

Los museos de ciencias: alcances y perspectivas en el campo educativo*

Diana Yicela Pineda Caro**

Nidia Yaneth Torres Merchán***

Edgar Eduardo Vargas Aguilar****

Recibido: 29-03-2022

Aceptado: 03-05-2022

Citar como: 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>

Resumen

Objetivo: Reconocer los alcances y las perspectivas educativas en los museos de ciencia. **Metodología:** se realizó una revisión sistemática exploratoria bajo la metodología PRISMA, permitiendo analizar 105 artículos publicados en las bases de datos Web of Science, EBSCO y Google Scholar entre los años 2010 al 2021. **Resultados:** se identificaron

*Este artículo de revisión es producto del proyecto "El museo de Historia Natural: un espacio de enculturación científica", en convenio entre la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y el Ministerio de Cultura-Programa de Concertación cultural.

**Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Joven Investigador de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=K8O-EUQAAAAJ&hl=en>

Correo electrónico: diana.pineda01@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0457-7339>

CVLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0001564943

***Doctora en Didácticas Específicas: Ciencias Experimentales. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Correo electrónico: nidia.torres@uptc.edu.co

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=0eIUcQwAAAAJ&hl=es>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4813-6428>

CVLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0000618101

****Magíster en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Correo electrónico: edgar.vargas01@uptc.edu.co

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=0CUNCIMAAAAJ>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5125-9253>

CVLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0000713716

los avances tecnológicos, experiencias de formación docente e interacción discursiva, cambio de concepciones y actitudes, procesos de inclusión y divulgación de hechos científicos y experiencias pedagógicas en los museos. *Conclusiones:* Los museos de ciencia son espacios de aprendizaje que movilizan conceptos, experiencias y emociones para la educación científica y la formación cultural; sin embargo, aún se hace necesario vincular a toda la sociedad y explorar otras funciones propias de los museos, principalmente desde la perspectiva política, económica y simbólica.

Palabras clave: museo, ciencia, educación, experiencias, aprendizaje, formación.

The science museums: scope and perspectives in the educational field

Abstract

Objective: Recognize the scope and educational perspectives in science museums. *Methodology:* was an exploratory systematic review carried out under the PRISMA methodology, that allowed the analysis of 105 articles published in the Web of Science, EBSCO and Google Scholar databases between 2010 and 2021. *Results:* were identified technological advances, experiences of teacher training and discursive interaction, change of conceptions and attitudes, processes of inclusion and dissemination of scientific facts and pedagogical experiences in museums. *Conclusions:* Science museums are learning spaces that mobilize concepts, experiences and emotions for scientific education and cultural formation; however, it is still necessary to link the whole of society and explore other functions of museums, mainly from a political, economic and symbolic perspective.

Keywords: museum, science, education, experiences, learning, formation.

Museus de ciência: alcance e perspectivas no campo educacional

Resumo

Objetivo: Reconhecer o alcance e as perspectivas educativas nos museus de ciência. *Metodologia:* foi realizada uma revisão sistemática exploratória sob a metodologia PRISMA, permitindo-nos analisar 105 artigos publicados na Web of Science, na EBSCO e nas bases de dados do Google Scholar entre 2010 e 2021. *Resultados:* foram identificados avanços tecnológicos, experiências de formação de professores e interação discursiva, mudança de concepções e atitudes, processos de inclusão e divulgação de factos científicos e experiências pedagógicas em museus. *Conclusões:* Os museus de ciência são espaços de aprendizagem que mobilizam conceitos, experiências e emoções para a educação científica e a formação cultural; contudo, é ainda necessário ligar toda a sociedade e explorar outras funções dos museus, principalmente do ponto de vista político, económico e simbólico.

Palavras-chave: museu, ciência, educação, experiências, aprendizagem, formação.

Introducción

Los museos son escenarios de educación no formal que ofrecen distintas posibilidades académicas, investigativas, de divulgación científica, cultura ciudadana y diversión. Igualmente, son considerados

entornos de aprendizaje porque promueven el conocimiento y la motivación de los estudiantes, además, optimizan la conexión entre los saberes y la vida cotidiana (Martin *et al.*, 2016). Los museos de ciencias tienen el propósito de fomentar la cultura científica, razón por la cual, su colaboración con las escuelas supone incrementar las oportunidades para que docente, alumnos y comunidad en general aprendan sobre ciencias (Del Valle Rasino, Broiero y Garcia, 2020).

La divulgación del museo ha incorporado la pedagogía museística como una disciplina científica (Milovanov *et al.*, 2017) y como recurso de aprendizaje multifacético, con el que intenta hacer uso efectivo de los espacios que hacen parte del museo (Ulvay & Ozcul, 2017), contribuyendo a generar estímulos educativos (Asensi, 2016), despertar la curiosidad, indagación y entusiasmo (Alpert, 2018); además, ofrecer actividades interactivas que no están disponibles en las escuelas (MacDonald *et al.*, 2017).

Evidentemente, los museos de ciencias son un recurso que posibilita a sus visitantes una mejor adquisición de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales (Arbués, 2015), valiosos para promover la educación científica y cultura ciudadana. A pesar de ello, generalmente las investigaciones sobre museos, enfatizan en describir sus características o analizar sus públicos potenciales (Zabala y De Carli, 2015). Pero, se hace necesario profundizar en las propuestas pedagógicas que ofrecen estos espacios, la diversidad de audiencias que atiende, el desarrollo de infraestructuras especializadas, la formación de profesionales versátiles para desarrollar las guías y la implementación de recursos didácticos apropiados.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este artículo se analizan las investigaciones que pueden dar respuesta a la pregunta orientadora: ¿Cuáles son los alcances y las perspectivas de las investigaciones educativas desde los museos de ciencias?

Método

Esta revisión sistemática exploratoria sobre las tendencias educativas en los museos de ciencia empleó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Liberati *et al.*, 2009). La búsqueda de artículos se realizó a través de la ecuación: "Science Museum" AND "Education" de las bases de datos Web of Science (WOS), EBSCO y Google Scholar entre el año 2010 al 2021, donde se identificaron 759 publicaciones. Posteriormente, en la fase de cribado se determinó que 139 publicaciones eran duplicadas. Tan solo 620 publicaciones fueron seleccionadas para determinar su elegibilidad, teniendo en cuenta los criterios de inclusión que aparecen en la tabla 1.

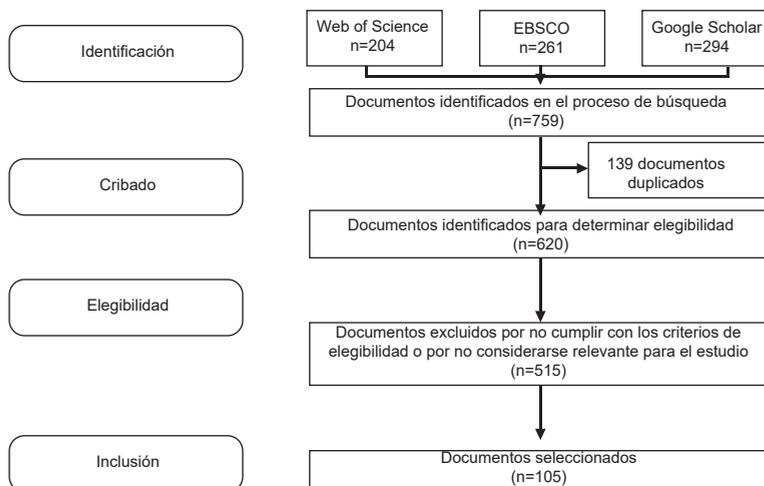
Tabla 1. Criterios de inclusión empleados en el estudio.

Criterios de inclusión	
Criterio	Descripción
1. Tipo de estudio	Artículo de investigación o revisión.
2. Contenido	b) Relaciona procesos educativos con el museo de ciencias. a) Realiza una descripción teórica y metodológica relevante para el estudio.
3. Criterio geográfico	Investigación de cualquier región del mundo, siempre y cuando cumpla con el criterio lingüístico.
4. Criterio temporal	Publicación realizada entre el 2010 al 2021.
5. Criterio Lingüístico	Publicación en español, inglés o portugués.

Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se resume el proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión al aplicar la metodología PRISMA.

Figura 1. Resumen metodología PRISMA.



Fuente: elaboración propia

Teniendo los documentos seleccionados se procedió a realizar la lectura de los mismos, de esta manera, se establecieron categorías de análisis (ver tabla 2).

Tabla 2. Categorías de análisis.

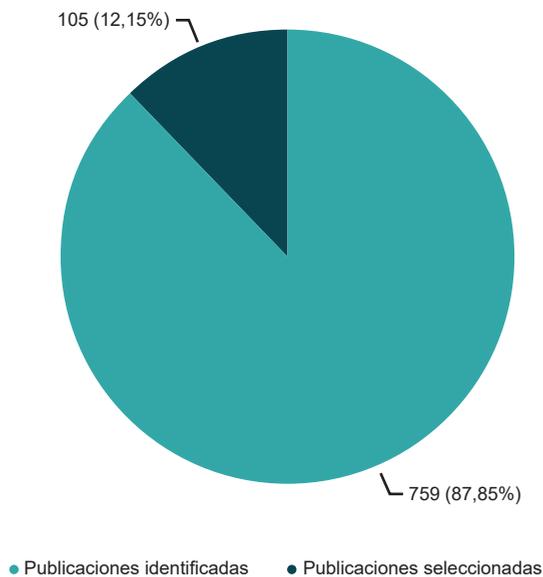
Categorías de Análisis	
Categoría	Descripción
1. Uso de tecnologías en el museo.	Enuncia la relación entre el museo y las nuevas tecnologías, esto con el fin de realizar actividades interactivas que promuevan mayor afluencia al museo.
2. Museos como espacios de formación docente.	Analiza actitudes y metodologías a través de las cuales los docentes adquieren habilidades para promover la pedagogía museística y la instrucción académica.
3. Interacción discursiva en las visitas a centros de ciencia.	Describe actividades comunicativas en relación con las colecciones museales, donde se destacan procesos dialógicos y narrativos entre guías del museo y visitantes.
4. Visitas de los museos para promover cambio de concepciones y actitudes.	Se promueve el cambio de percepciones sobre problemáticas ambientales, cuestiones socio-científicas y preservación de la biodiversidad.
5. Museos Inclusivos.	Plantea metodologías inclusivas; analiza los retos para garantizar la accesibilidad de toda la sociedad a los museos.
6. Divulgación de hechos científicos y experiencias pedagógicas	Evoca procesos formativos en los museos que promueven la adquisición de habilidades y conocimientos científicos.

Fuente: elaboración propia

Resultados

Teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad, se determinó que un 12,15 % de las publicaciones identificadas en los criterios de búsqueda fueron seleccionadas para reconocer las tendencias y perspectivas de los museos de ciencia en el campo educativo, tal como se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Publicaciones Identificadas y seleccionadas.



Fuente: elaboración propia

Esta revisión permitió identificar un incremento significativo en la cantidad de publicaciones realizadas sobre los museos de ciencia y su rol educativo en la sociedad, tal como se puede observar en la figura 3. También, se puede establecer que las publicaciones seleccionadas para los años 2017, 2021 y 2019 presentaron mayor frecuencia, según el criterio temporal.

Otro aspecto relevante tiene que ver con las revistas de las cuales provenían las publicaciones seleccionadas, en su gran mayoría estas presentan un alto Índice H de revista en SJR (Scimago Journal Rank). En la tabla 3 se relacionan las revistas de mayor impacto y la cantidad de publicaciones que aportaron al estudio.

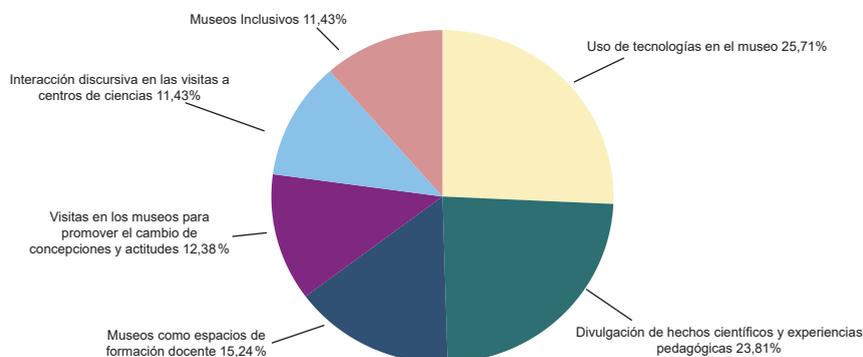
Tabla 3. Revistas de mayor impacto de las publicaciones seleccionadas.

Revista	Índice H	Cantidad de publicaciones Seleccionadas
Journal of Museum Education	7	10
Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias	9	5
Science Education	115	4
International Journal of Science Education	108	4
Journal of Research in Science Teaching	231	2
Frontiers in Education	11	2
Journal of Science Education and Technology	61	2
Universitas	2	2

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta el análisis de las publicaciones seleccionadas, se determinaron las siguientes categorías, "uso de tecnologías en el museo" con un 25,71% de artículos, "museos como espacios de formación docente" con un 15,4% e "interacción discursiva en las visitas a centros de ciencia" con un 11,43%. Así mismo, la categoría "divulgación de hechos científicos y experiencias pedagógicas" con un 23,81%, "visitas en los museos para promover el cambio de concepciones y actitudes" con 12,38%, y, por último, un 11,43% relacionado con la categoría "museos inclusivos" (ver figura 5).

Figura 5. Cantidad de publicaciones seleccionadas por categoría



Fuente: elaboración propia

Partiendo de este contexto, a continuación, se exploran las categorías de análisis, donde se reconocen grandes retos para mejorar la exhibición, comunicación y proyección educativa del patrimonio tangible e intangible de los museos de ciencias.

Uso de tecnologías en el Museo

La implementación de dispositivos electrónicos móviles abre nuevas posibilidades didácticas y de difusión en las colecciones museales (Galán *et al.*, 2012). Se utilizan tecnologías mediadas por Realidad Aumentada; porque proporciona un entorno donde los usuarios pueden ver una combinación de objetos virtuales y reales; mientras que la Realidad Virtual sumerge al usuario en un entorno virtual (Banchoff *et al.*, 2021; Gil, 2021), igualmente, se continúa evolucionando en tecnologías web, nuevos lenguajes de comunicación (Barbieri, Bruno & Muzzupappa, 2017) y la digitalización de colecciones (Guy *et al.*, 2021).

Debido a que las piezas de los museos deben conservarse, los visitantes se ven limitados a interactuar con estas, para ello, las nuevas

tecnologías son una alternativa para crear réplicas (Wilson *et al.*, 2017). Por ejemplo; Wilson *et al.* (2017) utilizaron un espécimen fósil que fue transportado a la tomografía computarizada de rayos X para crear un modelo tridimensional. Gronemann (2017), analizó la experiencia de aprendizaje en los museos mediante la interacción con tabletas portátiles con el propósito de probar el efecto de la alfabetización mediática e informativa, al respecto encontró que no en todos los casos su uso tiene un efecto positivo, siendo consistente con otro estudio como el de Gruber (2016) que analiza una experiencia interactiva para estudiar la anatomía y fisiología del cerebro humano.

Los museos han incorporado tecnologías interactivas como los juegos virtuales (Hsu *et al.*, 2018), interfaces multitáctiles y realidad virtual multisensorial (Cliffe, Mansell, Greenhalgh, Hazzard, 2020), lo cual, ha permitido manipular estructuras anatómicas de muestras médicas (Sugiura *et al.*, 2019), reproducir piezas arqueológicas (Di Franco *et al.*, 2015), materiales momificados o fosilizados (Donadio y Ghezzi 2019), recrear e interactuar con imágenes de cuerpos celestes como constelaciones y planetas (Mizuno, Tsukada y Uehara, 2017).

En esta categoría se profundiza sobre los museos virtuales, debido a que se han popularizado gracias a la interacción de las colecciones y exhibiciones tradicionales con sistemas tecnológicos modernos significativas (Barbieri *et al.*, 2017). Estos recursos digitales cumplen con las funciones primordiales del museo: conservación, exposición y divulgación, todo ello, sin necesidad del desplazamiento físico por parte de sus visitantes. En los museos virtuales se pueden ver objetos digitalizados y explorar lugares históricos y naturales reconstruidos (Barbieri *et al.*, 2017), vivir experiencias en línea, previas a las visitas in situ (Hsu & Liang, 2017), generando un modelo de aprendizaje desde el contexto virtual y el físico, que pueden incorporarse al currículo de las ciencias (Hsu *et al.*, 2016).

En algunos casos, el museo virtual maneja la comunicación entre el entorno virtual 3D, repositorios basados en tecnologías de juegos (Kiourt *et al.*, 2016), cuenta con catálogos interactivos o aborda temáticas específicas en el área de las ciencias, otros poseen réplicas digitales de la exposición en salas, permitiendo interactuar con imágenes, filmaciones, recorridos expositivos y textos (Campos, 2017).

Museos de ciencias como espacios de formación docente

Esta categoría se consolida gracias a la estrecha relación entre el docente y la posibilidad de desarrollar contenido y conocimiento en los museos de ciencias (Arbués, 2015). El museo facilita el dominio conceptual y pedagógico de los docentes o docentes en formación (Kuscevic *et al.*, 2019), permitiendo el uso de recursos y exhibiciones del museo (Stetson & Stroud, 2014), lo cual conlleva a la autoeficacia para la enseñanza de la ciencia y la comprensión de la investigación científica en prácticas de instrucción escolar (Smetana *et al.*, 2017).

Del mismo modo, los museos de ciencias ofrecen oportunidades para explorar modelos y teorías del aprendizaje (Falk & Dierking, 2013). Este aspecto es trascendental para relacionar el interés por la ciencia a través de la educación formal e informal (Smetana *et al.*, 2017). También se puede reflexionar sobre experiencias interdisciplinarias (Durksen *et al.*, 2017), corregir errores conceptuales de los visitantes (Johnson *et al.*, 2019) y promover enfoques educativos de la actualidad como el STEM- *acrónimo en español de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas* (Rader, 2019).

Interacción discursiva en las visitas a centros de ciencia

Esta categoría analiza la importancia de la interacción social y el discurso dentro del museo de ciencias; en consecuencia, Briceño

Martínez & Tafur Sequera (2011) identificaron que las preguntas de contenido no facilitan el diálogo abierto con los estudiantes. En esta misma línea Pérez & Chamizo (2011) emplearon la visita a los museos como herramienta para generar preguntas de investigación sobre minerales en estudiantes de bachillerato. Por otra parte, Pereira & Valle (2017) analizaron el discurso museológico presente en una exposición paleontológica y concluyeron que este es básicamente contemplativo. Humphrey & Gutwill (2017) abordaron las interacciones de estudiantes en una exhibición de museos, determinando que el tiempo de intervención de cada uno de ellos, no supera un minuto; por ello, tienden a parecer aislados de las actividades.

Otras propuestas han promovido el diálogo, con el objetivo de enseñar al público sobre ciencia y tecnología, algunas estrategias han abordado temáticas desde cuestiones socio científicas (Kollmann *et al.*, 2013) o temas que pueden ser controversiales, como la prevención del embarazo juvenil, las prácticas sexuales o enfermedades de transmisión sexual (Navas & Pedretti, 2017). De hecho, el diálogo también se ha promovido desde sistemas conversacionales computarizados (Meza *et al.*, 2010), agentes animados por computadora (Bickmore *et al.*, 2013), robots y juegos en línea que pueden interactuar mediante el uso de animaciones, gestos y discursos sintetizados (Chernova *et al.*, 2011; Lane *et al.*, 2011).

Visitas de los museos para promover cambio de concepciones y actitudes

Se destacan los aportes de Pardo (2011) quien analiza la contribución del museo de ciencias en las concepciones de salud de sus visitantes. Rodríguez & Campos, (2021) destacan la importancia de los Museos del Agua y de Museos Oceanográficos, puesto que sus actividades tienen como propósito crear sensibilización ambiental; así mismo, Angulo *et al.* (2012) evaluaron el impacto de talleres que fomentaban actitudes en pro de la conservación ambiental, cuidado del agua,

conservación de recursos naturales, manejo de residuos sólidos y aguas residuales.

Marandino y Diaz (2011) analizaron las formas por las que se ha presentado exposiciones sobre biodiversidad en museos vivos, aspecto que refleja la articulación de espacios de educación no formal en temas como educación ambiental, conservación, desarrollo de la ciencia y la tecnología. Por último, se destacan las estrategias planteadas por el Museo de Ciencia de Minnesota, que implementa foros y eventos académicos sobre el cambio climático (Hamilton & Christian, 2020).

Museos Inclusivos

En las últimas décadas, se ha generado mayor sensibilidad en cuanto a las necesidades de los grupos e individuos que conforman la sociedad, no solo en relación con la discapacidad o necesidades educativas especiales, sino también a la edad, el origen socioeconómico, el género y la cultura (Archer *et al.*, 2016). Al respecto, se destacan museos y centros de ciencia que emplean tecnologías para facilitar la movilidad y el dominio físico-motor, sensorial y cognitivo de los visitantes (Silva *et al.*, 2019), elaboración de guías audio descriptivas, video guías subtítuladas y signoguías (Soler & Chica, 2014), así como el desarrollo de voces digitales nativas (Pohawpatchoko *et al.*, 2017).

Otros mecanismos en que se ha reivindicado el papel del museo como un lugar de aprendizaje abierto a la comunidad, ha sido la incorporación de la noche de los museos, donde se promueven actividades para todo el público, en horario vespertino y con entrada gratuita (Zabala y De Carli, 2015). Sumado a esto, se han desarrollado estrategias para facilitar el ingreso familiar a los museos, de manera que se puedan compartir experiencias valiosas para la formación científica (Franse *et al.*, 2021; Massarani *et al.*, 2021), la investigación conjunta y cooperación entre los miembros del grupo (Harris &

Winterbottom, 2018). Además, se han hecho propuestas para superar las disparidades de género (Emily Dawson *et al.*, 2020; Godec, 2020).

Divulgación de hechos científicos y experiencias pedagógicas

Esta categoría centra su atención en la interacción entre los estudiantes o visitantes, con las estrategias de alfabetización científica y la difusión de hechos científicos (Arbués, 2015; Faria *et al.*, 2015). El museo de ciencias ofrece ganancias en el conocimiento y la motivación científica, donde se rescatan competencias adquiridas por niños y jóvenes que visitan al museo, algunas de ellas: la observación, predicción, clasificación, experimentación y conceptualización (Alzate & Guevara, 2021; Cooper *et al.*, 2021; Habig & Gupta, 2021). Por otra parte, se ha concluido que los docentes influenciados por experiencias museales tienen mejor apropiación conceptual en sus asignaturas y esto se ve reflejado en lo que aprenden sus estudiantes (Dilli & Bapoğlu, 2015).

Existen museos de ciencias donde los niños pueden manipular colecciones de piedras, cráneos, tegumentos, semillas e interactuar con radiografías de animales y bibliotecas. Estas iniciativas parten de concebir la ciencia de manera activa y participativa (Krange *et al.*, 2020; Pedreira & Márquez, 2015; Santacana *et al.*, 2018). Por ejemplo, museos temáticos como la "la arteria gigante" ofrece a los visitantes emociones asociadas a la impresión de caminar dentro de estructuras que representan arterias y venas sanguíneas (Oliveira *et al.*, 2019), otros museos en cambio, acercan a los niños a hallazgos auténticos en ciencias como la arqueología o la paleontología (Toftdal *et al.*, 2018; Van *et al.*, 2018).

A partir de estos referentes se puede aseverar que las experiencias en los museos de ciencia están influenciadas con la provocación de los sentidos (Neitzel *et al.*, 2020); por lo tanto, es posible la

incorporación de actividades artísticas como el teatro, las artes visuales, la música (Dilli & Bapoğlu, 2015; Peleg & Baram, 2017), la fotografía o la proyección de videos (DeWitt & Osborne, 2010), teniendo en cuenta que los museos de ciencia también contribuyen en la formación cultural y ciudadana.

Discusión y conclusiones

Desde el año 2010 se ha incrementado el interés por promover el valor educativo del museo. Aunque los países que más han abordado este campo son Estados Unidos, España e Inglaterra, es de destacar que países como Brasil, Colombia, México y Argentina están dando prioridad a nuevas oportunidades de aprendizaje en los museos de ciencia. En consecuencia, es evidente la necesidad de los países latinoamericanos por ofrecer educación y divulgación científica en la región, así como aunar esfuerzos para promover una sociedad justa y equitativa (Tagüeña, 2005).

En consecuencia, las experiencias pedagógicas en el museo de ciencias, implican, identificar y describir los objetos de estudio, extrapolar el significado de estos, e interpretar y explicar los conocimientos deducidos; es decir, prevalece la observación, el análisis cinestésico y la interpretación polisémica (Hodge, 2018). Desde esta perspectiva, los museos de ciencia son lugares pertinentes para la enseñanza formal de las ciencias; no obstante, los artículos consultados han mostrado que las visitas al museo, promueven aprendizajes de naturaleza afectiva- motivacional (Delgado & Fatima, 2020), ocasionando que dichos escenarios sean más de diversión o de ocio que de fundamentación escolar (Hernández, 2011).

Por otra parte, se evidenció que las herramientas tecnológicas destacaron en todas las categorías de análisis propuestas. Evidentemente, su propósito es generar motivación, experiencias enriquecedoras

y estimulantes que despierten la creatividad, curiosidad y sentido crítico (Espada, 2019). Es de considerar que la inteligencia artificial, la narrativa hipermedia, realidad virtual y aumentada son aspectos que se posicionarán en los museos modernos, porque tendrán el reto de generar interacciones y dinámicas sensoriales mucho más complejas que las de museos tradicionales. Con relación a los museos virtuales, se destaca la necesidad de implementar técnicas de digitalización tridimensional (Johnson, 2016), proponer exhibiciones virtuales, como los "tours" proporcionados por el proyecto Smithsonian X 3D (Johnson, 2016), generar contenidos públicos (Given & McTavish, 2010), diseñar relatos digitales y recursos visuales (Hermann & Pérez, 2019) e implementar aplicaciones que no requieran acceso a internet.

En relación con la categoría sobre formación y actividad docente, investigaciones como Lau & Sikorski (2018), Pickering *et al.* (2012b), destacan que la visita al museo se constituye como una herramienta que puede ser empleada por los docentes para enseñar temas que, por alguna razón, no pueden cubrirse eficazmente en el aula, situación que contribuye a la contextualización de los contenidos y la valoración de diferentes escenarios de aprendizaje. Sumado a ello, existe un interés significativo por parte de los docentes en vincular su labor al museo; en contradicción, Alvarez *et al.* (2019) señalaron que prácticamente son inexistentes las investigaciones sobre formación para educadores de museos.

El rol del docente en la pedagogía museística es un aspecto trascendental en los museos de ciencias, debido a sus conocimientos científicos, habilidades discursivas, capacidad en la gestión de proyectos (Bailey, 2006) y la sensibilidad por acercar e interesar a los visitantes a aprendizajes que mejoren su calidad de vida (Blanco, 2021). Lo anterior, hace repensar la formación de los docentes en cuanto al diseño de planes curriculares y actividades educativas para promover la educación científica al público. En este sentido, a través de la asociatividad de la universidad e instituciones culturales para

la formación docente, será posible facilitar las conexiones entre la teoría y la práctica escolar en el museo, así como entre el aprendizaje formal e informal (Clark *et al.*, 2016).

Debe profundizarse en la función de los acompañantes al museo de ciencias- generalmente padres de familia- quienes brindan su apoyo a las visitas museales, aún más, cuando son niños o asisten grupos numerosos de estudiantes. Al respecto, Allison (2019) destaca que los acompañantes pueden facilitar la indagación, la curiosidad y el respeto, sin embargo, existe la preocupación en el rol que cumplen, puesto que generalmente optan por apartarse y observar la visita, esto puede suceder por inseguridad a cómo involucrarse o porque prefieren que los niños experimenten por sí solos (Letourneau *et al.*, 2017). De este modo, los guías museales y docentes deben considerar el papel de los adultos y el contexto social de aprendizaje familiar que pueden propiciar los museos.

Desde la revisión documental y el análisis de las categorías propuestas en este artículo, se evidencia la necesidad de modificar las metodologías de guianza que implican recorridos rápidos por el museo, donde se comparte mucha información que posiblemente no pueda comprenderse de manera apropiada; es necesario fortalecer procesos dialógicos con los visitantes y promover visitas periódicas al museo de ciencias. Aunque actualmente se evidencia un acercamiento entre la escuela y el museo (Andrés & García, 2018), aún debe fortalecerse la articulación curricular que promueva escenarios de formación académica de carácter interdisciplinar, teniendo en cuenta los niveles de escolaridad que puedan tener los sujetos vinculados (Carrión *et al.*, 2019) y garantizar condiciones de inclusión para que la sociedad en general participe en las dinámicas educativas que proponen los museos.

Se requiere optimizar el aprendizaje cuando se visita un museo, ya que, al no vincularlo con la práctica en el aula, será una oportunidad

perdida para desarrollar el conocimiento conceptual (Ziebell & Suda, 2020). Por este motivo, es muy importante plantear actividades académicas antes, durante y después de una visita a los museos, con el fin de explorar el potencial del análisis didáctico para el estudio del fenómeno educativo en los museos, implica discutir los elementos que conforman un modo particular de producción y de realización de prácticas educativas en ese lugar (Marandino & Diaz, 2011).

Aunque las investigaciones dan cuenta del museo como espacio educativo, aún es necesario rescatar el impacto de las estrategias y actividades realizadas. En muchos casos, los museos mencionan datos estadísticos sobre el número de visitantes a lo largo del periodo académico; pero, no precisan sobre el alcance de las intervenciones a nivel conceptual, pedagógico y didáctico. Igualmente, es necesario profundizar sobre las funciones de los museos y centros de ciencias (Achiam & Sølberg, 2016), algunas de ellas, se describen en este artículo, como la función científica, cultural, educativa y social; sin embargo, la función política, económica, conservacional y simbólica, no se abordan; razón por la cual, es indispensable involucrarlas en estudios posteriores.

Referencias

- Achiam, M., & Sølberg, J. (2016). Nine meta-functions for science museums and science centres. *Museum Management and Curatorship*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/0964777.2016.1266282>
- Allison, D. B. (2019). Museums and School Group Chaperones : A New Future for an Old Role. *Journal of Museum Education*, 44(4), 409–417. <https://doi.org/10.1080/10598650.2019.1635838>
- Alpert, C. (2018). So You Want to Share Your Science Connecting to the World of Informal Science Learning. *Integrative and Comparative Biology*, 58(1), 85–93. <https://doi.org/10.1093/icb/icy008>

- Alvarez, D., Marfil, R., & Báez, C. (2019). Investigación de impacto sobre la formación en mediación y educación en museos: análisis de la Web of Science. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 22(1), 121–144. <https://doi.org/10.6018/reifop.22.1.357731>
- Alzate, M., & 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), 1–20. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3103
- Andrés, A., & García, E. (2018). Lo que está por venir : pasado , presente y futuro de las experiencias. *Padres y Maestros*, 375. <https://doi.org/pym.i375.y2018.005>
- Angulo, F., Zapata, L., Soto, C. A., Quintero, S. M., Ceballos, A. F., Cardona, F., & Cifuentes, L. J. (2012). ¿Contribuyen Los Talleres En El Museo De Ciencias a Fomentar Actitudes Hacia la Conservación Del Ambiente? *Enseñanza de Las Ciencias*, 30(3), 53–70.
- Arbués, E. (2015). Aprender a enseñar ciencias en la universidad. Algunas propuestas metodológicas. *Opcion*, 31(6), 55–73.
- Archer, L., Dawson, E., Seakins, A., & Wong, B. (2016). Disorientating , fun or meaningful ? Disadvantaged families " experiences of a science museum visit. *Cultural Studies of Science Education*, 11(4), 917–939. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9667-7>
- Arrieta, M., & Duque, K. (2018). Del museo a la escuela: "la maleta viajera de pequeños astrónomos." *Educación y Ciencia*, 295–300.
- Asensi, J. (2016). El Museo de la Educación y su entorno cultural, educativo, lúdico y turístico. *Aula*, 22, 117–131. <https://doi.org/10.14201/aula201622117131>
- Bailey, E. B. (2006). Researching Museum Educators" Perceptions of their Roles, Identity, and Practice. *Journal of Museum Education*, 31(3), 175–197. <https://doi.org/10.1080/10598650.2006.11510545>
- Banchoff, C., Fava, L., & Martin, S. (2021). Realidad aumentada y realidad virtual aplicadas a proyectos con fines sociales. *XXIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, 618–622.

- Barbieri, L., Bruno, F., & Muzzupappa, M. (2017). Virtual museum system evaluation through user studies. *Journal of Cultural Heritage*, 26, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.005>
- Bevan, B., & Dillon, J. (2010). Broadening Views of Learning: Developing Educators for the 21st Century Through an International Research Partnership at the Exploratorium and King's College London. *The New Educator*, 6(3–4), 167–180. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2010.10399599>
- Bickmore, T., Vardoulakis, L., & Schulman, D. (2013). Tinker: a relational agent museum guide. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 27(2), 254–276. <https://doi.org/10.1007/s10458-012-9216-7>
- Blanco, C. (2021). Centros de ciencia en Colombia: intercambio de conocimiento tácito entre los mediadores y el público en la comunicación de la ciencia. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía*, 14(2), 317–371. <https://doi.org/10.15332/25005421.6641>
- Briceño Martínez, J., & Tafur Sequera, M. (2011). Caracterización del diálogo guía-estudiante en un Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología de Bogotá (Colombia). *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 10(2), 289–306.
- Campos, M. (2017). Audiovisual at the National Archaeological Museum : exhibition and education devises. *Revista de Investigaciones e Innovaciones Educativas*, 45, 23–38.
- Carrión, C., Posadas, P., & Ros, M. (2019). El cambio curricular de las carreras de la Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). *Trayectorias Universitarias*, 5(9), 1–14. <https://doi.org/10.24215/24690090e013>
- Chernova, S., DePalma, N., Morant, E., & Breazeal, C. (2011). Crowdsourcing human-robot interaction: Application from virtual to physical worlds. *2011 RO-MAN*, 21–26. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2011.6005284>
- Clark, M., Ensminger, D., Incandela, C., & Moisan, H. (2016). Reflections on Museums as Effective Field Sites for Teacher Candidates *. *Journal of Museum Education*, 41(4), 329–340. <https://doi.org/10.1080/10598650.2016.1219127>
- Cliffe, L., Mansell, J., Greenhalgh, C., & Hazzard, A. (2020). Materialising contexts: virtual soundscapes for real-world exploration. *Personal and Ubiquitous Computing*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01405-3>

- Cooper, S., Green, A., Middleton, H., Berry, C., Buscicchio, R., Butler, E., Collins, C. J., Gettings, C., Hoyland, D., Jones, A., Lindon, J., Romero, I., Stevenson, S., Takeva, E., Vinciguerra, S., Vecchio, A., Mow, C., & Freise, A. (2021). An interactive gravitational-wave detector model for museums and fairs. *American Journal of Physics*, 89(7), 702–712. <https://doi.org/10.1119/10.0003534>
- 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>
- Dawson, Emily, Archer, L., Seakins, A., Godec, S., DeWitt, J., King, H., Mau, A., & Nomikou, E. (2020). Selfies at the science museum: exploring girls’ identity performances in a science learning space. *Gender and Education*, 32(5), 664–681. <https://doi.org/10.1080/09540253.2018.1557322>
- del Valle Rasino, M., Broiero, X. A., & Garcia, L. (2020). Ibero-American Virtual Museums in Spanish as contexts for the teaching and learning of science. *Revista Eureka*, 17(1), 1–21. https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2020.V17.I1.1301
- Delgado, A., & Fatima, M. (2020). La creatividad como proyecto en el contexto del museo: una mirada desde el desarrollo del potencial creativo en la infancia. *Revista AMAzônica*, 24(1), 358–380.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2010). Recollections of Exhibits: Stimulated-recall interviews with primary school children about science centre visits. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1365–1388. <https://doi.org/10.1080/09500690903085664>
- Di Franco, P. D. G., Camporesi, C., Galeazzi, F., & Kallmann, M. (2015). 3D Printing and Immersive Visualization for Improved Perception of Ancient Artifacts. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 24(3), 243–264. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00229
- Dilli, R., & Bapoğlu, S. (2015). Effect of Museum Education on Teaching Extinct Animals Lived in Anatolia to Pre-School Children. *TED EĞİTİM VE BİLİM*. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4653>
- Donadio, S., & Ghezzi, G. (2019). Laboratorio sull’evoluzione basato sulla valorizzazione dell’elaborazione 3D di una fauna estinta dal sito del Royal Ontario Museum. *Museologia Scientifica*, 113, 115–125.

- Durksen, T., Martin, A., Burns, E., Ginns, P., Williamson, D., & Kiss, J. (2017). Conducting Research in a Medical Science Museum: Lessons Learned from Collaboration Between Researchers and Museum Educators. *Journal of Museum Education*, 42(3), 273–283. <https://doi.org/10.1080/10598650.2017.1339171>
- Espada, D. (2019). Un museo para un arte sin límites: mori building digital art museum. *Diferents. Revista de Museus*, 4, 74–83. <https://doi.org/10.6035/Diferents.2019.4.5>
- Falk, J., & Dierking, L. (2013). *The museum experience revisited*. Left Coast Press.
- Faria, C., Guilherme, E., Gaspar, R., & Boaventura, D. (2015). History of Science and Science Museums. *Science & Education*, 24(7–8), 983–1000. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9773-7>
- Franse, R., Schijndel, T., Plankman, T., & Raijmakers, M. (2021). Families’ experiments and conversations at an open-ended exhibit in a science museum: Individual characteristics and the influence of minimal guidance strategies. *Science Education*, 105(4), 707–742. <https://doi.org/10.1002/sce.21620>
- Galán, E., Lozano, O., Cota, A., Aparicio, P., Romero, A., & Miras, A. (2012). Uso de tecnologías móviles para la difusión y conocimiento de colecciones científicas. Aplicación en el Museo de Geología de la Universidad de Sevilla. *Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria En Historia Natural*, 392–399.
- Gil, E. (2021). Consideraciones sobre el uso didáctico de los museos paleontológicos en educación secundaria. *Jornadas de La SEP*, 23(51: 59), 2–7.
- Given, L. M., & McTavish, L. (2010). What’s Old Is New Again: The Reconvergence of Libraries, Archives, and Museums in the Digital Age. *The Library Quarterly*, 80(1), 7–32. <https://doi.org/10.1086/648461>
- Godec, S. (2020). Home, school and the museum: shifting gender performances and engagement with science. *British Journal of Sociology of Education*, 41(2), 147–159. <https://doi.org/10.1080/01425692.2019.1700778>
- Gronemann, S. (2017). Portable Tablets in Science Museum Learning: Options and Obstacles. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 309–321. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9680-y>

- Gruber, D. (2016). Medicalization of the Post-Museum: Interactivity and Diagnosis at the Brain and Cognition Exhibit. *Journal of Medical Humanities*, 37(1), 65–80. <https://doi.org/10.1007/s10912-015-9336-6>
- Guerrero, R., & Vidaurri, J. (2018). En busca de la motivación detrás del turismo oscuro. El caso de las momias de Guanajuato. *Teoría y Praxis: Turismo, Negocios, Recursos Naturales*, 24, 121–149. <http://www.teoriaypraxis.uqroo.mx/doctos/numero24/Guerrero,Alvarado,Vidaurri.pdf>
- Guy, C., Scholl, C., & Leger, E. (2021). Using Digitized Museum Collections to Investigate Population Variation in Plants. *American Biology Teacher*, 8(4), 235–239. <https://doi.org/10.1525/aprox.2021.83.4.235>
- Habig, B., & Gupta, P. (2021). Authentic STEM research, practices of science, and interest development in an informal science education program. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00314-y>
- Hamilton, P., & Christian, E. (2020). Why Museums? Museums as Conveners on Climate Change. *Journal of Museum Education*, 45(1), 16–27. <https://doi.org/10.1080/10598650.2020.1720375>
- Harris, E., & Winterbottom, M. (2018). “Why do parrots talk?” co-investigation as a model for promoting family learning through conversation in a natural history gallery. *Journal of Biological Education*, 52(1), 89–100. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1408934>
- Hermann, A., & Pérez, A. (2019). Narrativas digitales , relatos digitales y narrativas transmedia : revisión sistemática de literatura en educación en el contexto iberoamericano. *Revista Espacios*, 40(41), 1–5.
- Hernández, F. (2011). Museo Y Ocio. Nuevos Paradigmas Para El Museo Del Siglo XXI. In C. C. de Borges (Ed.), *II Seminario de Investigación en Museología de los Países de Lengua Portuguesa y Española* (pp. 433–445). http://icom.museum/uploads/tx_hpoindebbdd/ICOFOM-LAM_2_Seminario_museologia.pdf
- Hodge, C. J. (2018). Decolonizing Collections-Based Learning : Experiential Observation as an Interdisciplinary Framework for Object Study. *Museum Anthropology*, 41(2), 142–158. <https://doi.org/10.1111/muan.12180>

- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Chen, Y.-J., Lin, P.-H., Huang, Y.-T., Cheng, H.-Y., & Lee, C.-C. (2013). Using the saliency-based model to design a digital archaeological game to motivate players' intention to visit the digital archives of Taiwan's natural science museum. *Computers & Education*, 66, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.007>
- Hsu, T.-Y., Kuo, F.-R., Liang, H.-Y., & Lee, M.-F. (2016). Learning through Multi-touch Interfaces in Museum Exhibits: An Empirical Investigation. *The Electronic Library*, 34(6), 997–1012. <https://doi.org/10.1108/EL-08-2015-0146>
- Hsu, T.-Y., & Liang, H.-Y. (2017). A cyclical learning model to promote children's online and on-site museum learning. *The Electronic Library*, 35(2), 333–347. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2016-0021>
- Hsu, T.-Y., Liang, H., Chiou, C., & Tseng, J. C. (2018). CoboChild: a blended mobile game-based learning service for children in museum contexts. *Data Technologies and Applications*, 52(3), 294–312. <https://doi.org/10.1108/DTA-05-2016-0042>
- Johnson, M., Chekour, A., Vaughn, A., & Taasoobshirazi, G. (2019). Softening the Landing: Approaches to Facilitating Conceptual Change for Science Museum Educators. *Journal of Museum Education*, 44(3), 325–331. <https://doi.org/10.1080/10598650.2019.1621647>
- Johnson, T. M. (2016). Let's Get Virtual: An Examination of Best Practices to Provide Public Access to Digital Versions of Three-Dimensional Objects. *Information Technology and Libraries*, 35(2), 39. <https://doi.org/10.6017/ital.v35i2.9343>
- Kiourt, C., Koutsoudis, A., Markantonatou, S., & Pavlidis, G. (2016). The "synthesis" virtual museum. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 16(5 Special Issue), 1–9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.204961>
- Kollmann, E., Reich, C., Bell, L., & Goss, J. (2013). Tackling Tough Topics: Using Socio-Scientific Issues to Help Museum Visitors Participate in Democratic Dialogue and Increase Their Understandings of Current Science and Technology. *Journal of Museum Education*, 38(2), 174–186. <https://doi.org/10.1080/10598650.2013.11510768>
- Krange, I., Silseth, K., & Pierroux, P. (2020). Peers, teachers and guides: a study of three conditions for scaffolding conceptual learning in science centers. *Cultural Studies of Science Education*, 15(1), 241–263. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9905-x>

- Kuscevic, D., Brajčić, M., & Talić, Z. (2019). Students' attitudes about the museum as a learning environment. *Methodical Review*, 26(1), 99–120. <https://doi.org/10.21464/mes.26.1.8>
- Lane, C., Noren, D., Auerbach, D., Birch, M., & Swartout, W. (2011). Intelligent Tutoring Goes to the Museum in the Big City: A Pedagogical Agent for Informal Science Education. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6738 LNAI, 155–162. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21869-9_22
- Laranjeiras, C., Portela, S., & Ribeiro, L. (2018). Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración universidad-escuela : una experiencia en Brasil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(2), 1–10. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Lau, M., & Sikorski, T. R. (2018). Dimensions of Science Promoted in Museum Experiences for Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 29(7), 578–599. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1483688>
- Lawson, C., Cook, M., Dorn, J., & Pariso, B. (2018). A STEAM-Focused Program to Facilitate Teacher Engagement Before, During, and After a Fieldtrip Visit to a Children's Museum. *Journal of Museum Education*, 43(3), 236–244. <https://doi.org/10.1080/10598650.2018.1474421>
- Letourneau, S., Meisner, R., Neuwirth, J., & Sobel, D. (2017). What Do Caregivers Notice and Value About How Children Learn Through Play In a Children's Museum? *Journal of Museum Education*, 42(1), 87–98. <https://doi.org/10.1080/10598650.2016.1260436>
- MacDonald, E., Johnson, V., Gillies, M., & Johnston, D. (2017). The impact of a museum-based hazard education program on students, teachers and parents. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 360–366. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.01.010>
- Marandino, M., & Diaz, P. (2011). De Museos De Ciencias : Implicaciones Para Educación En Museos. *Investigación Didáctica*, 29(2), 221–236.
- Marandino, M., & Diaz Rocha, P. E. (2011). La Biodiversidad En Exposiciones Inmersivas De Museos De Ciencias: Implicaciones Para Educación En Museos Investigación Didáctica. *Enseñanza De Las Ciencias*, 29(2), 221–236.

- Martin, A. J., Durksen, T. L., Williamson, D., Kiss, J., & Ginns, P. (2016). The role of a museum-based science education program in promoting content knowledge and science motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1364–1384. <https://doi.org/10.1002/tea.21332>
- Massarani, L., Norberto, J., Scalfi, G., Silveira, Y., Cruz, W., & Lage, L. (2021). Families Visit the Museum: A Study on Family Interactions and Conversations at the Museum of the Universe – Rio de Janeiro (Brazil). *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.669467>
- Meza, I., Pérez, E., Salinas, L., Aviles, H., & Pineda, L. (2010). A Multimodal Dialogue System for Playing the Game Guess the card. *Procesamiento Del Lenguaje Natural*, 44, 131–138.
- Milovanov, K., Nikitina, E., Sokolova, N., & Sergejeva, M. (2017). The creative potential of museum pedagogy within the modern society. *Espacios*, 38(40).
- Mizuno, S., Tsukada, M., & Uehara, Y. (2017). Developing a stereoscopic CG system with motion parallax and interactive digital contents on the system for science museums. *Multimedia Tools and Applications*, 76(2), 2515–2533. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-3236-7>
- Navas, A., & Pedretti, E. (2017). Preventing Youth Pregnancy: Dialogue and Deliberation in a Science Museum Exhibit. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 271–287. <https://doi.org/10.1080/14926156.2017.1381285>
- Neitzel, A., Uriarte, M., & Franklin, K. (2020). O museu de ciências como espaço de provocação dos sentidos. *EccoS – Revista Científica*, 53, e16792. <https://doi.org/10.5585/eccos.n53.16792>
- Oliveira, T., Consort, K., Bevilacqua, G., Kurtenbach, E., Araujo, T., & Coutinho-Silva. (2019). The giant artery: blood and blood vessels in a science museum. *Journal of Biological Education*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1707259>
- Pardo, P. (2011). Las colecciones como recurso para el aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 19(2), 204–209.
- Pastor, M., & Fernández, M. (2009). “El museo como contexto educativo en la infancia y adolescencia.” *INFAD. Revista de Psicología*, 2(1), 99–106. http://infad.eu/RevistaINFAD/2009/n1/volumen2/INFAD_010221_99-106.pdf

- Pedreira, M., & Márquez, C. (2015). Puc tocar? Análisis de una propuesta educativa 0-6 en un museo de ciencias. *Revista de Museologia*, 64, 64–72.
- Peleg, R., & Baram, A. (2017). Learning Robotics in a Science Museum Theatre Play: Investigation of Learning Outcomes, Contexts and Experiences. *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 561–581. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9698-9>
- Pereira, B., & Valle, M. (2017). O discurso museológico e suas tipologias em um museu de história natural. *Ciência & Educação*, 23(4), 835–849. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040004>
- Pérez, Y., & Chamizo, J. (2011). Los museos: un instrumento para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 8(3), 312–322. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i3.07
- Pickering, J., Ague, J. J., Rath, K. A., Heiser, D. M., & Sirch, J. N. (2012a). Museum-based teacher professional development: Peabody Fellows in Earth science. *Journal of Geoscience Education*, 60(4), 337–349. <https://doi.org/10.5408/11-241.1>
- Pickering, J., Ague, J., Rath, K., Heiser, D., & Sirch, J. (2012b). Museum-Based Teacher Professional Development: Peabody Fellows in Earth Science. *Journal of Geoscience Education*, 60(4), 337–349. <https://doi.org/10.5408/11-241.1>
- Pohawpatchoko, C., Colwell, C., Powell, J., & Lassos, J. (2017). Developing a Native Digital Voice: Technology and Inclusivity in Museums. *Museum Anthropology*, 40(1), 52–64. <https://doi.org/10.1111/muan.12130>
- Rader, K. (2019). From Watchful Grasshoppers to Rat Basketball : Pedagogical Lessons from the History of Live Animal Displays in Science Museums. *Journal of Museum Education*, 44(4), 368–378. <https://doi.org/10.1080/10598650.2019.1663684>
- Recupero, A., Talamo, A., Triberti, S., & Modesti, C. (2019). Bridging museum mission to visitors" experience: Activity, meanings, interactions, technology. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02092>
- Rocha, V., Schall, V., & Lemos, E. (2010). A contribuição de um museu de ciências na formação de concepções sobre saúde de jovens visitantes. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, 14(32), 183–196. <https://doi.org/10.1590/S1414-32832010000100015>

- Rodríguez, I., & Campos, M. (2021). La Exposición como Sustrato para la Educación Ambiental de un Museo de Historia Natural. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27, 1–16. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210002>
- Santacana, J., Llonch, N., & Martín, C. (2018). Aprendendo ciência pela arqueologia pré-histórica: uma experiência didática no museu. *ETD - Educação Temática Digital*, 20(3), 604–622. <https://doi.org/10.20396/etd.v20i3.8651711>
- Saxman, L., Gupta, P., & Steinberg, R. (2010). CLUSTER: University-Science Center Partnership for Science Teacher Preparation. *The New Educator*, 6(3–4), 280–296. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2010.10399606>
- Silva, G., Ferreira, L., & Breviglieri, E. (2019). Desing Inclusivo em Centros e Museos de Ciências: um estudo no campus da Fiocruz, RJ, Brasil. *Interiencia*, 44(1), 629–636.
- Smetana, L., Birmingham, D., Rouleau, H., Carlson, J., & Phillips, S. (2017). Cultural Institutions as Partners in Initial Elementary Science Teacher Preparation. *Innovations in Science Teacher Education*, 2(2), 1–10.
- Soler, S., & Chica, A. (2014). Museos para todos: evaluación de una guía audiodescriptiva para personas con discapacidad visual en el museo de ciencias. *Revista Española de Discapacidad*, 2(2), 145–167. <https://doi.org/10.5569/2340-5104.02.02.08>
- Spinelli, P. F., & Germano, A. P. (2019). Towards Gender Equality: Girls' Day at the Museum of Astronomy and Related Sciences. *Communicating Astronomy with the Public Journal*, 1(25), 23–27.
- Stetson, R., & Stroud, N. (2014). Pre-Service Teacher Training at the Museum School. *Journal of Museum Education*, 39(1), 67–77. <https://doi.org/10.1080/10598650.2014.11510796>
- Sugiura, A., Kitama, T., Toyoura, M., & Mao, X. (2019). The Use of Augmented Reality Technology in Medical Specimen Museum Tours. *Anatomical Sciences Education*, 12(5), 561–571. <https://doi.org/10.1002/ase.1822>
- Tagüeña, J. (2005). Los museos latinoamericanos de ciencia y la equidad. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12, 419–420. <https://doi.org/10.1590/s010459702005000400022>

- Toftdal, M., Kirk, S., & Pécseli, B. (2018). "Once upon a time ago": An Interdisciplinary Collaboration Between Archaeology, Museology and Pedagogy. *Public Archaeology*, 17(4), 193–206. <https://doi.org/10.1080/14655187.2019.1680033>
- Ulvay, G., & Ozcul, A. (2017). Museum Education " s Contribution to Multicultural Education. *International Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 639–652.
- Van, D., Land, A., & Damsma, W. (2018). Authenticity matters: Children look beyond appearances in their appreciation of museum objects. *International Journal of Science Education*, 8(4), 325–339. <https://doi.org/10.1080/21548455.2018.1497218>
- Wilson, P. F., Stott, J., Warnett, J. M., Attridge, A., Smith, M. P., & Williams, M. A. (2017). Evaluation of Touchable 3D-Printed Replicas in Museums. *Curator: The Museum Journal*, 60(4), 445–465. <https://doi.org/10.1111/cura.12244>
- Wysocki, M. A. (2019). The status of natural history museums" utilisation of inclusive education practices in the United States of America. *Museum Management and Curatorship*, 34(2), 201–210. <https://doi.org/10.1080/09647775.2018.1550664>
- Zabala, M. (2016). Construcción de un programa extensionista entre el Museo de Antropología y los institutos de formación docente : "Necesito observar una visita guiada". *Extensión En Red*, 7. <http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/extensionenred> FPyCS
- Zabala, M., & De Carli, M. (2015). RMA. *Revista Del Museo de Antropología*, 8(1), 125–132.
- Zabala, M., Zabalza, P., & Armesto, A. (2017). "Educación en otros espacios" Reflexiones en torno a la propuesta de formación entre los ISFD de Córdoba y el Museo de Antropología (FFyH-UNC). *Educación, Formación e Investigación*, 3(5), 207–219.

