

# Museos de ciencia y su relación con el uso de habilidades de razonamiento científico: una revisión sistemática

Leidy Yesenia Morales Tello 

Facultad de Psicología, Universidad del Valle. Instituto de Investigación en Ciencias del Desarrollo, del Aprendizaje y Subjetividades (CIDEAS). Cali. Colombia. [yesenia.morales-t@correounivalle.edu.co](mailto:yesenia.morales-t@correounivalle.edu.co)

Marlenny Guevara Guerrero 

Facultad de Psicología, Universidad del Valle. Instituto de Investigación en Ciencias del Desarrollo, del Aprendizaje y Subjetividades (CIDEAS). Cali. Colombia. [marlenny.guevara@correounivalle.edu.co](mailto:marlenny.guevara@correounivalle.edu.co)

[Recibido: 21 agosto 2024; Revisado: 22 octubre 2024; Aceptado: 24 enero 2025]

**Resumen:** Un amplio consenso en la literatura evidencia la importancia de los museos como ambientes informales de aprendizaje, debido a que promueven la indagación, la exploración, la curiosidad científica, la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades de razonamiento científico por medio de las interacciones sociales. Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar cómo las características metodológicas reportadas en estudios realizados en museos de ciencia evocan el uso de habilidades de razonamiento científico en niños en edad escolar. La búsqueda de la literatura se realizó en las bases de datos EBSCO y Web of Science (WOS) con artículos publicados entre 2013 y 2023 y se centró en estudios empíricos. Como resultado, se identificó que: (1) metodológicamente los estudios tienden a utilizar tanto enfoques cualitativos como cuantitativos, con escaso uso de enfoques mixtos y se reporta el uso variado de diseños de investigación (ej. experimental, descriptivo, observacional y correlacional); (2) No todos los estudios se llevaron a cabo a partir de los recursos propios del museo de ciencia (exhibiciones), sino que se utilizaron situaciones diseñadas e introducidas al museo para abordar propósitos específicos de los investigadores, (3) las principales habilidades de razonamiento que los estudios en museos de ciencia evocan en niños en edad escolar fueron: explicaciones causales, predicción, inferencia, planificación cognitiva y evaluación de la evidencia; y (4) los principales enfoques teóricos en los que se basan los estudios en museos de ciencia fueron: desarrollo cognitivo, procesos de aprendizaje y procesos de instrucción.

**Palabras clave:** Ambientes informales de aprendizaje; Exhibiciones; Habilidades de razonamiento científico; Museos de ciencia; Niños.

## Science Museums and their Relationship to the Use of Scientific Reasoning Skills: A Systematic Review

**Abstract:** A broad consensus in the literature shows the importance of museums as informal learning environments, because they promote inquiry, exploration, scientific curiosity, the acquisition of knowledge and the development of scientific reasoning skills through social interactions. This systematic review aims to analyze how the methodological characteristics reported in studies conducted in science museums demand the use of scientific reasoning skills in school-aged children. The literature search was conducted in EBSCO and Web of Science (WOS) with published articles between 2013 and 2023 and was focused on empirical studies. As a result, it was identified that: (1) methodologically, the studies tend to use both qualitative and quantitative approaches, with limited use of mixed approaches. In addition, a varied use of research designs is reported (e.g. experimental, descriptive, observational and correlational); (2) Not all studies were carried out with the own resources of the science museum (exhibits), but rather, with situations designed and introduced to the museum by the researchers to address specific purposes (3) the main reasoning skills that science museum studies demanded in school-aged children were: causal explanations, predictions, inferences, cognitive planning and evaluation of evidence; and (4) the main theoretical approaches on which science museum studies are based were: cognitive development, learning processes and instructional processes.

**Keywords:** Non-formal learning environments; Exhibitions; Science reasoning skills; Science museums; Children.

**Para citar este artículo:** Morales Tello, L. Y. y Guevara Guerrero, M. (2025). Museos de ciencia y su relación con el uso de habilidades de razonamiento científico: una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(1), 1103. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2025.v22.i1.1103

## Introducción

Los ambientes informales de aprendizaje han sido reconocidos por su papel como mediadores de aprendizaje y como potencializadores del desarrollo cognitivo, al ser contextos sociales donde los niños pueden interactuar con exhibiciones y con otros visitantes del museo (Callanan, 2012; Gerber et al., 2001). Diversas disciplinas como la psicología, la educación y las ciencias exactas, han puesto la atención sobre el estudio de los ambientes informales de aprendizaje, como los museos, con el propósito de comprender cómo las personas tienen un acercamiento a conocimientos de la ciencia, a la ingeniería, las matemáticas, etc. (Haden, 2010).

Lo anterior enfatiza la relevancia de los ambientes de aprendizaje informales, como los museos de ciencia, acuarios y zoológicos, por las oportunidades que ofrecen a los visitantes para aprender, comprender y cuestionar la ciencia (Dawson, 2014). En particular, los estudios en museos se han destacado por su interés en comprender cómo los visitantes interactúan no solo con las exhibiciones de manera individual, sino también cómo se exploran las exhibiciones a través de la interacción social con otros, como familias o grupos escolares (Gaskins, 2008; Huerta y Cohen-Pantoja, 2018). En este sentido, los museos de ciencia son considerados contextos significativos y de interacción social que promueven el aprendizaje, la apropiación de conocimiento y el desarrollo de habilidades de razonamiento científico (Callanan, 2012; Marcus et al., 2018). En términos generales, los museos son espacios que pueden proporcionar un entorno propicio para la investigación de aspectos de la cognición, así como el fortalecimiento de procesos educativos.

En los museos, la motivación de los visitantes es clave a la hora de analizar su comportamiento en relación con las exhibiciones. Por ejemplo, el adulto se puede acercar al museo con el objetivo de conocer y aprender. Sin embargo, para los niños, esta experiencia puede ser diferente, al prevalecer la intención de jugar y divertirse al interactuar con las exhibiciones (Guisasola y Morentin, 2007). A este respecto, Abenza-Bernal y Robles-Moral (2022), plantean que los visitantes de los museos de ciencia, específicamente los niños, pueden tener mayor interés en propuestas interactivas, que les permita una mayor exploración con las exhibiciones.

Los museos de ciencia se caracterizan por la diversidad de oportunidades y estrategias de aprendizaje expositivas y didácticas que presentan. Sin embargo, esto se presenta en mayor o menor medida dependiendo del tipo de museo de ciencia. Por ejemplo, algunos museos están relacionados con contenidos científicos particulares como temas de flora, fauna, historia natural, etc., que pueden estar más relacionados con la conservación del mundo natural. Otros museos, pueden estar más enfocados en temas de ciencia y tecnología, mostrando las relaciones con la sociedad a partir de propuestas interactivas (Abenza-Bernal y Robles-Moral, 2022). Por consiguiente, las diferentes propuestas museales constituyen en sí mismas experiencias significativas que promueven el aprendizaje y enriquecen el conocimiento de los visitantes a partir de sus propuestas educativas.

### **Museos de ciencia y estudios relacionados con el razonamiento científico en niños**

El razonamiento científico en niños ha sido ampliamente estudiado, desde diversas perspectivas, incluyendo enfoques clásicos del desarrollo, como las constructivistas (Gopnik y Wellman, 1994; Miller, 2010) así también, desde perspectivas socioculturales (Kuhn, 1989; Legare, 2019; Rogoff, 2003). Según Zimmerman (2005), el razonamiento científico es un proceso que abarca el uso de habilidades relacionadas con la indagación, la experimentación, la evaluación de pruebas, la inferencia y la argumentación. Estas habilidades son fundamentales para facilitar el cambio conceptual y la comprensión científica. Karmiloff-Smith (1994) argumenta que los niños poseen desde edades tempranas habilidades

como la inferencia, la predicción y la generación de hipótesis, que antes se consideraban exclusivas de los adultos.

En cuanto al estudio del razonamiento científico de los niños, los museos de ciencia han proporcionado un entorno ideal para su investigación, gracias a la naturaleza de las interacciones sociales que en ellos se presentan (Benjamín et al., 2010). Como resultado, algunos estudios en museos de ciencia se centran en analizar la importancia de las interacciones y conversaciones entre padres y niños para la comprensión del desarrollo cognitivo (Benjamin et al., 2010; Callanan y Jipson, 2001). Por su parte, otros estudios analizan cómo las conversaciones entre adultos y niños pueden potencializar habilidades de razonamiento científico (HRC) en ambientes museísticos (Attisano et al., 2022; Crowley et al., 2001; Gaskins, 2008). Adicionalmente, los museos de ciencia también han ofrecido oportunidades para estudiar las HRC y examinar cómo se relacionan con el aprendizaje (Anderson et al., 2002; Falk y Dierking, 2000; Guisasola y Morentín, 2014; Pattison y Dierking, 2013), además de establecer relaciones de las HRC con la alfabetización científica (Bae et al., 2023), el uso del enfoque STEM, la transferencia (Barnet y Ceci, 2002; Marcus et al., 2018), entre otros.

Con lo anterior, se reconoce la importancia de las HRC tempranas en los niños, porque empíricamente ha permitido acercarse a la comprensión de la cognición científica, pero también a la importancia que tienen los procesos educativos en el desarrollo del razonamiento científico de los niños. De esta manera, los esfuerzos por promover estas habilidades de razonamiento han dado lugar a intervenciones que fortalecen los procesos instructivos, prácticos y de andamiaje (Zimmerman, 2005). Por lo tanto, es fundamental en el ámbito psicológico y educativo, identificar estrategias que promuevan el uso de HRC y el aprendizaje de las ciencias, en donde los museos de ciencia se convierten en experiencias educativas muy valiosas (Morentin y Guisasola, 2014).

Teniendo en cuenta que los museos son espacios de aprendizaje que a través de las interacciones y de la exploración pueden potenciar el uso de HRC desde edades tempranas, se llevó a cabo una revisión sistemática cuyo objetivo consistió en analizar cómo las características metodológicas reportadas en estudios empíricos realizados en museos de ciencias evocan el uso de habilidades de razonamiento científico en niños visitantes.

## Metodología

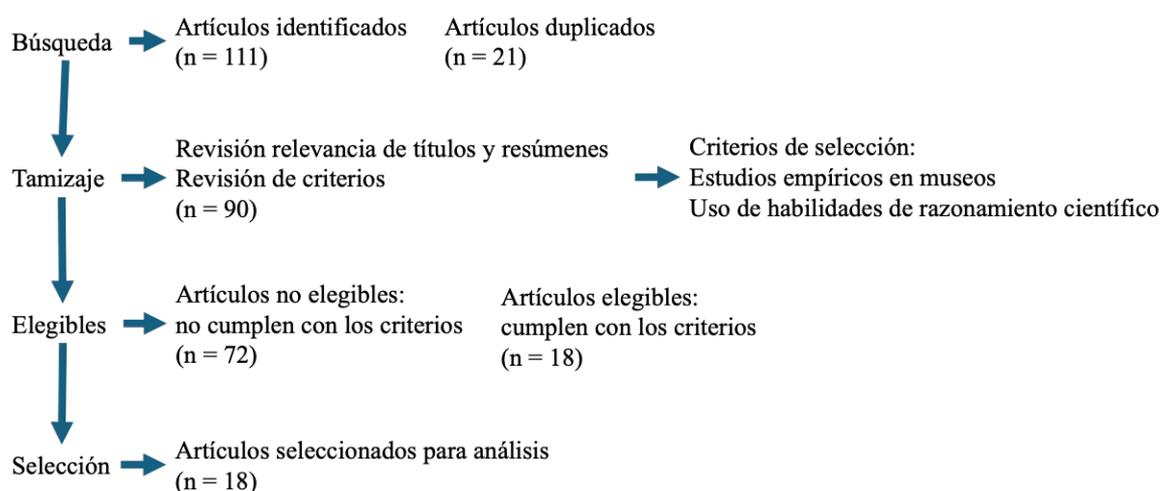
La revisión sistemática es de tipo exploratoria y descriptiva. Los criterios de revisión consistieron en búsqueda de artículos en el periodo de 2013 a 2023 a través de las plataformas de bases de datos EBSCOhost (Academic Search Ultimate, Physiology and Behavioral Sciences, y APA PsycArticles) y Web of Science (WoS) (Grants Index, KCI-Korean Journal Database, Preprint Citation Index, ProQuest Dissertations & Theses Citation Index, y SciELO Citation Index). La ecuación utilizada para la búsqueda fue la siguiente: *science museum AND scientific*. Como resultado, se identificaron 111 publicaciones, de las cuales 21 eran duplicadas y se eliminaron de los resultados. Como resultado quedaron 90 publicaciones para revisión. Los criterios de inclusión y exclusión se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y de exclusión para la revisión sistemática de la literatura.

Criterios	Inclusión	Exclusión
1. Tipo de texto	Texto completo en PDF	DOC, HTML, PPTX, EPUB.
2. Tipo de fuente	Publicaciones arbitradas	Publicaciones no arbitradas
3. Fecha de publicación	Artículos empíricos en el periodo 2013 – 2023.	Artículos empíricos que están fuera del periodo 2013 – 2023.
4. Variables de selección	Estudios empíricos, en el cual se mencione el uso de habilidades de razonamiento científico, que sea con población infantil y en museos.	Estudios teóricos, revisiones sistemáticas, libros, capítulos de libros, reflexiones educativas, libros de actas de congresos, etc.

### Proceso de selección de la literatura

La selección de los artículos se llevó a cabo en cuatro etapas. La primera etapa consistió en una *búsqueda* exhaustiva de artículos en las bases de datos seleccionadas. En la segunda etapa, se realizó un *tamizaje* para evaluar la relevancia de los títulos, los resúmenes y los criterios de inclusión y exclusión. La tercera etapa implicó la identificación de los artículos *elegibles*. Finalmente, en la cuarta etapa, se realizó la *selección* de los artículos para su análisis a profundidad (Figura 1).

**Figura 1.** Proceso de selección de artículos para la revisión de la literatura.

### Criterios de análisis para los artículos seleccionados

Para el análisis de los artículos, se establecieron tres categorías para dar cuenta del uso de HRC en museos de ciencia. Estas categorías se centraron en identificar aspectos en los estudios revisados tales como: 1) Las metodologías (ej. diseños e instrumentos de recolección de información), 2) Tareas o situación de exhibición en los museos de ciencia y 3) HRC evocadas en cada uno los artículos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Criterios de revisión y análisis propuestas para los artículos seleccionados

Criterios de revisión	Definición	Indicadores
1. Enfoques metodológicos	Describe el enfoque metodológico del proceso investigativo. Plantea un diseño de investigación. Propone instrumentos de recolección de información.	Metodología cuantitativa, cualitativa o mixta. Tipos de diseño de la investigación: descriptivos, correlacionales, experimentales, etc. Población de estudio: Niños preescolares, niños de edades entre 3 y 11 años. Tipos de instrumentos de recolección de información: fotos, videos, encuestas, entrevistas, etc.
2. Tareas o situaciones de exhibición en museos de ciencia.	Plantea situaciones o tareas propias o no propias de los museos. Plantea instrumentos de recolección de información que exigen el uso de HRC. Plantea categorías de análisis de las tareas o situaciones de los museos.	Tareas de cognición, de resolución de problemas, de indagación, etc. Categoría de análisis como, por ejemplo, razonamiento científico, transferencia, aprendizaje, etc.
3. Habilidades de razonamiento científico que son evocadas en los estudios	Se propone el uso o análisis de HRC durante el proceso metodológico de los estudios.	Tipos de HRC: predecir, experimentar, explicar, deducir, etc.

## Resultados y discusión

En este apartado, se presenta la caracterización de los 18 artículos seleccionados para la revisión, los cuales serán referidos como “Casos” (Tabla 3). Los resultados serán presentados en tres secciones: En la *primera* sección, se realiza un balance de los estudios en museos de ciencia, desglosando la información por país, año donde se desarrollaron los estudios y redes de coocurrencia de palabras de los resúmenes de cada estudio para caracterizar sus énfasis. En la *segunda* sección, se identifica la metodología empleada en los estudios, específicamente se indican los tipos de diseños e instrumentos de recolección de información que fueron empleados. En la *tercera* sección, se analiza el uso de HRC que evocan los estudios en museos de ciencia, a partir de las tareas o situaciones que se emplearon en las investigaciones.

**Tabla 3.** Listados de artículos seleccionados.

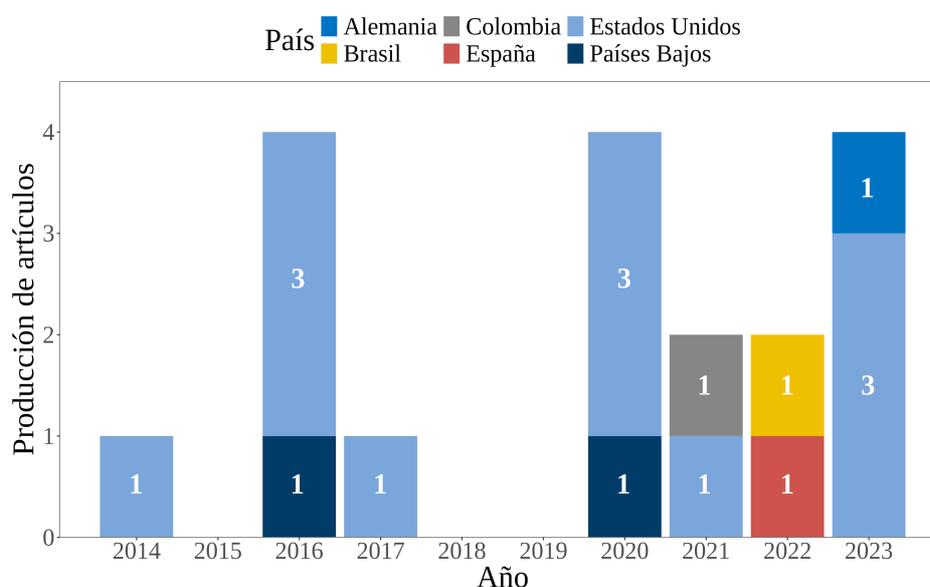
Caso	Citas	Nombre de los artículos
1	Vandermaas-Peeler et al. (2016).	Parent Guidance of Young Children’s Scientific and Mathematical Reasoning in a Science Museum
2	Alzate y Guevara (2021)	La indagación como herramienta de enseñanza en el museo de ciencias naturales: Un estudio de caso acerca del fortalecimiento de las prácticas de guía
3	Brockbank et al. (2023)	Ask me why, don’t tell me why: Asking children for explanations facilitates relational thinking
4	Marcus et al. (2021)	Advancing opportunities for children’s informal STEM learning transfer through parent–child narrative reflection
5	Callanan, Legare et al. (2019)	I Exploration, Explanation, and Parent–Child Interaction in Museums
6	Booth et al. (2020)	Parents’ Causal Talk: Links to Children’s Causal Stance and Emerging Scientific Literacy
7	Mulvey et al. (2020)	Interest and learning in informal science learning sites: Differences in experiences with different types of educators
8	Hartweg (2016)	Factors influencing planetarium educator teaching methods at a science museum

**Tabla 3 (continuación).**

Caso	Citas	Nombre de los artículos
9	Colantonio et al. (2023)	Seeing the Error in My “Bayes”: A Quantified Degree of Belief Change Correlates with Children’s Pupillary Surprise Responses Following Explicit Predictions
10	Tscholl y Lindgren (2014)	Empowering Digital Interactions with Real World Conversation
11	Roldán-Zafra y Pe- rea (2022)	Math Learning in a Science Museum—Proposal for a Workshop Design Based on STEAM Strategy to Learn Mathematics. The Case of the Cryptography Workshop
12	Callanan, Castañeda et al. (2017)	Family Science Talk in Museums: Predicting Children's Engagement From Variations in Talk and Activity
13	Kleinhans et al. (2016)	Moon, Mars and Mundus: primary school children discover the nature and science of planet Earth from experimentation and extra-terrestrial perspectives
14	Plummer y Ricketts (2023)	Preschool-age children's early steps towards evidence-based explanations and modelling practices
15	Massarani et al. (2022)	Is there room for science at aquariums? An analysis of family conversations and interactions during visits to AquaRio, Rio de Janeiro, Brazil
16	Land-Zandstra et al. (2020)	Reasoning about Objects in a Natural History Museum: The Effect of Complexity of Questions on Object Labels
17	Su et al. (2023)	Understanding museum visitors’ question-asking through a mobile app.
18	Horn et al. (2016)	Visualizing biological data in museums: Visitor learning with an interactive tree of life exhibit

### Caracterización de los estudios en museos de ciencia: Países de filiación y aspectos clave de los resúmenes

Los estudios seleccionados se organizaron según el año de publicación, los países de afiliación y aspectos claves de los resúmenes. El análisis de los 18 artículos reveló que hay un incremento anual de publicaciones que se han realizado en museos de ciencia, entre los años 2013 al 2023. En la Figura 2 Estados Unidos destaca como el país líder con mayor producción científica en este campo, con 12 estudios. Luego se encuentran los Países Bajos con 2 estudios y en menor proporción se encuentra países como Colombia, Brasil, Alemania y España, cada uno con un estudio. Estos resultados destacan la predominancia de estudios producidos en Estados Unidos y Europa reflejando un avance significativo en los estudios en museos de ciencia en comparación con América Latina.

**Figura 2.** Producción científica por año y país de afiliación.



## **Análisis de los abordajes metodológicos de estudios en museos de ciencia**

Teniendo en cuenta las características metodológicas de los estudios en museos de ciencia, la Tabla 4 muestra que casi en una misma proporción se utiliza el enfoque *metodológico cualitativo* (8 estudios, 44%) y el enfoque *metodológico cuantitativo* (8 estudios, 44%). En menor proporción se encuentran estudios con enfoque *metodológico mixto* (2 estudios, 11%). En cuanto a los diseños experimentales en los museos de ciencia pueden involucrar la evaluación del aprendizaje a través de diferentes enfoques metodológicos (cuantitativo, cualitativo o mixto). Estos enfoques buscan entender cómo los visitantes construyen conocimiento científico y cómo las propuestas museísticas pueden influir en este proceso.

Aunque es de conocimiento general que cada enfoque metodológico tiene su valor, es fundamental evaluar las posibilidades de cada metodología en los procesos científicos, respetando sus contribuciones particulares (Sánchez, 2015). En este sentido, adoptar una metodología mixta puede facilitar la comprensión de la complejidad de un caso, dado que ambas partes se alinean con la misma lógica inferencial de la investigación. Eickelmann y Burzan (2023) destacan que los estudios en museos pueden resultar particularmente productivos bajo enfoques mixtos y multimodales, ya que estos enfoques ofrecen perspectivas más amplias sobre las relaciones presentes, así como sobre las configuraciones y especificaciones de una exposición o experiencia museística.

En relación con los *diseños de investigación* empleados en los estudios de museos de ciencia, se observó que los diseños experimentales (9 estudios, 50%) y descriptivos (3 estudios, 17%) fueron los más utilizados, en comparación con los diseños pre-post (1 estudio, 5.6%), estudios de caso (2 estudios, 11%) y diseños correlacionales (2 estudios, 11%), que presentaron una menor proporción. Esto indica que los diseños experimentales son comunes en los estudios de museos de ciencia seleccionados, ya que permiten la introducción de situaciones o tareas experimentales en el espacio del museo, lo que facilita a los investigadores un mayor control sobre las variables durante la experimentación. Esta preferencia por ciertos diseños de investigación e instrumentos de recolección puede atribuirse a las dificultades metodológicas que enfrentan los investigadores en entornos museísticos, donde es crucial mantener un control experimental sin afectar el comportamiento de los visitantes (Cuesta et al., 2000).

En cuanto al uso de *instrumentos de recolección de datos*, se identifican diversas herramientas, como videograbaciones, rejillas de observación, encuestas, entrevistas, baterías de cognición, etc. (Tabla 4). Las videograbaciones son el instrumento común en todos los casos de estudio, ya que permiten documentar interacciones y conversaciones (Casos 1, 2, 6, 7, 8, 12, 14, 15 y 16), así como desempeños (Casos 1, 4, 5, 12, 13, 16, 17 y 18) en diferentes contextos dentro de los museos de ciencia. Otros instrumentos de recolección de información, como las baterías de cognición (Caso 6), las aplicaciones tecnológicas (Casos 17 y 18) y los seguimientos oculares (Caso 9), están más alineados con intereses específicos de ciertas investigaciones.

**Tabla 4.** Características metodológicas de los estudios en museos de ciencia.

Metodologías	Porcentaje de estudios	Diseños de investigación	Instrumentos de recolección de datos
Cuantitativa	44% (n= 8)	Experimental (6) Correlacional (2)	Videograbaciones, rejilla de observaciones, encuestas, entrevista, batería de cognición, Cámara de seguimiento ocular y registros de aplicación móvil. Tareas de resolución de problemas y situaciones de exhibición.
Cualitativa	44% (n= 8)	Experimental (2) Observacional (1) Descriptivo (3) Estudio de caso (2)	Videograbaciones, encuestas y entrevistas. Tareas de resolución de problemas y situaciones de exhibición del museo.
Mixta	1% (n= 2)	Pre y post (1) Experimental (1)	Videograbaciones y entrevistas. Tareas de resolución de problemas y situaciones de exhibición del museo.

En cuanto a las HRC, en algunos casos los investigadores realizan encuestas o entrevistas que permiten recopilar información sobre conocimientos científicos y/o habilidades de razonamiento (científico, matemático, geométrico). Adicionalmente, se observa una tendencia hacia la integración de aplicaciones tecnológicas, las cuales permiten recoger información sobre conocimientos científicos, desempeños de los visitantes y/o preguntas que tengan sobre las exhibiciones, como se ilustra en los casos 17 y 18 de este estudio. En este contexto, Pineda et al. (2023) destacan que el uso de tecnologías en la experiencia museística puede despertar el interés de los visitantes, enriqueciendo su experiencia y potenciando tanto la curiosidad científica como la creatividad.

Sobre el tipo de *abordajes metodológicos* para el análisis de datos, se encuentra que los estudios revisados suelen en su mayoría tener un corte transversal (83%, n=15) (con visitantes que llegan diariamente a los museos), y muy pocos longitudinales (17%, n=3). A este respecto, Gutiérrez (2005) plantea que los estudios clásicos, especialmente en el campo del desarrollo cognitivo se han centrado en ver *estados*, con medidas puntuales aún en estudios longitudinales. Sin embargo, se destaca dentro de la revisión, el estudio (caso 2) de Alzate y Guevara (2021), en el cual se propone un diseño Microgenético (mediciones repetidas), para dar cuenta del proceso de cambio en el tiempo de las prácticas de guianza, así como las verbalizaciones de los niños visitantes en función de sus HRC: descripciones, predicciones y explicaciones.

Lo anterior, resalta la importancia de acercarse a los procesos de aprendizaje y a las interacciones dinámicas que surgen en el museo, como las que se producen entre guías, niños y exhibiciones. De acuerdo con Guevara et al. (2016), el seguimiento temporal y dinámico de las interacciones ante situaciones novedosas como lo es una situación problema permite explorar los cambios y la articulación entre el tipo de interacción social entre pares y el uso de las HRC del aprendiz en el entorno en el que interactúa.

En cuanto a los *participantes*, según la Tabla 5, se encuentra que muchos de los estudios examinan el involucramiento de las familias en los desempeños y explicaciones de los niños durante su visita al museo. En algunos casos se analizan los guías del museo en interacción con los niños, en otros casos, solo se analizan los desempeños y las explicaciones visitantes (niños y/o adolescentes). Como resultado del tipo de *instrumentos de recolección*, se identificó que solo 6 estudios (33.3%) emplearon tareas de resolución de problemas en las exhibiciones que eran propias de los museos de ciencia. Es decir, que la mayoría de los estudios emplearon tareas de resolución de problemas en las exhibiciones que no eran propias de los museos (12 estudios restantes, 66.7%), debido a que el museo es toma-

do en cuenta como un escenario de fondo que permite acceder a población cautiva, más que ocupar un eje central en el propósito de estudio. En consecuencia, los diseños de investigación llevados a cabo en museos de ciencia pueden cobrar diferentes sentidos:

*Museo como ambiente directo de aprendizaje no formal:* Corresponde a estudios en los cuales los elementos y las relaciones analizadas cobran sentido para los procesos de aprendizaje a partir del uso y análisis del mismo espacio museal.

*Museo como contexto o ambiente de fondo para las investigaciones:* Corresponde a estudios en los que los museos de ciencia son un lugar propicio para captar participantes y llevar a cabo un estudio en temas de ciencia.

Lo anterior permite entender que la investigación en los museos de ciencia no se limita a considerar el "museo como un ambiente formal de aprendizaje". Según Guisasola y Morentín (2007), uno de los elementos clave para el éxito de los museos de ciencia es su capacidad para fomentar interacciones sociales, aprendizaje colaborativo y ofrecer una amplia variedad de temas y situaciones que los visitantes pueden explorar, ya sea por interés exploratorio, lúdico o educativo. Sin embargo, muchos estudios no toman en cuenta estos aspectos y utilizan el museo simplemente como un escenario que facilita el acceso a una población cautiva dispuesta a participar en sus investigaciones, sin considerar las características del museo como un ambiente no formal de aprendizaje.

**Tabla 5.** Relación de tareas /situaciones empleadas de los estudios en los museos de ciencia y las habilidades de razonamiento científico

Caso	Muestra	Tipo de tarea o exhibición	Propias del museo	Categorías de análisis	Habilidades de razonamiento científico
1	N= 23 familias, Niños de 4 a 6 años	Tarea sobre principio de conservación de volumen	No	1. Orientación del razonamiento científico 2. Charla sobre matemáticas 3. Compromiso social	Predecir y explicar
2	N= 4 guías y 1135 niños de 5 a 13 años	Cuestionario Videofeedback y Talleres para docentes	Sí	1. Características del perfil de las prácticas de guía. 2. Tipo de preguntas formuladas por los guías. 3. Verbalizaciones de los niños visitantes.	Describir, predecir y explicar causalmente
3	N= 46 Niños de 5 y 6 años	Tarea Match to Sample (RMTS)	No	Cuatro categorías amplias: 1. Centrado en el objeto; 2. Relación centrada; 3. Otros; 4. No hay explicaciones.	Explicar causalmente
4	n= 63 Niños de 4 a 9 años	1. Actividad constructiva en el museo 2. Actividad experimental manipulación—foto 3. Actividad de construcción en el hogar. Encuesta sobre transferencia	No	Contenido STEM: 1. Proceso científico 2. Tecnología 3. Ingeniería 4. Matemáticas	Planificar y comprobación de hipótesis

**Tabla 5. (continuación).**

<b>Caso</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tipo de tarea o exhibición</b>	<b>Propias del museo</b>	<b>Categorías de análisis</b>	<b>Habilidades de razonamiento científico</b>
5	n= 325 Niños de 3 a 7 años	Exhibición de engranajes	Si	Pensamiento causal y acciones en las exhibiciones: 1. Exploración Sistemática (el acto de generar causalidad) 2. Conducta Resuelta (resolver exitosamente los intentos debido a la naturaleza de la exhibición). 3. Comportamiento exploratorio de los niños.	Explorar y explicar
6	n= 153 Diadas de niños de 3 a 6 años	Evaluación en el NIH-ECB, que consta del Vocabulario en Imágenes. Flanker, Dimensional y Cambiar tipo de tarjeta y subpruebas de memoria de secuencia de imágenes	No	Alfabetización e intereses científicos	Explicaciones causales
7	n= 2163 Visitantes entre 5 a 18 años	Encuesta de percepción y aprendizaje	No	1. Interés de tema científico. 2. Percepción de cuanto recordaban de la exposición	Explicaciones
8	n= 3 Guías y 26 niños estudiantes (no reporta edad)	Observaciones en actividades del planetario y Encuesta sobre métodos de enseñanza	No	1. Métodos de enseñanza 2. Temas de ciencia 3. Experiencia en el museo	Explicaciones, observación y predicción
9	n= 94 Niños de 6 a 9 años	Experimento sobre flotabilidad	No	Simulaciones del modelo bayesiano para estimar las mediciones de dilatación de la pupila. Ensayo de las predicciones sorpresa bayesianas ensayo por ensayo para niños individuales.	Predecir
10	Niños visitantes (n= no se reporta)	Exhibición tareas sobre gravedad	Si	La unidad de análisis “expresión distinta pronunciada por los participantes”. Actos conversacionales en los que los padres: 1. dirigieron la atención de los niños hacia objetos o datos 2. proporcionaron explicaciones y conocimientos 3. formularon preguntas de por qué	Planificar

**Tabla 5. (continuación)**

Caso	Muestra	Tipo de tarea o exhibición	Propias del museo	Categorías de análisis	Habilidades de razonamiento científico
11	Estudiantes y público en general / (n= no reporta)	Talleres basados en el modelo de aprendizaje de matemáticas de van Hiele y la estrategia STEAM	No	1. Taller de ciencia en el museo 2. Proyecto STEM 3. Aprendizaje de las matemáticas según el modelo Van Hiele.	Observación, análisis y deducción
12	n= 83 familias de niños de 3 a 11 años	Tarea de resolución de problemas sobre el objeto misterioso – Fósil	Sí	Se tuvo en cuenta de las conversaciones, las preguntas de pensamiento crítico, ciencia, explicaciones y solicitudes de explicaciones científicas, charlas sobre evidencia y charlas sobre conexiones personales.	observar, explicar o hacer inferencias
13	Niños de 6 a 12 años y adolescentes 12 a 14 años (n= no se reporta)	Tarea de resolución de problema sobre el planeta tierra y el sistema solar	No	Categorías de aprendizaje de los niños: 1. capacidad para formular preguntas causales 2. utilizar el lenguaje técnico de la ciencia planetaria 3. Desarrollar habilidades científicas básicas	Investigación de acción científica: Observación y análisis sistemático de un problema
14	Niños 3 a 5 años / (n= no se reporta)	Juegos guiados sobre fenómenos astronómicos – el planeta tierra y el sistema solar	Sí	Marco analítico de: 1. Prácticas científicas de niños 2. Categorías de gestos	Prácticas de explicación y modelado basados en la evidencia durante los programas de un museo
15	n= 17 Familias visitantes	Entrevista efectos biológicos	No	Entrevistas: Perfil de familias visitantes – Método de la cámara subjetiva	Elaboración de explicaciones sobre efectos biológicos
16	n= 76 Familias con niños	Tarea de exhibición con huevo de dinosaurio fosilizado y una etiqueta de texto con diferentes niveles de complejidad en la pregunta	Sí	Conversaciones de familia	Ser capaz de hacer preguntas investigables y de evaluar evidencia
17	Niños 5 y 12 años y Adultos 26 a 45 años / (n= no se reporta)	Aplicación digital Dr. D.	No	Uso de preguntas de la aplicación que tenían dos componentes: 1. un “científico virtual” 2. Portal de análisis para ser explorado	Hacer preguntas que involucren inferencias, razonamiento de varios pasos, evaluación crítica

Tabla 5. (continuación)

Caso	Muestra	Tipo de tarea o exhibición	Propias del museo	Categorías de análisis	Habilidades de razonamiento científico
18	n= 248 niños de 8 a 15	Tarea experimental con exhibición en mesa y videos. Software de la exhibición controló las transiciones de la aplicación Deep TreE y Flo Tree	Sí	Interacción con la exhibición de mesa o visualización del video. Participación en entrevistas individuales para evaluar la comprensión de conceptos relacionados con el origen común, el árbol de la vida y la evolución.	Exploración y explicaciones sobre la comprensión de conceptos

### Evidencia del uso de HRC en estudios en museos de ciencia

En relación con el uso de HRC, se identificaron tres enfoques teóricos que guían el análisis de los estudios seleccionados: 1) *desarrollo cognitivo*, centrado en los procesos de desarrollo de habilidades; 2) *procesos de aprendizaje*, que se refiere a la adquisición de conocimientos; y 3) *procesos de instrucción*, que abordan estrategias pedagógicas y educativas diseñadas para fortalecer los procesos educativos.

La Tabla 6 presenta las características de los estudios en función de los enfoques teóricos y el análisis de las HRC. Se observa que la mayoría de los estudios adopta un enfoque teórico de desarrollo cognitivo, abarcando 11 estudios (61.1%). Le sigue el enfoque teórico de procesos de aprendizaje, utilizado en 6 estudios (33.3%), y, por último, el enfoque centrado en procesos de instrucción, que aparece en 3 estudios (16.7%). Algunos estudios combinan dos enfoques teóricos simultáneamente, como se indica en los casos marcados con asterisco (\*) en la Tabla 6.

En cuanto a las HRC que eran evocadas en los estudios, se observa una notable recurrencia en habilidades como las *explicaciones causales* que están presentes en los Casos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 14 y 15, las *predicciones* que están presentes en los Casos 1, 2, 8 y 9, las *inferencias* que están presente en los Casos 12 y 17, “la planificación” está presente en los Casos 4 y 10, la *evaluación de evidencia* presente en los Casos 14 y 16, la *deducción* presente en el Caso 11 y las *descripciones* presentes en el Caso 2. De acuerdo con estos resultados, la *explicación causal* es la HRC más recurrente. Crowley et al. (2001) argumentan que estas “explicaciones causales” emergen a partir de la relación que establecen los niños entre sus ideas previas, las interacciones sociales y la exploración con las exhibiciones en los museos.

Para cada uno de los Casos mencionados, se puede identificar como el enfoque teórico da sentido al uso de HRC. Por ejemplo, desde el enfoque del *desarrollo cognitivo*, el Caso 1, plantea el estudio de las *explicaciones* y la *predicciones* de los niños mientras interactúan en una situación de resolución de problemas en una exhibición de un museo. Mientras que, desde los *procesos de aprendizaje*, los Casos 4 plantean el uso de habilidades como la *planificación*, la *comprobación de hipótesis* y las *explicaciones causales* en el contexto de la interacción de los niños en museos. Por otro lado, desde los *procesos de instrucción*, en los Casos 8 y 11 plantea el uso de habilidades como *explicaciones causales*, *predicción*, *deducción* y *análisis* desde las estrategias de los guías y padres de familia durante la interacción con los niños en los museos (Tabla 6).

**Tabla 6.** Enfoques teóricos para el análisis de habilidades de razonamiento científico.

Enfoques teóricos	Habilidades de razonamiento científico	Unidad de análisis de los estudios	Casos
Desarrollo cognitivo	Explicaciones causales	Interacciones entre niños y familia al explorar las exhibiciones	3, 5 y 15
	Predicción y explicaciones causales	Características de prácticas de guianza y explicaciones de los niños durante el recorrido por el museo.	1
	Predicción	Desarrollo inferencia humana.	9
	Planificar	Interacciones entre familia al explorar la exhibición.	10
	Observar, comparar, explicaciones causales, inferencias	Interacciones entre familia al explorar la exhibición.	12
	Inferencia	Desempeños visitantes en exhibiciones del museo.	17
	Evaluación de evidencia	Interacciones entre familia al explorar la exhibición.	16
	Describir, predecir y explicar causalmente	Interacciones guía – niño en el museo.	*2
	Explicaciones causales y modelos de evidencia	Interacciones guía – niño en el museo.	14
Procesos de aprendizaje	Planificación y comprobación de hipótesis	Transferencia de conocimientos científicos.	4
	Explicaciones causales	Alfabetización científica.	6
	Explicaciones causales	Aprendizaje percibido.	7
	Observación y análisis de un problema	Educación científica en escuelas, universidades y museos de ciencia.	13
	Explicaciones	Apropiación conceptual en interacción de niños con exhibición “árbol de la vida”.	18
Procesos de instrucción	Deducir	Niños que aprenden matemáticas a partir de la enseñanza con talleres van Hiele.	*11
	Explicaciones causales, observación, y predicción	Estrategias de enseñanza de los guías al interactuar con los niños en el museo.	8
	Deducir	Niños que aprenden matemáticas a partir de la enseñanza con talleres van Hiele.	*11
	Describir, predecir y explicar causalmente	Interacciones guía – niño en el museo.	*2

En términos generales, se puede inferir que las HRC no constituyen el enfoque principal ni el objeto de estudio en todos los artículos analizados; sin embargo, se presentan como un aspecto clave en el desarrollo y aprendizaje de los niños visitantes del museo. Esto significa que las HRC se investigan como un interés particular, ya sea desde la perspectiva de la psicología del desarrollo o en el marco de los procesos educativos. En este sentido, se podría considerar que los ambientes informales de aprendizaje, como los museos de ciencia, tienen el potencial de promover y potenciar su uso a través de una instrucción adecuada y un acompañamiento efectivo para el aprendizaje (Haden, 2010).

## Conclusiones

De acuerdo con el objetivo de esta revisión sistemática, que consistió en *analizar cómo las características metodológicas reportadas en estudios realizados en museos de ciencia evocan el uso de habilidades de razonamiento científico en niños en edad escolar*, se identificaron los enfoques metodológicos más representativos. Estos fueron predominantemente cualitativos y cuantitativos, presentando escasamente estudios con enfoque mixto, que pue-

den ser más amplios a la hora de comprender las experiencias de aprendizaje en los museos de ciencia.

Los diseños de investigación propuestos en los estudios en museos de ciencia se mueven en dos sentidos, como ambientes directos de aprendizaje no formal y otros como contextos o ambientes para las investigaciones. Es decir, que no necesariamente un estudio en un museo de ciencia está teniendo como base los elementos que cobran sentido para el proceso de desarrollo, de aprendizaje o de enseñanza, sino que pueden ser los ambientes propicios para que visitantes participen en diferentes estudios.

En cuanto a las HRC se logró consolidar que las más frecuentes en su uso en los estudios en museos de ciencia son: explicaciones causales, predicción, inferencias, planificación y evaluación de evidencia. Estas, son evocadas para estudiarse en sí mismas desde el desarrollo del razonamiento científico, pero también, son tenidas en cuenta en procesos que están relacionados con el aprendizaje, la apropiación de conocimiento científico y los procesos educativos. Resultando como tal, tres enfoques teóricos para comprender el uso de habilidades de razonamiento científicos, estos son: el desarrollo cognitivo, los procesos de aprendizaje y los procesos de instrucción.

A modo general, es fundamental reconocer la importancia del uso de HRC en los estudios realizados en museos. Estas habilidades fomentan la participación de los visitantes en procesos cognitivos, los cuales son cruciales para el aprendizaje y la enseñanza. Esto, puede permitir que los educadores diseñen estrategias y materiales didácticos más efectivos, en el cual se exploren diversas posibilidades pedagógicas, tales como: promover interacciones sociales, plantear situaciones de resolución de problemas, fomentar la indagación, facilitar la apropiación de conocimientos, estimular la transferencia de aprendizajes, contribuir a la alfabetización científica. De tal manera, se concluye que, el uso de HRC en los museos de ciencia no solo aborda el desarrollo cognitivo de los visitantes, sino que también impacta en el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

## Limitaciones y recomendaciones

Una de las limitaciones de esta revisión sistemática está relacionada a la poca generalización de los datos. Sin embargo, esto se debe al reducido número de estudios que dan cuenta del uso de HRC en museos de ciencia. Esto señala una brecha investigativa para estudios futuros. Se recomienda que nuevas revisiones incluyan más bases de datos para explorar si esta tendencia cambia.

## Referencias bibliográficas

- Abenza-Bernal, E. y Robles-Moral, F. J. (2022). Los museos de ciencias como recurso didáctico para la educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 42, 65-80. <https://doi.org/10.7203/dces.42.19126>
- Alzate, M. A. y Guevara, M. (2021). La indagación como herramienta de enseñanza en el museo de ciencias naturales: Un estudio de caso acerca del fortalecimiento de las prácticas de guianza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3103. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3103](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3103)
- Anderson, D., Piscitelli, B., Weier, K., Everett, M.C., y Tayler, C. (2002). Children's Museum Experiences: Identifying Powerful Mediators of Learning. *Curator: The Museum Journal*, 45, 213-231.

- Attisano, E., Nancekivell, S. E., Tran, S. y Denison, S. (2022). So, what is it? Examining parent-child interactions while talking about artifacts in a museum. *Early Childhood Research Quarterly*, 60, 187-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2022.01.003>
- Bae, J., Shavlik, M., Shatrowsky, C. E., Haden, C. A. y Booth, A. E. (2023). Predicting grade school scientific literacy from aspects of the early home science environment. *Frontiers in Psychology*, 14, 1113196. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1113196>
- Barnett, S. M., y Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612-637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>
- Benjamin, N., Haden, C. A. y Wilkerson, E. (2010). Enhancing building, conversation, and learning through caregiver-child interactions in a children's museum. *Developmental Psychology*, 46(2), 502-515. <https://doi.org/10.1037/a0017822>
- Booth, A. E., Shavlik, M. y Haden, C. A. (2020). Parents' causal talk: Links to children's causal stance and emerging scientific literacy. *Developmental Psychology*, 56(11), 2055-2064. <https://doi.org/10.1037/dev0001108>
- Brockbank, E., Lombrozo, T., Gopnik, A. y Walker, C. M. (2023). Ask me why, don't tell me why: Asking children for explanations facilitates relational thinking. *Developmental Science*, 26(1), e13274. <https://doi.org/10.1111/desc.13274>
- Callanan, M. A. (2012). Conducting Cognitive Developmental Research in Museums: Theoretical Issues and Practical Considerations. *Journal of Cognition and Development*, 13(2), 137-151. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.666730>
- Callanan, M. A. y Jipson, J. L. (2001). Explanatory conversations and young children's developing scientific literacy. In K. Crowley, C. D. Schunn, & T. Okada (Eds.), *Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings* (pp. 21-49). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Callanan, M. A., Castañeda, C. L., Luce, M. R. y Martin, J. L. (2017). Family Science Talk in Museums: Predicting Children's Engagement From Variations in Talk and Activity. *Child Development*, 88, 1492-1504. <https://doi.org/10.1111/cdev.12886>
- Callanan, M. A., Legare, C. H., Sobel, D. M., Jaeger, G. J., Letourneau, S., McHugh, S. R., et al. (2019). Exploration, Explanation, and Parent-Child Interaction in Museums. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 85(1), 7-137.
- Colantonio, J., Bascandziev I., Theobald M., Brod, G. y Bonawitz E. (2023). Seeing the Error in My "Bayes": A Quantified Degree of Belief Change Correlates with Children's Pupillary Surprise Responses Following Explicit Predictions. *Entropy*, 25(2), 211. <https://doi.org/10.3390/e25020211>
- Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R. y Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258-261. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00347>
- Cuesta, M., Palacios, M., Echevarría, I., Morentin, M. y Abad, C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 26, 21-28.
- Dawson, E. (2014). "Not Designed for Us": How Science Museums and Science Centers Socially Exclude Low-Income, Minority Ethnic Groups. *Science Education*, 98(6), 981-1008. <https://doi.org/10.1002/sce.21133>

- Eickelmann, J. y Burzan, N. (2023). Challenges of Multimethod and Mixed Methods Designs in Museum Research. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 24(1). <https://doi.org/10.17169/fqs-24.1.3988>
- Falk, J. H. y Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Gaskins, S. (2008). Designing exhibitions to support families' cultural understandings. *Exhibitionist*, 27, 11-19.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L. y Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549. <https://doi.org/10.1080/09500690116971>
- Gopnik, A. y Wellman, H. M. (1994). The theory theory. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 257-293). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511752902.011>
- Guevara, M., van Dijk, M. y van Geert, P. (2016) Microdevelopment of peer interactions and scientific reasoning in young children. *Infancia y Aprendizaje*, 39(4), 727-771.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de Ciencias en el aprendizaje de las Ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 401-414.
- Gutiérrez, M. F. (2005). Explicación psicogenética del conocimiento: La teoría Piagetiana. En F.M. Gutiérrez (Ed.), *Teorías del desarrollo cognitivo*, 3, 60-85.
- Haden, C. (2010). Talking About Science in Museums. *Child Development Perspectives*, 4, 62-67. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00119.x>
- Hartweg, Beau. (2016). Factors influencing planetarium educator teaching methods at a science museum. *Planetarian*, 45, 20-29.
- Horn, M. S., Phillips, B. C., Evans, E. M., Block, F., Diamond, J. y Shen, C. (2016). Visualizing biological data in museums: Visitor learning with an interactive tree of life exhibit. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 895-918. <https://doi.org/10.1002/tea.21318>
- Huerta, L. y Cohen-Pantoja, G. (2018). A cognitive approach to the museography of an interactive science museum: a worked example. *Journal of Physics. Conference Series*, 1043, 012054. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1043/1/012054>
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más Allá de la Modularidad*. Madrid:Alianza Editorial.
- Kleinhans, M. G., Verkade, A. J., van Wessel, T., Bastings, M. A. S., Marra, W. A., van Gog, T., Van Westrenen, W. y Reichwein, W. (2016). Moon, Mars and Mundus: primary school children discover the nature and science of planet Earth from experimentation and extra-terrestrial perspectives. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie En Mijnbouw*, 95(2), 203-214. <https://doi.org/10.1017/njg.2015.2>
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96(4), 674-689. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.674>

- Land-Zandstra, A. M., Hoefakker, K. y Damsma, W. (2020). Reasoning about Objects in a Natural History Museum: The Effect of Complexity of Questions on Object Labels. *Visitor Studies*, 23(2), 218–236. <https://doi.org/10.1080/10645578.2020.1781485>
- Legare, C. H. (2019). The Development of Cumulative Cultural Learning. *Annual Review of Developmental Psychology*, 1, 119-147. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-084848>
- Marcus, M., Haden, C. A. y Uttal, D. H. (2018). Promoting children's learning and transfer across informal science, technology, engineering, and mathematics learning experiences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 175, 80-95. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.06.003>
- Marcus, M., Tōugu, P., Haden, C. A. y Uttal, D. H. (2021). Advancing opportunities for children's informal STEM learning transfer through parent-child narrative reflection. *Child Development*, 92(5), e1075-e1084. <https://doi.org/10.1111/cdev.13641>
- Massarani, L. Ibanes, B., Magalhães, J., Scalfi, G., Kauano, R. y Bizerra, A. (2022). Is there room for science at aquariums? An analysis of family conversations and interactions during visits to AquaRio, Rio de Janeiro, Brazil. *Science Education*, 106,1605-1630. <https://doi.org/10.1002/sc.21764>
- Miller, P. H. (2010). Piaget's Theory: Past, Present, and Future. In U. Goswami, (Ed.), *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 649-672). Malden, MA: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444325485.ch25>
- Morentin P. M. y Guisasola A. J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 364-380. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2014.v11.i3.07](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.07)
- Mulvey, K. L., McGuire, L., Hoffman, A., Goff, E., Rutland, A., Winterbottom, M., Balkwill, F., Irvin, M. J., Fields, G. E., Burns, K., Drews, M., Law, F., Joy, A. y Hartstone-Rose, A. (2020). Interest and learning in informal science learning sites: Differences in experiences with different types of educators. *PLOS ONE*, 15(7), e0236279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236279>
- Pattison, S. A. y Dierking, L. D. (2013). Staff-Mediated Learning in Museums: A Social Interaction Perspective. *Visitor Studies*, 16(2), 117-143. <https://doi.org/10.1080/10645578.2013.767731>
- Pineda Caro, D. Y., Torres Merchán, N. Y. y Vargas Aguilar, E. E. (2023). Los museos de ciencias: Alcances y perspectivas en el campo educativo. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 16(1), 239-268. <https://doi.org/10.15332/25005421.7674>
- Plummer, J. D. y Ricketts, A. (2023). Preschool-age children's early steps towards evidence-based explanations and modelling practices. *International Journal of Science Education*, 45(2), 87-105. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151854>
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford University Press.
- Roldán-Zafra, J. y Perea, C. (2022). "Math Learning in a Science Museum—Proposal for a Workshop Design Based on STEAM Strategy to Learn Mathematics. The Case of the Cryptography Workshop. *Mathematics*, 10(22), 4335. <https://doi.org/10.3390/math10224335>

- Sánchez Gómez, M. C. (2015). Metodología de investigación en pedagogía social (avance cualitativo y modelos mixtos). *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 26, 21-34.
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102-119.  
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.32.1.102>
- Schulz, L. E. y Bonawitz, E. B. (2007). Serious fun: preschoolers engage in more exploratory play when evidence is confounded. *Developmental Psychology*, 43(4), 1045-1050.
- Smart, J. y Marshall, J. (2013). Interactions Between Classroom Discourse, Teacher Questioning, and Student Cognitive Engagement in Middle School Science. *Journal of Science Teacher Education*, 24(2), 249-267.
- Su, M., Ha, J., Cortés, L. E. P., Bernier, J., Yan, L., Nelson, B. C., Bowman, J. D. y Bowman, C. D. (2023). Understanding museum visitors' question-asking through a mobile app. *Educational Technology Research and Development*, 71(6), 2483-2506.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-023-10265-6>
- Tscholl, M. y Lindgren, R. (2014). Empowering Digital Interactions with Real World Conversation. *Tech Trends*, 58, 56-63.  
<https://doi.org/10.1007/s11528-013-0721-6>
- Vandermaas-Peeler, M., Massey, K. y Kendall, A. (2016). Parent guidance of young children's scientific and mathematical reasoning in a science museum. *Early Childhood Education Journal*, 44(3), 217-224. <https://doi.org/10.1007/s10643-015-0714-5>
- Zimmerman, C. (2005). *The development of scientific reasoning skills: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning*. Informe final para el National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade. Illinois State University.