PALABRAS CLAVE: intervención adulta, preguntas productivas, destrezas científicas (SPS), educación infantil, enseñanza de las ciencias

ABSTRACT: Preschool children achieve some mastery of science process skills (SPS) when exposed to rich learning contexts, where adult intervention is determinant. For this reason, this research evaluated how different styles of adult intervention impact the learning and engagement of preschool children in science tasks aimed at fostering SPS. 42 children aged 4 to 6 years were divided into three groups and participated in science activities under different adult intervention styles: children-led, adult-led, or guided exploration. While the adult-led group exhibited the most comprehensive understanding of concepts, the guided exploration group significantly improved their basic SPS. In contrast, the children-led intervention yielded the least favourable results. Questions posed by adults played a key role, prompting children to focus their attention and find solutions, resulting in more accurate and complete answers.

KEYWORDS: Adult intervention, productive questions, science process skills, early childhood education, science education

Fecha de recepción: septiembre de 2023

Fecha de aceptación: noviembre de 2023

Agradecemos a los estudiantes y docentes que prestaron su consentimiento para participar en este estudio.

1. INTRODUCCIÓN

Diversos estudios (Oliva y Palacios, 1997) muestran que los educadores y educadoras de Educación Infantil tienden a estimar que las conductas relacionadas con la autonomía y el cuidado personal aparecen antes de lo que marca el desarrollo evolutivo, pero sin embargo tienden a hacer una estimación más tardía de la aparición de habilidades relacionadas con competencias escolares, el dominio lingüístico, la sociabilidad y la motricidad. Esto puede determinar unas bajas expectativas sobre la posibilidad de hacer ciencia en la escuela infantil (EI). Por otro lado, muchas maestras en activo acusan la falta de formación y conocimiento científicos (Cantó - Domenech *et al.*, 2016), lo cual puede suponer una dificultad adicional. Por otro lado, los currículos oficiales ordenan la EI en torno a tres áreas, que no incluyen de modo explícito la ciencia, y pueden por tanto llevar a pensar que hay “poca ciencia” que trabajar con el alumnado de 0 a 6 años. Con toda probabilidad, esto resulta determinante en el hecho de que las ciencias estén casi ausentes en el aula de infantil, y que cuando se trabajen se haga sin una finalidad explícita (Cantó - Domenech *et al.*, 2016).

Sin embargo, la investigación ha demostrado que desde las primeras edades, los niños y las niñas son capaces de pensar de manera científica utilizando el razonamiento deductivo y la hipótesis, y demostrando al menos un dominio incipiente de las habilidades que utilizan los científicos y científicas (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010), también conocidas como destrezas científicas (SPS, por sus siglas en inglés, *science process skills*). De hecho, numerosos documentos de política educativa a nivel nacional enfatizan el gran valor de enseñar ciencia a los niños y las niñas desde la etapa preescolar (Delserieys *et al.*, 2018; Akerblom y Thorstag, 2021). En último término, niños y niñas son seres inteligentes, capaces de interactuar con el mundo y construir ideas a partir de esta interacción (Haldón *et al.*, 2022).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Destrezas científicas, o *Science Process skills* (SPS)

Sin desdeñar la relevancia de los conceptos científicos (fenómenos, teorías y modelos), la ciencia puede también entenderse como una herramienta para comprender el funcionamiento del mundo. Por lo tanto, además de brindar a los niños y niñas el placer de aprender mediante la exploración, la enseñanza de la ciencia debe perseguir equiparles con habilidades para explorar y aprender a lo largo de la vida; es decir, mediante el desarrollo de habilidades básicas (Harlen, 1999). De hecho, hacer ciencia implica el uso de ciertas destrezas de proceso, que pueden definirse como "un conjunto de habilidades ampliamente transferibles, apropiadas para muchas disciplinas científicas y reflejo del comportamiento de los científicos" (Padilla, 1990), e incluyen acciones como el pensamiento crítico, la formulación de hipótesis, la manipulación y las habilidades de razonamiento. Las destrezas de proceso básicas (simples), como observar, inferir, medir, comunicar, clasificar o predecir, proporcionan una base para el aprendizaje de las habilidades integradas (más complejas), como controlar variables, definir operativamente, formular hipótesis, experimentar, formular modelos. Podría decirse que las destrezas básicas ayudan a expandir el conocimiento por medio de la experiencia, mientras que las integradas son habilidades “terminales” para resolver problemas o llevar a cabo investigaciones (Suryanti *et al.*, 2020). Las destrezas científicas se desarrollan mediante la exposición a situaciones en las que se hace ciencia, y son inseparables en la práctica de la comprensión conceptual que implica el aprendizaje y la aplicación de la ciencia (Harlen y Gardner, 2010; Ilma *et al.*, 2020).

El desarrollo de las SPS depende de la maduración del niño, por lo que el desarrollo cognitivo puede limitar el desarrollo de procesos más complejos. De hecho, algunos autores recomiendan que solo se enseñen las habilidades científicas básicas a los niños pequeños (Rezba *et al.*, 2007, citado en Vartianen, 2019). Otros, como Ergül *et al.* (2011), sugieren que los niños y las niñas desarrollan su

pensamiento utilizando todos los diferentes procedimientos científicos disponibles, ya que esto puede proporcionar una base sólida para estudios futuros, así para el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, o simplemente para una adecuada alfabetización científica (Dolapcioglu y Subasi, 2022). En otras palabras, la adquisición (reconstrucción individual) de conocimiento científico requiere de la aplicación de SPS (Biswal y Behera, 2023), y por tanto esta base debe garantizarse desde las primeras edades (Martin, Sexton y Gerlovich, 2001; Guarrella *et al.*, 2022a).

2.2. El rol del adulto: facilitando el aprendizaje de la ciencia en el aula

Como se ha adelantado, las destrezas científicas (SPS) se desarrollan cuando los niños y las niñas son expuestos a situaciones en las que se hace ciencia. Obviamente, estas habilidades todavía están en desarrollo en los niños y las niñas de edades tempranas, y este desarrollo requiere que se les brinde diversas oportunidades y contextos de aprendizaje (Sutton-Smith, 1970; Gelman y Brenneman, 2004). De esta manera, el desarrollo intelectual sigue a la manipulación e interacción con objetos y fenómenos (Babik *et al.*, 2022), con el entorno físico (Maruyama *et al.*, 2014), pero también con otras personas (compañeros o adultos) (Sutton-Smith, 1970, Sagastui *et al.*, 2022). Sin lugar a duda, el juego libre proporciona una variedad de oportunidades para aprender y desarrollar SPS, pero la intervención de la persona adulta puede ser fundamental para fomentar su avance (Bodrova y Leong, 2003; Guarrella *et al.* 2022b; Mateo y Sanz- Bondía, 2022), llevando a los niños o niñas desde su zona de desarrollo actual a la zona de desarrollo próximo (según Vygotski). Esta intervención adulta puede incluir una variedad de acciones, desde proporcionar entornos adecuados que faciliten el desarrollo de sus experiencias (Santer *et al.*, 2007; van Limped *et al.*, 2020), hasta guiar la exploración con pistas oportunas (Guarrella *et al.* 2022b), y se ha demostrado que, con el acompañamiento de la persona adulta, el alumnado puede realizar tareas más complejas (Jirout y Zimmerman, 2015).

El primer factor que apoya o limita el desarrollo de conceptos y habilidades científicas son los espacios y materiales adecuados, es decir, materiales que sean seguros, naturales, de uso abierto, científicamente rigurosos y cotidianos (Pedreira y Márquez, 2017), en espacios estimulantes que promuevan la exploración (Santer *et al.*, 2007), diseñados con una intencionalidad clara pero lo suficientemente abiertas como para permitir que sucedan cosas no previstas (Pedreira y Márquez, 2019). La enseñanza productiva debe apoyar a los niños en la generación de ideas poderosas, generalizando la experiencia directa con materiales y fenómenos relacionados con un contexto y ofreciendo argumentos coherentes a través de experimentos (Granja, 2015).

El segundo factor es el lenguaje, que es fundamental para el aprendizaje científico. No solo el vocabulario técnico permite al aprendiz ser más preciso; también el diálogo, que implica un intercambio de perspectivas, permite explorar los eventos en mayor profundidad. Esto provoca el pensamiento y puede ayudar a los estudiantes a construir nuevas representaciones que aún no tenían (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010). Además, dependiendo de cómo se formulen las preguntas y cuándo interviene el maestro, su efecto puede variar considerablemente, desde promover hasta inhibir el aprendizaje exploratorio (Harlen, 2018). Interpretar la intención del niño y responder en sintonía fomenta la persistencia en la situación educativa e impulsa la autonomía (Haldón *et al.*, 2022).

En este sentido, hacer una buena pregunta es el primer paso hacia una buena respuesta, ya que esa pregunta invita a los estudiantes a seguir explorando dónde se puede encontrar la respuesta (Bargiela *et al.* 2022). Como afirman Fine y Desmond (2015), las preguntas abiertas orientadas por los objetivos de aprendizaje son capaces de dirigir el pensamiento del niño. En este sentido, las preguntas productivas (*sensu* Martens, 1999) involucran a los niños en una exploración profunda, aumentan el tiempo que pasan enfocando su atención en la tarea que se está realizando o los impulsan a establecer relaciones entre conceptos e ideas, y pueden de este modo ayudar en la creación de conexiones entre ideas. Esta autora distingue seis tipos de cuestiones: para enfocar la atención, para medir y contar, para comparar, para provocar la acción, para la propuesta de problemas y para el

razonamiento. En este sentido, las preguntas productivas pueden entenderse como “preguntas mediadoras” (*sensu* Márquez, Bonil y Pujol, 2005) o *thought-provoking questions* (Andersson y Gullberg, 2014); es decir, preguntas con la capacidad de dirigir la reflexión hacia los aspectos que el docente considera más importantes, guiando así el debate y fomentando el razonamiento y la argumentación.

En resumen, la actitud del maestro o la maestra, y el grado y la intención de la intervención adulta, pueden determinar el resultado de la instrucción y, más específicamente, el desarrollo de destrezas. Estudios previos han mostrado que el andamiaje proporcionado - incluido el grado de intervención, el momento y el formato en que se da la instrucción - determina la orientación y la intensidad del comportamiento exploratorio (Bonawitz et al., 2010, Guarrella et al., 2022b). Esto implica encontrar un equilibrio cuidadoso entre dar instrucciones directas y permitir que los niños exploren. Ofrecer poco apoyo puede hacer que los niños no profundicen en sus retos, mientras que aportar una estructura excesiva o inadecuada puede disminuir su curiosidad (Jirout, 2020).

3. OBJETIVOS

A pesar de todo lo expuesto anteriormente, las metodologías basadas en la libre elección y en la autonomía del alumnado gozan cada vez de más popularidad, y esto es fuente de controversia entre los defensores de la no intervención y los partidarios de una mayor participación del adulto (Haldón et al., 2022), puesto que no es siempre fácil encontrar el punto de equilibrio adecuado en la dicotomía que plantea Jirout (2020).

Además, y aunque existen marcos metodológicos, epistemológicos y teóricos que orientan el diseño de propuestas de aprendizaje, capturar su complejidad sigue siendo un reto, y son necesarias nuevas líneas de investigación que “aborden una evaluación combinada del espacio de juego infantil, los materiales, el papel del profesorado y los resultados de aprendizaje en el ámbito de las ciencias” (Hapgood et al., 2020, citado en Zuazagoitia et al., 2023, p. 12)”

En este contexto, esta investigación persigue un doble objetivo: primero, describir el efecto de una propuesta destinada a desarrollar SPS en alumnado de infantil; y, segundo, relacionar distintos estilos de intervención adulta con sus consecuencias, en términos de implicación del alumnado y de aprendizaje generado (cambio conceptual y desarrollo de destrezas). En último término, esto debería contribuir a describir los rasgos que definen la intervención adulta más adecuada en función del objetivo que se busque.

La principal cuestión a resolver es si en qué difieren los resultados de cada uno de los tres estilos de intervención docente (liderazgo adulto, liderazgo infantil, exploración guiada) sobre el aprendizaje, una vez controladas el resto de variables. La hipótesis inicial es que la exploración guiada, que combina una menor directividad con una mayor sintonía y hace uso de preguntas productivas, resultará en una implicación mayor y más duradera, y por tanto en un mayor aprendizaje.

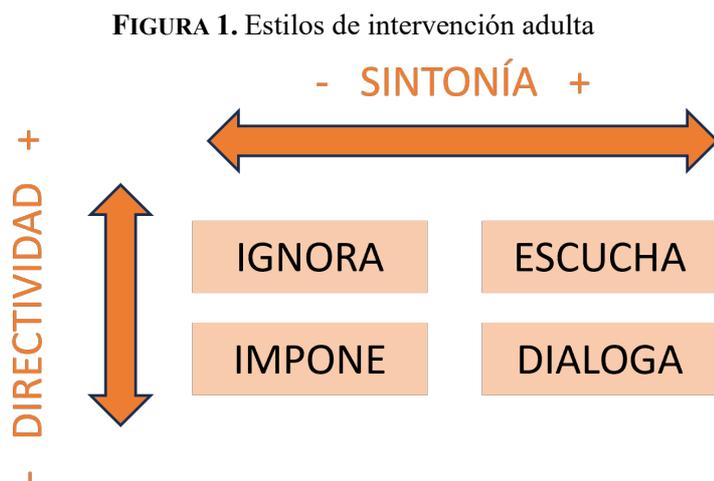
4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Participantes

Los participantes incluyeron una muestra de conveniencia de 42 niños y niñas, con edades comprendidas entre 4 y 6 años, distribuidos en 3 clases (A: n=14; B: n=13; C: n=15). La escuela proporcionó el consentimiento informado para participar en el estudio.

Cada grupo se dividió en tres subgrupos, que siguieron tres tipos diferentes de intervención adulta, definidas en referencia a los niveles de directividad y sintonía identificados por Pedreira (2018): liderazgo adulto (impone), liderazgo infantil (escucha) y exploración guiada por preguntas productivas (dialoga).

Esta clasificación se basa en la establecida por Pedreira (2018), que defiende que la intervención del adulto puede definirse según el nivel de *directividad* (es decir, el grado en que el adulto aporta nuevas ideas, conocimientos o informaciones o, por el contrario, se mantiene al margen, que Haldón *et al.*, 2002 formulan como “Introducción de contenido”) y también en *sintonía* con el niño (es decir, si la intervención del adulto se hace teniendo en cuenta el hacer del niño). Una alta sintonía implica adultos respetuosos, atentos a las oportunidades de aprendizaje y que acompañan con sensibilidad, favoreciendo los intercambios comunicativos (Haldón *et al.* 2022). Cuando se relacionan estas dos dimensiones, obtenemos cuatro tipos de intervención posible (Figura 1).



Modificado de Pedreira (2018) y Haldón et al. (2002)

En nuestro caso, las tres intervenciones se concretaron en las siguientes acciones:

- Liderazgo infantil (escucha, según Tabla 1): la docente únicamente proporciona los materiales, instrumentos y situaciones, e invita a los niños y niñas a interactuar libremente, interviniendo únicamente para gestionar tiempo o regular las interacciones.

- Liderazgo adulto (impone, según Tabla 1): la docente transmite los conceptos, apoyándose en imágenes y en actividades experimentales ilustrativas (*sensu* Caamaño, 2004), que invitan al alumnado a fijarse en ciertos atributos o replicar ciertos comportamientos indicados por la docente.

- Exploración guiada (dialoga, según Tabla 1): la docente proporciona los materiales, instrumentos y situaciones, pero además escucha activamente y acompaña el proceso mediante preguntas mediadoras que pertenecen a una de las 6 categorías

La maestra que lideró las propuestas era una maestra en formación, que había recibido una capacitación específica sobre enseñanza de las ciencias basada en la indagación y la formulación de preguntas productivas, acompañada por tres maestras (mujeres; de 38 a 47 años; con 14 a 21 años de experiencia). Tanto las maestras en servicio como la maestra en formación recibieron instrucciones sobre el estilo de orientación adulta que debían aplicar durante cada intervención.

4.2. Diseño de la intervención

Los grupos A y B (2º curso EI, 4-5 años) participaron en una propuesta relacionada con el magnetismo, y el grupo C (3º curso, 5-6 años) con la observación de hormigas. A pesar de que los temas eran diferentes, ambas propuestas se centraron específicamente en el desarrollo de SPS, incluyeron fenómenos al alcance de los niños y pertenecientes a su contexto cotidiano, y sirvieron como un contexto para intentar diferentes grados de intervención adulta.

La primera propuesta, la “observación de hormigas”, constó de siete sesiones que implicaron observar las hormigas en el patio de la escuela y cuidar un hormiguero dentro del aula, además de algunas sesiones para discutir hechos y hallazgos. Las principales SPS involucradas fueron la observación y la comunicación, pero también la inferencia, la predicción, la medición o la interpretación de datos (Tabla 1)

TABLA 1. Secuencia de actividades en la propuesta de observación de las hormigas

Sesión	Descripción	Objetivo de aprendizaje	Recursos (y localización)
1	Dibujar una hormiga (PRE) Inicio del proyecto (rutina KWL)	(Elicitar modelos iniciales) Léxico científico básico (reina, soldado, obrera, antena, mandíbula, tórax...)	Colección de fotografías. Lápiz y papel. Proyector, pizarra y post-its. Mural colectivo.
2	Dibujar un hormiguero Preparar un hormiguero	(Elicitar modelos iniciales)	Hormiguero comercial. Lápiz y papel.
3¹	Observar los cambios sucedidos en el hormiguero	Hormigas forman sociedades organizadas con diferentes individuos, con distintas morfologías y funciones. Hormigas se desarrollan por medio de huevos y larvas que requieren cuidados. El hormiguero ocupa varias cámaras intercomunicadas con distintas finalidades. La colonia abastece, protege, y limpia el hormiguero.	Hormiguero comercial. Lápiz y papel. Lupas de mano.
4	Observar a las hormigas en el patio y su comportamiento. Dibujar la observación.	Hormigas son artrópodos con antenas, 5 patas, un cuerpo dividido en 3 segmentos. Viven en hormigueros, que son agujeros en el suelo. Realizan una actividad constante: algunas hormigas exploran el entorno y, una vez encuentran comida, el resto les sigue en hilera para acarrearla al hormiguero. Las hormigas siguen un rastro oloroso, y se pierden si se interrumpe.	Lápiz y papel. Cámara de fotos o móvil. Lupas de mano. <i>Patio de la escuela.</i>
5	Averiguar qué comen las hormigas	Las hormigas son esencialmente omnívoras, aunque muestran preferencia por algunos alimentos. Formular y contrastar hipótesis Recogida de datos mediante fotografías	Hormiguero, galletas, cereal, tomate, miel, etc. Cámara fotográf. <i>Patio escolar</i>
6	Revisión de lo aprendido Dibujar una hormiga (POST)	(Elicitar modelos finales)	Lápiz y papel Mural colectivo
-	Resumir y recordar lo aprendido mostrándolo a las familias	(Comunicar ciencia a otras audiencias)	Portfolio de dibujos y otras producciones <i>En casa</i>

¹ Por primera vez en la sesión 3 y posteriormente una vez a la semana

TABLA 2. Secuencia de actividades en la propuesta sobre magnetismo

Sesión	Descripción	Objetivo de aprendizaje	Recursos (y localización)
1	Cuento sobre imanes Inicio del proyecto (KWL)	(Elicitar modelos iniciales)	Mural colectivo
2	Identificar elementos magnéticos en clase Clasificar magnético/ no magnético	Algunos materiales y objetos son magnéticos. Muchos metales lo son. Ser magnético significa ser atraído por un imán.	Imanes escolares. Juguetes magnéticos. Bandejas rotuladas.
3	Experimentar con la intensidad de la fuerza de atracción magnética	La fuerza de atracción magnética tiene una intensidad limitada. En objetos pesados, el “peso” puede superar la atracción magnética.	Imanes escolares en forma de canica. Juguetes magnéticos.
4	Experimentar con el campo magnético	Los polos iguales se repelen, los distintos se atraen. La fuerza de atracción o repulsión magnética actúa a distancia. La fuerza de atracción o repulsión magnética se debe a la presencia de un campo.	Imanes escolares con polos coloreados. Caja o bolsa zip con virutas de hierro.
5	Comparar lo que sabemos con lo que sabíamos (KWL)	(Elicitar modelos finales)	Lápiz y papel. Mural colectivo.
-	Resumir y recordar lo aprendido mostrándolo a las familias	(Comunicar ciencia a otras audiencias)	Portfolio de dibujos y otras producciones <i>En casa</i>

TABLA 3. Adaptación actividades sobre magnetismo, según los diferentes estilos de intervención adulta

Actividad¹	Liderazgo adulto	Liderazgo infantil	Exploración guiada
Actividad 2 ¿Qué es magnético?	Se les da una tarjeta, en la cual deben anotar los materiales magnéticos y no magnéticos	Ayudado por preguntas productivas ¿Esto se quedará pegado? Una vez que han recogido el material,	Explorar y clasificar libremente en dos cajas los materiales en magnéticos y no magnéticos
Actividad 3 Fuerza de los imanes	Magnetismo inducido: Ficha de trabajo donde deben registrar cuántas canicas pueden levantar juntas	¿qué tienen en común...? ¿Por qué crees que...? ¿Y si pruebas a...?	Magnetismo inducido: se presenta un montón de clips y un imán
Actividad 4 Polos magnéticos	Demostrar y explicar la atracción entre polos contrarios y atracción entre iguales	Preguntas productivas: ¿Has probado a...? ¿Cuál es la diferencia? ¿Puedes encontrar una forma de...? ¿Qué crees que pasará cuando...?	Libertad para explorar con diferentes imanes

¹ Sólo se incluyen aquellas actividades de la secuencia que fueron adaptadas a los tres estilos de intervención adulta.

La segunda propuesta, “magnetismo”, incluyó seis actividades, distribuidas en 5 sesiones, que implicaron explorar las propiedades de los materiales magnéticos y no magnéticos, así como las interacciones magnéticas. Las SPS implicadas incluyeron observar, comunicar, comparar, inferir y predecir, pero también interpretar datos y medir. (Tabla 2)

Para ambas secuencias, algunas de las actividades fueron adaptadas a los tres estilos de intervención adulta (Tabla 3, para la secuencia de magnetismo).

Las preguntas productivas, aunque se anticiparon como parte del diseño de la actividad, se formularon en el momento de la intervención, en un ejercicio de sintonía con el niño (Haldón *et al.*, 2022). Dichas preguntas perseguían una de las 6 funciones enunciadas por Martens (1999): enfocar la atención, medir y contar, comparar, provocar la acción, proponer problemas o provocar razonamiento, y con el objetivo de servir de mediadoras para alcanzar los objetivos de aprendizaje enunciados en las Tablas 1 y 2.

4.3. Análisis de los datos

Para monitorizar el progreso en la comprensión de los conceptos y la diferencia entre grupos, se tomaron fotos y se grabaron en audio continuamente las interacciones entre la persona adulta y los niños y niñas. Las anotaciones y grabaciones de audio se transcribieron y analizaron aplicando técnicas de análisis de contenido. Cada una de las transcripciones literales (ver, por ejemplo, Tabla 4) se revisó en busca de evidencia de SPS y de evolución en la adquisición de los conceptos y luego se graduó según el nivel de complejidad en dicha destreza.

Además, los dibujos y producciones escritas tomados en diferentes momentos del proceso sirvieron para medir la progresión en el conocimiento, respondiendo al creciente reconocimiento del dibujo y su función expresiva en la investigación en Didáctica de las Ciencias (Gómez y Gavidia, 2015).

Para en análisis cualitativo, y en lo relativo al desarrollo conceptual, se tomó como referencia los objetivos de aprendizaje precisados en las tablas 1 y 2. En el caso preciso de las hormigas se tuvieron en cuenta distintos detalles morfológicos, relativos al número de unidades de cada estructura (ej. Presencia o ausencia, o número de antenas, segmentos o patas), su localización (inserción), tamaño y forma (acodadas, rectas, etc.). Además, detalles en el comportamiento (presencia de organización social, desplazamiento en hilera, comportamiento cooperativo). En el caso de los imanes, expresiones o comportamientos coherentes con la comprensión de las ideas enunciadas en la tabla 2 (por ejemplo, que los polos iguales se atraen, o que el imán sólo se “pega” a los metálicos).

En lo relativo a las SPS, se considera un mayor grado en el desarrollo de la destreza si se introducen matices en la observación o comunicación, y se aportan justificaciones – empíricas y coherentes con la teoría - para las inferencias, predicciones o clasificaciones.

Dado el tamaño reducido de la muestra y la dificultad para recopilar datos sistemáticos de niños de esta edad, relacionados en parte con la limitada capacidad de expresión, la variedad de evidencia recopilada se utilizó solo para ilustrar la gama de respuestas producidas en cada situación. No se realizaron comparaciones cuantitativas.

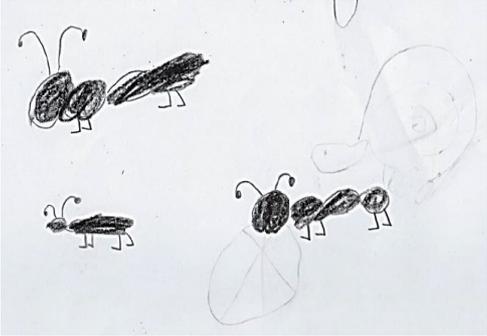
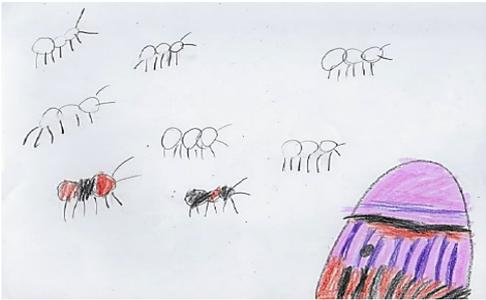
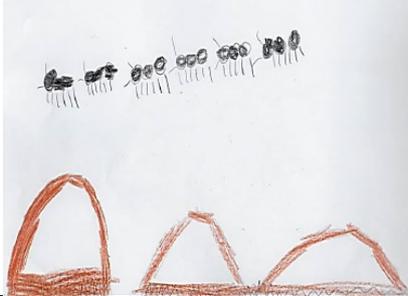
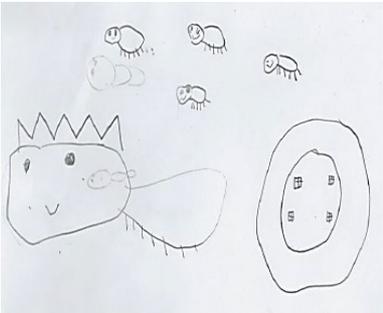
5. RESULTADOS

5.1. Contenidos conceptuales

Siguiendo la secuencia de observación de las hormigas, los tres grupos mejoraron su conocimiento sobre la anatomía, comportamiento y organización social (Figura 2). Todos los grupos incorporan nuevos datos que mejoran los modelos iniciales, tanto en los aspectos morfológicos como en detalles del comportamiento, siendo el grupo de liderazgo infantil en el que las hormigas tienen

una apariencia menos realista y no se recoge el comportamiento característico de desplazarse en hilera.

FIGURA 2. Ejemplo de dibujos de cada uno de los tres grupos de intervención adulta, antes y después de la intervención

Antes de la intervención	Después de la intervención
Exploración guiada por preguntas productivas	
 <p data-bbox="242 916 782 976">Cuerpo con 4 partes, 8 patas (incluyendo las 4 del otro lado), insertas en tórax y abdomen</p>	 <p data-bbox="817 866 1347 956">Cuerpo con 3 partes, 6 patas, insertas de modo homogéneo. Van en fila, y la abeja también tiene antenas.</p>
Liderazgo adulto	
 <p data-bbox="295 1370 730 1431">Cuerpo con 3 partes, 6 patas (se le dijo), hormiguero colorido</p>	<p data-bbox="831 1046 1331 1106">Hormigas negras que van en fila, hormigueros realistas</p> 
Liderazgo infantil	
 <p data-bbox="263 1872 762 1966">La hormiga reina lleva corona (i.e. dibujo humanizado), cabeza enorme y sin antenas. El hormiguero tiene ventanas.</p>	 <p data-bbox="810 1872 1353 1993">Hormigas con antenas, cuerpo largo y no segmentado, número indeterminado de patas. El hormiguero tiene un agujero (entrada). La reina es de mayor tamaño.</p>

De modo general (sin hacer distinción entre tratamientos), avanzaron en su conocimiento de las hormigas (Tabla 4)

TABLA 4. Cambio conceptual tras la propuesta sobre magnetismo, a partir de las transcripciones de las grabaciones

	Antes	Después
MORFOLOGÍA	Cuerpo dividido en 2/4/5 segmentos (“bolas”) Patas insertas en posiciones variadas No todas con antenas Rasgos antropórficos (coronas...)	Cuerpo dividido en 3 segmentos. 3 pares de patas, insertas de modo homogéneo 2 antenas (a veces, acodadas) -
COMPORTAMIENTO	Sin patrones identificables - Pican, muerden	En hilera Omnívoras, aunque con preferencias Despliegan comportamientos cooperativos
MODO DE VIDA	Casas antropomorfizadas (con muebles)	Hormigueros en el suelo, promontorio con un agujero de entrada. Algunos, divididos en cámaras.
GENERAL	Rasgos fantásticos (escala, complementos humanos, colores inverosímiles)	Representaciones realistas.

De igual modo, los alumnos (sin hacer distinción entre tratamientos) avanzaron en su comprensión del fenómeno del magnetismo. La tabla 5 recoge algunos ejemplos, en este caso a partir de las expresiones escritas.

TABLA 5. Cambio conceptual tras la propuesta sobre magnetismo, a partir de las transcripciones de las grabaciones

	Antes	Después
MATERIALES MAGNÉTICOS	Características sin relevancia: <i>Se pegan porque es pegajoso, son duros, son secas, en la madera, no se pega porque es rosa.</i>	Magnético= metálico: <i>Se pegan solo en metal, hierro, es magnético.</i>
POLOS	No entienden por qué pasa: <i>Porque se vuelven solos y se juntan parece que tienen pila, es difícil juntar el rojo con el rojo, se me intentan pegar, se escapa, se mueve solo, los dejás apartados y se juntan solos.</i>	Existen dos polos: <i>Los diferentes (opuestos) se pegan (atraen), los iguales no se pegan (repelen), los imanes tienen dos polos: norte y sur.</i>
ATRACCIÓN MAGNÉTICA ACTÚA A DISTANCIA	Actúa a una cierta distancia: <i>Cuando están cerca se pegan solos.</i>	Actúa, aunque no se puedan tocar: <i>Las virutas de hierro aunque estén en aceite las atrae el imán.</i>
LÍNEAS DEL CAMPO MAGNÉTICO	Características sin relevancia: <i>Las limaduras de hierro están bailando.</i>	Adquisición de conocimientos: <i>Podemos juntar las limaduras con el imán (fuerza que atrae).</i>

5.2 Efecto de la intervención adulta sobre el desarrollo de SPS

En cuanto al efecto de la intervención adulta y considerando ambos escenarios en conjunto, los alumnos en la intervención con liderazgo adulto demostraron ser menos autónomos y más dependientes de la supervisión adulta; retuvieron la mayoría de los conceptos, pero avanzaron menos en las SPS (inferir, predecir, interpretar datos, etc.). En el grupo con liderazgo infantil, el desarrollo conceptual fue escaso e incluso tuvieron dificultades para persistir en la exploración. Por último, el grupo que siguió la exploración guiada avanzó más en las SPS, aunque no dominaron todos los contenidos (Tabla 6).

TABLA 6. Comparativa entre modelos de intervención adulta

INTERVENCIÓN ADULTA	EVIDENCIAS DE LAS CONDUCTAS MÁS FRECUENTES
Liderazgo adulto (impone)	<ul style="list-style-type: none"> - (D) <i>¿El hierro a donde se pega?</i> - (A)- <i>Eeee...</i> - (D) <i>al imán</i> – al dar la docente la respuesta, la exploración finaliza. El alumno pierde el interés- <p>En esa clase los alumnos son más inseguros ya que en repetidas ocasiones van a la profesora de referencia a decir “<i>¿qué hago? No sé qué hacer...</i>”</p>
Liderazgo infantil (escucha)	<p>Exploran un tiempo pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> - se quedan enseguida sin ideas, se cansan antes. <i>¿Cuándo cambiamos? ¡Quiero ir a otro rincón!</i> - piden instrucciones de qué hacer, a dónde ir. <i>¿Yo que hago? ¿Y a mí que me toca?</i> - piden permiso. <i>¿Puedo ir a otro rincón a buscar cosas magnéticas?</i> - buscan aprobación. <i>¿Esto te gusta?</i> - se sienten inseguros con materiales nuevos, a veces no son capaces de animarse a explorar. <i>¿Qué hago con esto? ¿Y esto para qué es?</i> - intentan llamar la atención de la docente <i>¡Profe ven! ¡Mira lo que estoy haciendo!</i>
Exploración guiada (dialoga)	<p>Persisten con</p> <ul style="list-style-type: none"> - (D) <i>¿Qué es un imán?</i> - (A1) <i>Una cosa que se pega</i> - (D) <i>¿Dónde se pega?</i> - (A1) <i>En el hierro</i> - (D) <i>¿Y por qué se pega al hierro y no a la madera?</i> - (A2) <i>Porque es un metal, y a los imanes les atrae el hierro.</i> - (A1) <i>¡Prueba en lo oro!</i>

(D) Habla la docente; (A) habla un alumno o alumna

El carácter de las preguntas determinó la calidad de las respuestas: las preguntas productivas aumentaron el detalle de las respuestas proporcionadas, de modo que en los contextos en que se había animado al alumnado a profundizar o justificar sus observaciones, el nivel de detalle de las justificaciones fue mayor (Tabla 7).

TABLA 7. Comparativa entre las descripciones del alumnado del comportamiento de los imanes y objetos magnéticos, siguiendo la intervención con liderazgo adulto (impone) o exploración guiada por preguntas productivas (dialoga)

SPS	LIDERAZGO ADULTO	EXPLORACIÓN GUIADA
OBSERVAR	Se pega	... solo al hierro.
INFERIR	Porque es magnético	... porque las cosas magnéticas son atraídas por el imán.
PREDECIR	No se pegará	... porque los polos iguales se repelen uno al otro
MEDIR	Se pega a 3 centímetros	... porque tienen diferente potencia.
COMUNICAR	El imán se pega	... a las limaduras, porque las atrae.
CLASIFICAR	Los que se pegan al imán y los que no	Los objetos que se pegan al imán porque son de hierro y los que no se pegan porque son de otros materiales.

6. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Esta propuesta ha demostrado que los niños y niñas en edad infantil son capaces de pensar de manera científica y progresar en su pensamiento científico (Canedo-Ibarra et al., 2010; Robbins, 2005), comprendiendo conceptos *a priori* complejos, como la atracción magnética o la anatomía y organización social de las comunidades de insectos. Si bien es cierto que sus ilustraciones iniciales de las hormigas fueron muy limitadas (fantasiosas, simbólicas o antropomorfizadas, en ocasiones buscando una función estética; conteniendo detalles anatómicos incorrectos), estas mismas características se dan entre las elaboradas por estudiantes del Grado de Magisterio (Gómez y Gavidia, 2015). A lo largo de la propuesta, los niños avanzaron en el desarrollo de sus destrezas científicas, lo que confirma que pueden mejorarse cuando se les brindan contextos apropiados (Sutton-Smith, 1970) y se les expone a espacios y materiales adecuados (Santer et al., 2007), seguros y familiares, pero que resulten también retadores (Pedreira y Márquez, 2019).

El máximo desarrollo de las SPS se logró en el grupo de exploración guiada, que persistió más en la exploración gracias a las preguntas y desafíos planteados (Guarrella, 2022a). De hecho, la experiencia no genera directamente conocimiento (Hodson, 1994), a menos que ocurra una interacción intelectual (Couso, 2014). Del mismo modo que en el estudio de Gómez y Gavidia (2015) con profesorado en formación inicial, la mera observación (como sucede en el grupo de liderazgo infantil) tuvo un impacto mucho más limitado que la exploración guiada por *thought-provoking questions*, como pretendían ser nuestras preguntas productivas.

Sin embargo, las SPS tuvieron un desarrollo limitado en el grupo de liderazgo adulto: aunque el alumnado participó en la observación de los fenómenos, rara vez formularon hipótesis o predicciones adecuadas. Por su parte, los estudiantes en el grupo con liderazgo infantil mostraron dificultades para seguir el proceso y profundizar en la exploración de las propiedades y el comportamiento de los materiales, o los animales. En ambos grupos, y coincidiendo con los resultados de Zuazagoitia et al. (2023), la exploración libre o demasiado guiada (contextos reproductivos), un número más limitado de SPS aparecieron de modo consistente.

Los resultados refuerzan la idea de que el tipo de preguntas que se hacen es crucial para el desarrollo de esquemas sólidos de pensamiento (Elstgeest, 1985), de forma que las preguntas productivas que estimulan a los niños a centrar su atención o encontrar una solución conducen a respuestas mucho más precisas y completas, en contraposición a preguntas simples y cerradas que pueden responderse reproduciendo información (Andersson y Gullberg, 2014).

Es necesario reconocer que este estudio está sujeto a ciertas limitaciones metodológicas, inherentes a la investigación en el aula de infantil, a la limitada capacidad expresiva de algunos de los participantes y al dinamismo (imprevisibilidad) de las situaciones de aula, aunque la disponibilidad de material gráfico abundante (grabaciones, registros, producciones) nos reafirman sobre la validez de nuestras interpretaciones.

A pesar de las limitaciones observadas, todo lo anterior esto confirma que el adulto tiene un papel central no solo en la adquisición de conceptos, sino principalmente en el desarrollo de las SPS, que preparan a los estudiantes para aprender a lo largo de toda la vida. Por lo tanto, los resultados de este trabajo permiten confirmar la hipótesis principal, y concluir que un estilo de intervención adulta que, además de proporcionar espacios y materiales que fomenten la interacción autónoma con los fenómenos, dialogue con el niño aportando nuevas ideas y perspectivas en sintonía con el momento del proceso en que se encuentre este, y lleva a cabo esta mediación por medio de preguntas productivas, es la más efectiva para fomentar el desarrollo de destrezas científicas (SPS) y un aprendizaje más aplicable.

Por último, la constatación de que con un andamiaje adecuado los niños y niñas lograron un avance sustancial constituye una llamada a trabajar con incluso con aquellos docentes que se muestran reacios a participar en proyectos de ciencia, que perciben como demasiado difícil para sus estudiantes, con el objetivo de hacerles sentir preparados de abordar este ilusionante reto (Elstgeest, 1985).

Referencias

- Åkerblom, A., y Thorshag, K. (2021). Preschoolers' use and exploration of concepts related to scientific phenomena in preschool. *Journal of Childhood, Education & Society*, 2(3), 287–302. <https://doi.org/10.37291/2717638X.202123115>
- Andersson, K. y Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 275-296. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9439-6>
- Babik, I., Galloway, J. C., y Lobo, M. A. (2022). Early exploration of one's own body, exploration of objects, and motor, language, and cognitive development relate dynamically across the first two years of life. *Developmental psychology*, 58(2), 222. <https://doi.org/10.1037/dev0001289>
- Bargiela, I. M., Anaya, P. B. y Puig, B. (2022). Las preguntas para la indagación y activación de pensamiento crítico en educación infantil. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 40(3), 11-28. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5470>
- Biswal, S. y Behera, B. 2023. Enhancing Science Process Skills through Inquiry-Based Learning: A Comprehensive Literature Review and Analysis. *International Journal of Science and Research* 12 (8). <https://doi.org/0.21275/SR23817121415>
- Bodrova, E., y Leong, D. J. (2003). The importance of being playful. *Educational Leadership*, 60(7), 50–53.
- Bonawitz, E., Shafto, P., Gweon, H., Goodman, N. D., Spelke, E., y Schulz, L. (2010). The double-edged sword of pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition* 120 (3), 322- 330. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.10.001>
- Caamaño, A. (2024). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones : una clasificación útil en los trabajos prácticos?. *Alambique* 39: 8–19.
- Canedo-Ibarra, S. P., Castello-Escandell, J., Garcia-Wehrle, P., y Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: an approach to improve scientific education in the classroom. *Review of science, Mathematics and ICT education*, 4(1), 41–76. <https://doi.org/10.26220/rev.134>
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En: Jiménez, R., Wamba, A.M., de las Heras, M.A., Lorca, A.A. y Vázquez, B. (Eds.).

- 26EDCE. Investigación y Transferencia Para Una Educación En Ciencias: Un Reto Emocionante. <https://www.uhu.es/publicaciones/?q=libros&code=901#>
- Cantó Doménech, J.; de Pro Bueno, A.; Solbes, J. (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 34 (3): 25-50, <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Delsérieys, A., Jégou, C., Boilevin, J. M., y Ravanis, K. (2018). Precursor model and preschool science learning about shadows formation. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 147-164. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1353960>
- Dolapcioglu, S., Subasi, M., 2022. The Relationship between Scientific Process Skills and Science Achievement: A Meta-Analysis Study. *Journal of Science Learning* 5 (2): 363 – 372. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.39356>
- Elstgeest, J. (1985). The right question at the right time. En: Harlen, W. (2001). *Primary Science: Taking the Plunge* (p.33-40). Heinemann.
- Ergül, R., Şımşeklı, Y., Çalış, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, S. y Şanlı, M. (2011). The Effects Of Inquiry-Based Science Teaching On Elementary School Students' Science Process Skills And Science Attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy* (BJSEP), 5(1), 48–69.
- Fine, M., y Desmond, L. (2015). Inquiry-Based Learning: Preparing Young Learners for the Demands of the 21st Century. *Educator's Voice* 7: 2 – 11.
- Gelman, R., y Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 150-158.
- Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en Ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Eureka* 12(3), 441-455. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.04
- Granja, D. O. (2015). Constructivism as theory and teaching method. *Sophia*, 19 (2), 93–110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Guarrella, C., van Driel, J. y Cohrssen, C. (2022a). Science Education in Early Childhood Education—Are We Approaching a Cure for the State of Chronic Illness? *Research in Science Education*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10087-1>
- Guarrella, C., Cohrssen, C. y van Driel, J. (2022b). The Quality of Teacher-Child Interactions during the Enactment of Playful Science Games in Preschool. *Early Education and Development*, 33(4), 634-654. <https://doi.org/10.1080/10409289.2021.1900993>
- Haldon, J., Lemkov, G. y Pedreira, M. (2022). Propuesta de análisis de la intervención de la persona adulta en un espacio de ciencias de libre elección. *Enseñanza de las ciencias*, 40 (3): 109- 123.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: principles, policy & practice*: 6(1), 129-144.
- Harlen, W. (2018). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers. <https://doi.org/10.4324/9781315398907>
- Harlen, W., y Gardner, J. (2010). *Developing teacher assessment*. McGraw- Hill
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299–313. <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326>
- Ilma, S., Al-Muhdhar, M. H. I., Rohman, F., y Saptasari, M. (2020). The correlation between science process skills and biology cognitive learning outcome of senior high school students. *Journal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(1), 55–64. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10794>
- Jirout, J. J. (2020). Supporting early scientific thinking through curiosity. *Frontiers in Psychology*, 11, 1717. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01717>
- Jirout J. y Zimmerman C. (2015). Development of science process skills in the early childhood years. En K. Cabe Trundle y M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143-165). Springer.

- Márquez, C., Bonil, J., Pujol, R.M. (2005). Las preguntas mediadoras como recursos para favorecer la construcción de modelos científicos complejos. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso, 1-5.
- Martens, M. L. (1999). Productive Questions: Tools for Supporting Constructivist Learning. *Science and Children*, 36(8), 24.
- Martin, R. E., Sexton, C. M. y Gerlovich, J. A. (2001). *Teaching science for all children*. Allyn and Bacon.
- Maruyama, S., Dineva, E., Spencer, J. P., & Schöner, G. (2014). Change occurs when body meets environment: A review of the embodied nature of development. *Japanese Psychological Research*, 56(4), 385–401. <https://doi.org/10.1111/jpr.12065>
- Mateo, E. y Sáez-Bondía, M. J. (2022). Experimentar con minerales en Educación Infantil: evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 2801-2801.
- Oliva, A. y Palacios, J. (1997). Diferencias entre las expectativas y valores de madres y educadores de niños preescolares españoles. *Infancia y Aprendizaje*, 77, 61-67
- Padilla, M. J. (1990). The Science Process Skills. Research Matters - to the Science Teacher. <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Pedreira, M. (2018). Intervenir, no interferir: el adulto y los procesos de aprendizaje. *Aula de Infantil*, 96, 9–13.
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2017). Espacios de ciencia de libre elección: posibilidades y límites. En M. Pedreira y C. Márquez (Eds.), *Enseñanza de las Ciencias e Infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica* (pp.151-169).
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2019). Experience, Explication, Evolution: Processes of learning in a free-choice science museum activity for children up to 6 years of age. *Journal of Emergent Science*, 17(19), 19-31.
- Robbins, S.P. (2005). *Essentials of Organizational Behavior* (8th Edition). Prentice Hall.
- Sagastui, J., Herrán, E. y Anguera, M. T. (2022). Adult intervention levels in young children's free play: an observational study on how Pikler educators combine the instrumental and relational dimensions of their educational activity. *European Journal of Psychology of Education*, 37(3), 707-728. <https://doi.org/10.1007/s10212-021-00560-2>
- Santer, J., Griffi, C., y Goodall, D. (2007). *Free Play in Early Childhood. A literature review*. <https://www.bl.uk/collection-items/free-play-in-early-childhood-a-literature-review>
- Suryanti, Widodo, W., Budijastuti, W. (2020). Guided discovery problem- posing: an attempt to improve science process skills in elementary school. *International Journal of instruction*, 13 (3), 75- 88. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1336a>
- Sutton- Smith, B. (1970). *A Descriptive Account of Four Modes of Children's Play Between One and Five Years* (ED 04S 833).
- van Liempd, I. H., Oudgenoeg-Paz, O., y Leseman, P. P. (2020). Do spatial characteristics influence behavior and development in early childhood education and care? *Journal of Environmental Psychology*, 67, 101385. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101385>
- Vartiainen, J. y Kumpulainen, K. (2019). Promoting young children's dynamic practice. En K Kumpulainen y J. Sefton-Green (Eds.), *Multiliteracies and Early Years Innovation: Perspectives from Finland and Beyond* (pp. 77-94). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429432668-5>
- Zuazagoitia, D., Ruiz de Azua, L., Sanz, J., España – Díez, S., López- Puente, M. y Ruiz- González, A. (2023). Una propuesta didáctica sobre rampas en educación infantil: la importancia de la intervención docente en el desarrollo de destrezas científicas y construcciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 11-31. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5676>

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Napal, M. y Vázquez, L. (2023). La intervención adulta determina el desarrollo de las destrezas científicas en la etapa de infantil. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 45, 53-68. DOI:10.7203/DCES.45.27375