

Escenarios de educación no formal en Colombia; potencialidades para la enseñanza de la física

Non-formal education scenarios in Colombia;
Potentialities for Physics teaching

Daniel Alejandro Valderrama ¹, Eliana Yizeth Pedreros Benavides ¹,
Marlon Damian Garzón Velasco ¹, Edilberto Suarez Torres ²

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Avenida Central del Norte 150003, Tunja, Boyacá, Colombia.

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Código postal: 111611 - 111611537. Calle 13 # 31 -75. Bogotá Colombia

*E-mail: daniel.valderrama@uptc.edu.co

Recibido el 28 de septiembre de 2023 | Aceptado el 3 de noviembre de 2023

Resumen

Esta investigación, analiza los contextos de educación no formal como potenciales entornos para la enseñanza de la física. La investigación se estructuró en dos fases. En la primera fase, se realizó un análisis bibliométrico utilizando el paquete Bibliometrix de Rstudio y los datos obtenidos de la base de datos Web of Science de publicaciones que relacionan dichos escenarios y la enseñanza de la física, permitiendo identificar el estado actual de la enseñanza de la física en contextos no formales. En la segunda fase, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva y seguimiento de la información sobre los escenarios de educación no formal en Colombia, como museos, centros de ciencia, planetarios y observatorios astronómicos. Se examinaron las actividades realizadas en estos lugares y se analizaron sus potencialidades en la enseñanza de la física. Este estudio contribuirá a una comprensión más completa de la enseñanza de la física en entornos no formales y permitirá identificar oportunidades de mejora en este ámbito.

Palabras clave: Educación no formal; Enseñanza de la física; Centros de ciencia; Planetarios; Observatorios astronómicos.

Abstract

This research analyses non-formal education settings as potential environments for teaching Physics. The research was structured in two phases. In the first phase, a bibliometric analysis was carried out using RStudio's Bibliometrix package and data obtained from the Web of Science database of publications that relate these settings and Physics teaching, making it possible to identify the current state of Physics teaching in non-formal contexts. In the second phase, an exhaustive search and follow-up of information on non-formal education settings in Colombia, such as museums, science centres, planetariums, and astronomical observatories, was carried out. The activities conducted in these places were examined and their potential for Physics education was analysed. This study will contribute to a more complete understanding of Physics teaching in non-formal settings and will identify opportunities for improvement in this area.

Keywords: Non-formal education; Physics education; Science centers; Planetariums; Astronomical observatories.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las tendencias didácticas de la contemporaneidad, ha cobrado gran importancia la necesidad de generar una educación científica contextualizada, que lejos de imponer conceptos o discursos, les permita a los estudiantes alcanzar comprensiones conceptuales fundamentadas en la realidad, tangibles y objetivas frente al reconocimiento de los fenómenos naturales en sus diferentes niveles.

Paralelo a esta perspectiva las tendencias investigativas, permiten visualizar que la escuela se ha transformado en un escenario en el que convergen no solo las realidades subjetivas de los actores escolares, sino también los avances científicos, los saberes ancestrales y los aspectos ambientales regionales específicos del contexto de cada institución. El diálogo de saberes ha venido tomando importancia en la praxis educativa y el currículo ha dado entrada a procesos de construcción y deconstrucción en el que la realidad se convierte en el principal insumo de análisis (Ahumada, 2021; Díaz y Gutiérrez, 2019; Pico *et al.*, 2021).

En este panorama siguen apareciendo algunos rezagos de las posturas didácticas tradicionales, especialmente en lo que concierne a la didáctica de las ciencias y con mayor énfasis en la enseñanza de la física, algunas de esas tensiones se hacen evidentes, en las percepciones de los estudiantes, quienes siguen viendo los conceptos físicos como abstractos y poco prácticos (Elizondo, 2013; Paiba, 2017), restándole importancia al rol que la Física debería cumplir en la toma de decisiones y comprensión de realidades de la vida cotidiana. Dichas prácticas limitan la participación activa de los estudiantes, su capacidad para realizar investigaciones y experimentos, y el desarrollo de habilidades críticas y analíticas, sumado a esto, se les da un abordaje a los conceptos desde matemáticas complejas para las cuales no siempre se realiza la suficiente fundamentación (Pardo y Valderrama, 2021).

En el ámbito curricular, existe una notoria brecha entre los avances recientes en ciencia y tecnología, especialmente en Física, y lo que se refleja en la realidad educativa. Los planes de estudio como los materiales didácticos frecuentemente proyectan una enseñanza científica desarticulada frente a los nuevos descubrimientos y metodologías de las ciencias naturales (Sanabria *et al.*, 2021). Específicamente en el currículo colombiano, la presencia de contenidos de Física contemporánea es limitada. Además, la evaluación de estos contenidos tiende a enfocarse en la memorización, en lugar de priorizar el desarrollo de habilidades, la aplicación práctica de conceptos o el fomento del pensamiento científico (Malavé *et al.*, 2017; Sinarcas y Solbes, 2013).

Finalmente, una de las tensiones más pronunciadas en el contexto latinoamericano es la limitada disponibilidad de recursos, como laboratorios, simuladores y materiales didácticos actualizados. Aunque es cierto que la Física puede enseñarse utilizando experimentos caseros, especialmente para temas clásicos que no requieren alta complejidad, es esencial reconocer la importancia de una transición hacia un aprendizaje más activo en esta disciplina. Esto implica proporcionar oportunidades que permitan interacciones directas con el diseño experimental y experiencias genuinamente interactivas.

Como contribución en el desarrollo de ese diálogo de saberes que se da desde la interacción entre las dinámicas de la escuela y las realidades científicas, ha surgido un punto intermedio de formación y culturización, la divulgación científica, actividades destinadas a promover y difundir el conocimiento científico obtenido a través de métodos rigurosos en búsqueda de una ciencia accesible a todas las personas, desde especialistas a aquellos que no tienen experiencia previa en el tema (Sánchez y Roque, 2021).

La divulgación científica busca fomentar la participación activa de la sociedad en temas científicos relevantes, esto implica permitir que las personas se involucren en debates y tomas de decisiones basadas en información científica. Además, ayuda a prevenir la propagación de bulos, mitos y creencias infundadas sobre la ciencia, proporcionando información verificada y confiable.

Por tanto la divulgación de conocimientos científicos es un eje articulador entre la enseñanza de las ciencias y las realidades sociales y muchos de los temas que llegan al aula, planteados por los estudiantes, son producto de la interacción de estos con medios de comunicación, redes sociales, conferencias, talleres y exposiciones en los que realiza divulgación científica, en el caso particular de la Física, temáticas como la Astronomía, la Física de partículas, la Física relativista, cuántica y cosmología, son han despertado un gran interés en los estudiantes y que han sido abordados desde la divulgación científica, principalmente porque en el caso de Colombia, los mismos no hacen parte del currículo escolar (Valderrama, 2023)

En consonancia con las necesidades educativas previamente mencionadas, se han establecido espacios dedicados no solo a la conservación e investigación, sino también a la divulgación del conocimiento científico a través de propuestas didácticas novedosas. Museos, centros de ciencia, planetarios y observatorios astronómicos encabezan esta iniciativa, ofreciendo a las visitantes exhibiciones interactivas, demostraciones y experimentos prácticos que les permiten sumergirse en el mundo de la ciencia. Estas entidades promueven una experiencia educativa rica, combinando contenido interactivo y visual en áreas como la Física, Química, Biología y Astronomía. Mientras que los centros de ciencia potencian el aprendizaje con laboratorios y actividades que incentivan la participación activa, los planetarios capturan la imaginación de los asistentes con proyecciones inmersivas del cosmos, enriqueciendo la información científica con elementos visuales y narrativos. Los observatorios astronómicos, por otro lado, ofrecen una ventana al universo a través de telescopios, complementados con programas educativos y charlas a cargo de expertos en el campo de la Astronomía.

Como consecuencia de lo anterior esta investigación pretende reconocer e interpretar el rol de los estos espacios en la enseñanza de las ciencias y particularmente de las ciencias Físicas en Colombia, aportando algunos insumos de

discusión frente a las didácticas emergentes ligadas a los procesos de divulgación científica y las posibilidades de interacción entre estos espacios y la educación formal

Para estructurar los aportes teóricos de la presente investigación, se deben traer a discusión algunas definiciones que articulen, la praxis investigativa en didáctica de la Física y escenarios de educación no formal como entornos y contextos educativos que están fuera del sistema educativo formal tradicional y que generalmente están diseñados para promover el aprendizaje de manera voluntaria, autodirigida y experiencial, abarcando una amplia gama de actividades y espacios (Smither, 2006). Algunos ejemplos comunes de escenarios de educación no formal son

- Museos y galerías de arte: fomentan el aprendizaje a través de la observación, la reflexión, la interpretación y la participación activa del público, desde exposiciones interactivas, visitas guiadas, talleres y programas educativos.
- Centros de ciencia: brindan oportunidades para que los visitantes exploren conceptos científicos de manera práctica y lúdica, con el fin de fomentar el interés y la comprensión de la ciencia y la tecnología a través de exhibiciones interactivas, demostraciones prácticas, experimentos y programas educativos.
- Observatorios astronómicos y planetarios: ofrecen la oportunidad de explorar el universo y aprender sobre la Astronomía y la Astrofísica, a través de proyecciones en cúpulas, presentaciones audiovisuales y observaciones astronómicas, para la construcción de conocimiento sobre el espacio y comprensión de los fenómenos astronómicos.

La educación no formal se caracteriza por ser flexible, accesible, orientada a los intereses y necesidades individuales, y promover el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Estos escenarios ofrecen una diversidad de oportunidades educativas que complementan y enriquecen la educación formal, brindando experiencias significativas y prácticas que contribuyen al desarrollo personal, cultural y social de las personas (Miranda y Agreda, 2017).

Frente a los procesos de formación, construcción y divulgación de los diferentes conocimientos derivados de las prácticas en escenarios de educación no formal, se ha identificado la pedagogía museística como un campo emergente, enfocado a diseñar y llevar a cabo experiencias educativas significativas para sus visitantes, buscando optimizar y utilizar los recursos del museo de manera efectiva para fomentar la educación, la interpretación y la participación del público (Pastor, 2004).

Desde esta perspectiva, se pueden conceptualizar algunos términos, tales como la educación museística, que contendría el conjunto de prácticas y estrategias educativas utilizadas en los museos para involucrar a los visitantes de manera activa y promover su aprendizaje, esto incluye el modo en que se estructuran, planifican, ejecutan y evalúan, actividades como las visitas guiadas, talleres, programas educativos, exposiciones interactivas, entre otras. La praxis educativa desarrollada en los museos coincide con los propósitos misionales y las dinámicas de los centros de ciencia, planetarios y observatorios astronómicos.

En este sentido, es importante sistematizar y teorizar las potencialidades e implicancias que se pueden desarrollar desde la interacción entre estos escenarios y la enseñanza de las ciencias, particularmente de la Física, porque de esta manera se permite comprender la práctica educativa desarrollada por estos espacios, con relación a los procesos de aprendizaje, las estrategias y las formas en las que se promueve el conocimiento y la comprensión de los fenómenos. El reconocimiento de estos escenarios permite crear y diseñar programas educativos más efectivos, que correlacionen los contenidos curriculares, los resultados de aprendizaje y las metas propuestas por las disciplinas escolares. Los escenarios de educación no formal mitigan algunas de las dificultades en la enseñanza de la física, tales como la descontextualización del aprendizaje, la falta de recursos en las instituciones educativas, posibilitando además un acercamiento conceptual y procedimental a esta ciencia desde el aprendizaje activo.

Por lo anterior, se reconoce la trazabilidad investigativa en el campo de la pedagogía museística, los aportes que se pueden promover desde la misma a la educación formal en general, a la luz de las publicaciones disponibles sobre el tema y la identificación de los escenarios presentes en Colombia, todo con un horizonte de acción en la enseñanza y divulgación de las ciencias Físicas.

II. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en dos fases, primero se hizo una revisión a través del método de bibliometría utilizado para el procesamiento de datos cuantitativos, por medio del paquete de Bibliometrix de RStudio. La búsqueda se realizó desde la base de datos Web of Science, mediante las palabras clave “physics”, “teaching museums”, “informal education”, “museum” “planetary” y “science centers” entre 2010 a 2023, se utilizaron los operadores booleanos AND y OR para delimitar la búsqueda, con el propósito de estimar los indicadores bibliométricos frente a la enseñanza de la física en escenarios de educación no formal.

Por otra parte, se realizó una base de datos resultado de la búsqueda de escenarios de educación no formal en Colombia, se tuvo en cuenta instituciones como: museos, planetarios, observatorios astronómicos y centros de ciencias que desarrollarán actividades de formación y divulgación científica, se utilizó la información disponible en la página web del Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Sistema de Información de Museos Colombianos (SIMCO) y otras fuentes para un primer barrido de información, posterior a lo cual se revisaron páginas web y redes sociales de los escenarios encontrados.

Una vez identificados, se procedió a reconocer la labor misional que corresponde a las actividades generales que realizan, tales como: exposiciones, talleres prácticos, demostraciones científicas, eventos y charlas. Finalmente se pudo reconocer cuales de estos escenarios de educación no formal abordan temáticas relacionadas con la Física y Astronomía y de qué manera promueven la formación en estas dos disciplinas.

III. RESULTADOS

A. Escenarios de educación no formal y la enseñanza de la física

Se buscaron 65 artículos en la base de datos Web of Science (WoS). Luego, se filtraron los resultados para incluir solo los artículos publicados entre 2010 y 2023, lo que redujo el número a 48. Después, se refinó la búsqueda para incluir solo los artículos relacionados con "Science Education" en la categoría "Citation Topics Meso", lo que dejó un total de 15 artículos. Estos datos se exportaron de WoS y se analizaron usando el paquete Bibliometrix para realizar análisis bibliométricos. Durante el análisis, se crearon gráficos de líneas, nubes de palabras y un mapa de tres campos para interpretar los datos obtenidos.

En la figura 1, se presenta la distribución de artículos entre 2010 y 2023 para la enseñanza de la física en escenarios de educación no formal, se evidencia un incremento para el año 2014 y 2020. Teniendo en cuenta que la investigación, busca evidenciar la producción existente frente al abordaje de la Física en centros de ciencia, museos de ciencia, planetarios y demás escenarios no formales, se evidencia la falta de investigaciones orientadas a su estudio.

La tabla I muestra las fuentes más relevantes resultado de la revisión en relación con el factor de medición de SJR para determinar la calidad de las publicaciones. Se obtuvieron revistas pertenecientes principalmente a las áreas temáticas de las Ciencias Sociales y Artes y Humanidades y a las categorías de Educación, Estudios culturales y Museología. Dado que el factor de impacto permite medir la importancia de las revistas científicas en cuatro cuartiles divididos de mayor a menor, siendo Q4 los percentiles inferiores y Q1 los superiores (Marín y Arriojas, 2021) se presenta la siguiente clasificación de las fuentes más relevantes en la base de datos WoS para el tema de estudio.

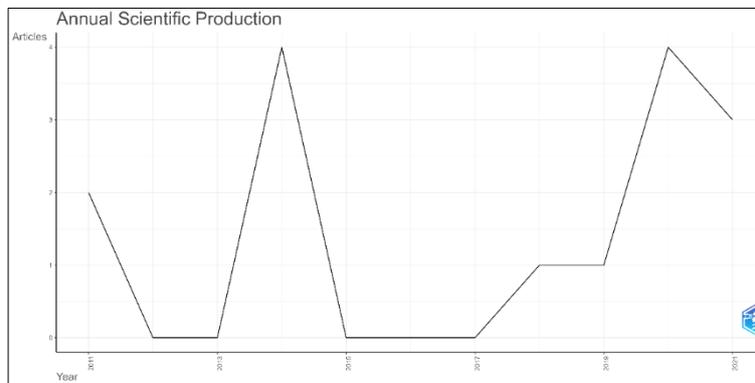


FIGURA 1. Distribución de la producción científica anual en WoS.

TABLA I. Fuentes más relevantes en WoS. Fuente: elaboración propia. Datos tomados de SJR.

Revistas	Cuartil	Índice H	País
Advanced Science Letters	-	30	Estados Unidos
Asia-Pacific Education Researcher	Q1	37	Singapur
Cultural Studies of Science Education	Q1	37	Países Bajos
Educational Psychologist	Q1	144	Estados Unidos
Egitim Ve Bilim-Education and Science	Q3	26	Turquía
Frontiers In Education	Q2	29	Suiza
Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi-Hacettepe University Journal of Education	Q4	20	Turquía
Information And Learning Sciences	Q1	35	Reino Unido
Journal of Museum Education	Q1	11	Reino Unido

La figura 2, representa mediante una nube de palabras, los términos utilizados con mayor frecuencia en la enseñanza de la física en contextos de educación no formal. Entre las principales palabras se destacan las siguientes: Profesores, impacto, museos, conocimiento, actitudes, educación, escuela, contexto, entre otras, que guardan relación con el tema. En menor medida se pueden encontrar otras palabras asociadas y que guardan relevancia principalmente con la educación en museos. Tales resultados brindan un panorama general frente a los términos más abordados en la literatura frente al conocimiento de la Física en centros de ciencia, museos, planetarios y demás.



FIGURA 2. Nube de palabras de términos frecuentes en WoS

El mapa de tres campos de la figura 3 representa la relación autores, países y palabras clave producto de la revisión, el gráfico permite identificar los principales autores que han trabajado en investigaciones que contienen las palabras clave asociadas a la enseñanza de la física en escenarios de educación no formal, donde se observa un mayor número de concurrencia para los centros o centro de ciencia, término que se encuentra asociado en mayor medida a los países de Turquía y Estados Unidos.

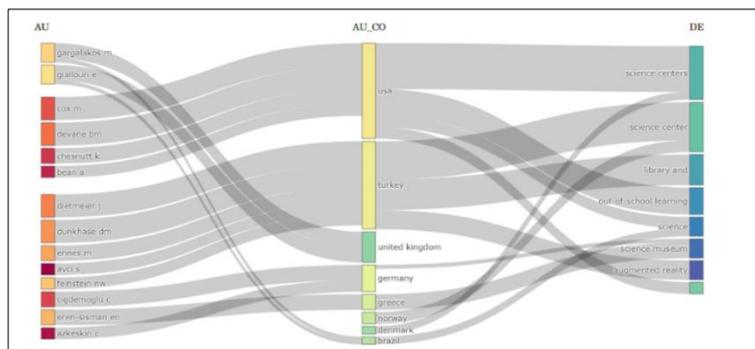


FIGURA 3. Gráfico de tres campos relación autores, países y palabras clave en WoS

La red de coocurrencia representada en la figura 4, visibiliza a través de los círculos de mayor tamaño los términos más frecuentes, siendo ciencia el término de mayor ocurrencia seguido por estudio, centros, aprendizaje, investigación, actividades y conocimiento, como las palabras que aparecen mayor número de veces en las investigaciones. Los colores permiten agrupar las palabras de acuerdo con la coincidencia en los mismos documentos.

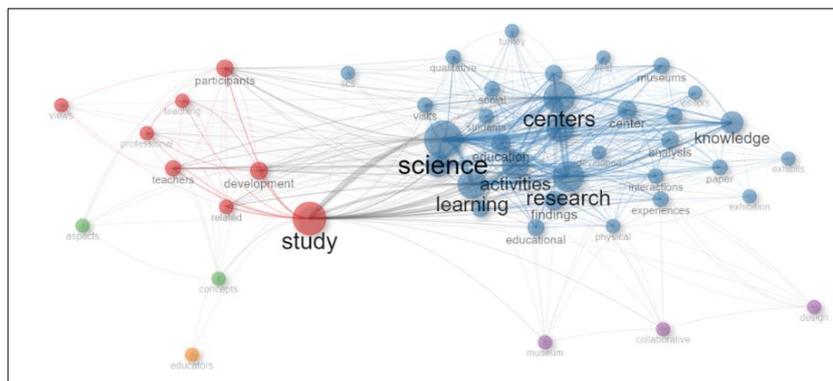


FIGURA 4. Red de coocurrencia de términos

El análisis bibliométrico presentado muestra una visión general frente a las investigaciones en contextos no formales sobre la enseñanza de la física, los cuales se han llevado a cabo desde 2010 hasta 2023, como se muestra en los diferentes gráficos. Prevalece el término centros de ciencia, lo que permite asumir que la enseñanza de la física se aborda más en estos contextos. Esto puede estar relacionado a que en los últimos años la visita a escenarios de educación no formal ha ido incrementado y en los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias de algunos países se ha fomentado la participación de estos contextos como complemento al currículo de las ciencias (Morentin y Guisasola, 2015).

Esta revisión brinda un panorama en torno a algunos de los temas abordados para la enseñanza de la física en centros de ciencia, tales como la luz y el electromagnetismo (Solís *et al.*, 2021), radiación ionizante (Fagerstrom, 2020), electricidad, cuerpo negro de Planck, estados de la materia, ley de Arquímedes, gravedad, energía, velocidad, aceleración, electromagnetismo y termodinámica (Karwasz y Wyborska, 2023).

B. Museos, centros de ciencia y otros escenarios de educación no formal en Colombia

A continuación, se presentan los escenarios de divulgación de las ciencias exactas y naturales en Colombia que realizan actividades de difusión del conocimiento científico, promoviendo el interés y la comprensión de estas disciplinas en la sociedad a la luz de las categorías de análisis establecidas: Museos, Centros de Ciencias, Planetarios y Observatorios Astronómicos, se enuncian únicamente aquellos lugares con información en línea acerca de las actividades específicas en torno a la divulgación y formación científica.

B.1. Museos

Las instituciones museísticas cumplen un rol fundamental como lugares que promueven la democracia, la inclusión y la diversidad de opiniones, al permitir un diálogo crítico sobre el pasado y el futuro. Estos espacios reconocen y abordan los conflictos y desafíos actuales mientras resguardan los objetos y ejemplares que representan la sociedad, preservando así memorias diversas para las generaciones venideras. Además, los museos se comprometen a garantizar la igualdad de derechos y el acceso equitativo al patrimonio cultural para todos los grupos étnicos y comunidades sin discriminación alguna (Reyes Bellmunt, 2021). En términos de la educación científica esta definición tiene implicaciones muy importantes, principalmente desarrollados desde el proceso de construcción de habilidades y saberes científicos, hasta la epistemología e historia de las ciencias.

La historia de las ciencias proporciona un contexto enriquecedor para comprender cómo se han desarrollado las teorías, los conceptos y los métodos científicos a lo largo del tiempo. Estudiar la evolución de las ideas científicas y los descubrimientos clave permite a los estudiantes apreciar el progreso de la ciencia y entender cómo se ha construido el conocimiento científico actual, también desarrolla percepciones de dinámicos frente a la ciencia, entendiendo que la misma se encuentra en constante evolución y que el conocimiento científico se construye y revisa a medida que se obtienen nuevos datos y se generan nuevas interpretaciones (Arias y Navarro, 2017; Furió-mas *et al.*, 2012).

A partir de lo anterior, se hace evidente en la experiencia de trabajo de los museos, la posibilidad de ofrecer experiencias prácticas y tangibles que complementa la enseñanza de las ciencias, ya que, los visitantes tienen la oportunidad de interactuar directamente con exhibiciones y artefactos científicos, permitiendo explorar y comprender conceptos complejos de una manera más accesible y entretenida. Esto estimula el aprendizaje activo y participativo, alentando el desarrollo de habilidades de observación, análisis crítico y resolución de problemas.

Colombia cuenta con una amplia red de museos, de los cuales se logran identificar 46 con actividades de divulgación y construcción de diferentes tipos de conocimiento científico.

TABLA II. Museos Colombianos que reportan actividades de educación no formal, para la divulgación y enseñanza de diferentes conocimientos científicos. Fuente: revisión realizada por los autores.

N°	Museo	Ubicación	Creación	Temáticas
1	Museo Paleontológico de Villa de Leyva	Villa De Leyva	1990	Paleontología
2	Museo del Oro del Banco de la Republica	Bogotá	1939	Arqueología y Cultura Precolombina
3	Museo Nacional de Colombia	Bogotá	1823	Historia de Colombia, Arqueología, Arte y Etnografía.
4	Casa Museo Don Juan de Vargas	Tunja	1984	Historia Precolombina (Escriba del Rey Juan de Vargas)
5	Museo del Agua EPM	Medellín	2000	Importancia y Cuidado del Agua
6	Museo El Búho	Belén	2002	Arqueología, Arte y Ciencias Naturales
7	Museo Prehistórico	Villa De Leyva	1984	Prehistoria y Antropología.
8	Casa Museo Antonio Nariño	Villa De Leyva	1961	Historia de Colombia.

N°	Museo	Ubicación	Creación	Temáticas
9	Museo Bolivariano de Los Andes	Socha	1967	Arqueología y Paleontología
10	Museo El Fósil	Villa de Leyva	1977	Paleontología
11	Museo de la Independencia- Casa del Florero	Bogotá	1960	Historia de Colombia
12	Museo Casa Cultural Gustavo Rojas Pinilla	Tunja	1986	Historia de Colombia
13	Museo de Historia Natural Luis Gonzalo Andrade	Tunja	1961	Historia Natural
14	Museo de Historia Natural de la Sabana	Nemocón	2010	Paleontología
15	Casa Museo Quevedo Zornoza	Zipaquirá	1974	Historia y Cultura de Zipaquirá
16	Casa Museo Alto del Tequendama	Soacha	2014	Biodiversidad y Cultura
17	Finca Museo El Bosque	Choachí	S.F	Etnocultura
18	Museo Aeroespacial Fuerza Aérea colombiana	Zipaquirá, Tocancipá	2000	Historia de la Aeronáutica de Colombia
19	Museo Casa de Policarpa Salavarrieta	Guaduas	S.F	Historia de Policarpa Salavarrieta y de Colombia
20	Museo del Mar	Bogotá	1969	Biología Marina
21	Museo Casa de Bolívar	Bogotá	1919	Historia y patrimonio de Colombia
22	Museo de Arte Moderno	Bucaramanga	1985	Arte Religioso
23	Museo del Algodón y del Lienzo de la Tierra	Charalá	1980	Historia de la Explotación del Algodón
24	Museo Casa del Quijote	Zapatoca	S.F	Homenaje al Personaje literario Don Quijote de la Mancha
25	Museo Real de Vélez	Vélez	S.F	Cultura y Tradiciones de Vélez Santander
26	Museo Comunitario Ambiental de Floridablanca.	Floridablanca	S.F	Educación ambiental para la preservación de fauna y flora
27	Casa Museo Jaime Guevara y Jaime Acevedo y Gómez	Charalá	2012	Arqueología, Historia y Arte
28	Museo de Antioquia	Medellín	1881	Historia Precolombina
29	Museo El Castillo	Medellín	1971	Historia de las Artes Decorativas
30	Museo Casa de la Memoria	Medellín	2006	Historia del Conflicto Armado de Colombia
31	Fundación Casa Museo Pedro Nel Gómez	Medellín	1975	Legado del Maestro Pedro Nel Gómez
32	Museo Etnográfico Miguel Ángel Builes.	Medellín	1962	Patrimonio Cultural de Colombia
33	Museo Casa Gardeliana	Medellín	1973	Historia del Tango
34	Cementerio Museo San Pedro	Medellín	1998	Patrimonio Cultural y Arquitectónico de Medellín
35	Museo de Geociencias	Medellín	1888	Mineralogía
36	Museo de Ciudad	Medellín	2010	Desarrollo Urbanístico de Medellín
37	Museo de Antropología y Arte de Jericó	Jericó	2008	Centro de Cultura
38	Museo de Pablo Escobar	Medellín	S.F	Memoria de Pablo Escobar
39	Casa Museo Otra parte	Medellín	2002	Legado del Escritor Fernando González Ochoa
40	Museo Juan del Corral	Santa Fe de Antioquia	1960	Historia de Colombia
41	Museo de Ciencias Naturales de la Salle	Bogotá	1913	Biodiversidad y Cultura
42	Museo de Botero	Bogotá	2000	Arte
43	Quinta de San Pedro Alejandrino	Santa Marta	1891	Arte, Historia y Patrimonio cultural de la Colonia
44	Museo Militar de Colombia	Bogotá	1982	Historia y carrera armamentística de las Fuerzas Militares de Colombia
45	Museo Naval del Caribe	Cartagena	1988	Tradición Naval de Colombia
46	Museo Aéreo Fénix	Cali	S.F.	Aeronáutica

Se identificaron acciones divulgativas en 46 museos del país, donde 5 desarrollan temáticas relacionadas con conceptos científicos. Sin embargo, se evidencia que no existe de manera explícita un abordaje de divulgación o formación en ciencias Físicas, surgiendo como necesidad la articulación de las tendencias didácticas en pedagogía museística con el conocimiento científico en ciencias naturales y particularmente en el abordaje de la Física, ya que se reconoce el potencial respecto a la Física aplicada de museos, como El Museo Aéreo Fénix, el Museo Aeroespacial Fuerza Aérea colombiana, teniendo en cuenta que se podrían desarrollar estrategias didácticas para la contextualización de conceptos relacionados con máquinas, motores, aerodinámica, mecánica de fluidos, estática, entre otros. En esta misma dinámica se podría incluir el Museo Naval del Caribe, con potencial didáctico en la dinámica de fluidos.

Museos como Magma para la gestión de Desastres y el Museo de Geociencias de Medellín podrían permitir articular dinámicas relacionadas con los fenómenos naturales climatológicos de las ciencias de la Tierra, articulados con conceptos físicos como, densidad, sistemas de referencia, espacialidad, Física de materiales y cristalografía.

La relación entre estos museos y la clase de Física podría desencadenar el desarrollo de habilidades de observación, abordaje contextual de las ciencias, comprensión de los fenómenos naturales y relaciones entre la ciencia, la tecnología y su impacto en la sociedad, a la luz de los hechos históricos conservados en las memorias de los museos. Otro

punto de interés didáctico sobre estos espacios es la capacidad de abordar de manera integral las ciencias naturales, pues permite analizar un fenómeno, un dispositivo o un método desde distintos enfoques y propósitos, principio realmente importante en el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas y la generación del pensamiento crítico (Aguirre y Vázquez, 2004; Cardona *et al.*, 2018; Murillo *et al.*, 2018).

B.2. Centros de ciencia

Las instituciones científicas, como los centros de ciencias, se dedican a la promover y divulgación de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas de una manera interactiva y accesible, con el objetivo de fomentar el interés y la comprensión de la ciencia entre el público en general, especialmente entre los jóvenes (Sabbatini, 2003). Ofrecen una amplia gama de actividades y exhibiciones diseñadas para explorar y experimentar conceptos científicos, con exhibiciones interactivas, demostraciones en vivo, laboratorios prácticos, proyecciones audiovisuales, presentaciones, temáticas y actividades educativas diseñadas para involucrar activamente a los visitantes.

Estos centros tienen un enfoque práctico y participativo, donde los visitantes pueden tocar, experimentar y manipular los objetos y equipos científicos, lo que les permite comprender mejor los principios y las leyes científicas mediante la experiencia directa. Esta aproximación práctica y lúdica facilita el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades como la observación, el razonamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración (Guisasola y Morentin, 2007).

Aquellos ofrecen programas educativos y talleres temáticos dirigidos a diferentes grupos de edad y niveles educativos. Estos programas pueden incluir actividades específicas para escuelas, campamentos de verano, cursos de formación docente y eventos especiales para promover el interés en áreas específicas de la ciencia (Rodari y Merzagora, 2007). Los centros de ciencia igualmente albergan exposiciones temporales y permanentes que abarcan una amplia gama de temas científicos, desde la Astronomía y la Física, hasta la Biología y la tecnología. Estas exposiciones proporcionan información actualizada y experiencias inmersivas para mantener a los visitantes informados sobre los últimos avances científicos y tecnológicos.

En Colombia se lograron identificar dos centros de ciencia que cumplen con las anteriores características, las actividades y propósitos misionales se enuncian a continuación: En la capital del país; Bogotá, el centro de ciencia Maloka, fundada en 1998, es destaca por sus actividades en las diferentes ciencias naturales, tal como se muestra en la tabla III.

TABLA III. Actividades realizadas por el centro de ciencia Maloka, años 2022-2023. Fuente: revisión realizada por los autores

Actividad	Temática	Título
Talleres	Cambio Climático	
	El laboratorio de Faber	Experimentos caseros para el aprendizaje de las ciencias
	Origami Astronómico	Astronomía
	El color de los átomos	Espectroscopía
Exposiciones	Sala de materia y energía	Historia del universo, Estados de la materia, Fenómenos Ondulatorios y Ondas mecánicas y electromagnéticas
	Vida 360	Sistema Solar, Cambios del Planeta Tierra, Cambio Climático
	Alta Tensión	Electricidad, voltaje y conductividad
Eventos	Una cita con las estrellas	Observación astronómica para la comunidad
	Luz de las Estrellas	Observación astronómica para la comunidad
Charlas	Papel que desempeñan las mujeres en el área de las matemáticas	Mujeres matemáticas
	Exploración espacial	Alcanzando las estrellas
	De la ciencia fisión a la realidad	Que la fuerza te acompañe
	Avances de la carrera Aeroespacial colombiana	Colombia en la carrera Aeroespacial
	Ciencia y tecnología	Metaverso
	Astronautas estadounidenses	Astronauta Michael Hopkins
	Método científico	La verdad, la ciencia acierta
	Viajes espaciales tripulados	El programa Artemisa
	Astronomía	Adiós, cielos oscuros
	Física y salud	La luz y la salud
Física	¿Para qué sirve la luz?	
Científicos que han trabajado para lograr la paz mundial	Einstein y la paz	

	Fenómenos astronómicos	Clase cósmica, explorando las maravillas de la Astronomía
	Viajes intergalácticos e inteligencia artificial	Viaje intergaláctico al interior de una clase el vehículo de la inteligencia artificial
Cursos	Reseña histórica de la Astronomía, sistema solar, nuestro lugar en el cosmos. Niños	Astronomía Básica: Un viaje por el cielo
	Lunas, asteroides y cometas, orígenes y de qué están hechos ¿Cómo sería pararse en su superficie? Jóvenes y adultos	Asteroides: Mundos Rocosos
	Historias del papel que las mujeres han desempeñado en el desarrollo científico y tecnológico de nuestra civilización. Jóvenes y Adultos	Mujeres en la Astronomía
	Objetos celestes y las constelaciones visibles desde el hemisferio sur	Los cielos de Sur
	Astronomía contemporánea y grandes observatorios. Jóvenes y Adultos	Los cielos de Sur
	Padres e hijos, curiosidades del universo	Astronomía en familia
	Breve inmersión en la Astronomía mientras se practica un segundo idioma	Basic Astronomy for Kids
	AstroBiología para niños	Busquemos Vida en el universo
	Narrativa creativa y científica	Érase una vez un agujero negro
	Aspectos básicos de la Especial, los principios de la Relatividad General y los efectos relativistas. Viajes por el hiperespacio, los agujeros negros, los agujeros de gusano e implicaciones vida diaria	Relatividad para principiantes
	Aprenderás cómo se forman y transforman las estrellas gigantes y enanas, los pulsares, magnetares, supernovas y agujeros negros.	Detectives de Estrellas
	la Astronomía en contexto con la literatura, la poesía y la historia inspirándonos en los libros de grandes autores clásicos y contemporáneos	Astronomía y Literatura
	Identificación del cielo y constelaciones, programar una salida de observación usando software de Astronomía y a ubicarte mediante coordenadas geográficas y celestes.	Astronomía Observacional
	Los secretos de nuestro vecindario el sistema solar	Turismo por el vecindario solar
	curso de narrativas creativas niños	Vacaciones en el planetario
	Curso de narrativas creativas adultos	Astronomía y Literatura: La noche estrellada
	Curso para niños, sobrevivir fuera de nuestro planeta y qué actividades se llevan a cabo en la Estación Espacial Internacional.	Juguemos a ser astronautas
	Aprende ahora de objetos fascinantes como los agujeros negros, los cuásares y las estrellas de neutrones	Extravagantes: objetos extremos en el universo
	elegir tus primeros binoculares o a sacarle el máximo provecho a los que ya tienes. Entenderás sus principios, funcionamiento e importancia para los amantes del universo	Binoculares: Ventana al Universo
	¿Qué nos hace únicos y veremos qué posibilidades de hallar organismos similares a nosotros, Química de la vida, ¿planetas lejanos con selvas o ciudades extraterrestres?	Vida en el Universo: Introducción la Astrobiología
	Mitología, constelaciones y reconocimiento de cielo.	Paseo por las constelaciones
	Aprendizaje de nuevo vocabulario y actividades todo en una segunda lengua	Sky Lovers For Kids
	Homenaje a los primeros hacedores de ciencia en el país	Estrellas cartas y plantas
	La atmósfera, el agua, la luz y las características que hacen de este punto azul un hogar especial en el universo	nuestro planeta Las ventajas de ser distinto
	Conceptos básicos del universo con herramientas como Celestia y Stellarium	Astronomía Básica con herramientas digitales
	Qué es la luz, cómo se comportan las ondas electromagnéticas y cuáles son sus utilidades en diferentes áreas como la Astronomía, la medicina, la aviación y las telecomunicaciones	Experimentos con Luz: Nos inundan las ondas
	Repetido	Relatividad para principiantes
Arte y Astronomía de la mano	Vacaciones en el planetario	
Astronomía y literatura	El amor que mueve el Sol	
¿Cómo funcionan los volcanes, qué tipos existen y cómo podemos estudiarlos en otros planetas por medio de misiones espaciales?	Volcanes y cráteres extraterrestres	
Métodos de esta disciplina que estudia la estructura, composición, formación y evolución de los cuerpos que aparecen tras el nacimiento de una estrella.	La ciencia de los planetas	

Jugando a ser astrónomos para niños	Vacaciones en el planetario
Taller de bordado para diagramar constelaciones en tela con hilo	Entre puntadas y estrellas
Literatura y el reconocimiento de las estrellas de los tiempos de faraones. En la última sesión se realizará una navegación por el cielo	Las estrellas y los faraones
sistema solar para visitar luego las estrellas que nos rodean. evolución estelar, los tipos de estrellas	Astronomía Básica: Un viaje por el universo
Repetido	Entre puntadas y estrellas
elegir tu primer instrumento óptico, tesoros escondidos en el firmamento, planear una salida de observación, conocimientos fundamentales de la Astronomía observacional y mapas estelares	Aprende a usar binoculares y telescopios para observar el universo
Contextualizar en el uso de las IA, debates sobre la ética e ideas como el open source.	Curso Básico de inteligencia artificial
Creaciones artísticas acompañadas por la Astronomía	Club: Aventureros científicos
Introducción al futurismo y la escritura de la ciencia ficción	Futuroscopios
Repetido	Basic Astronomy club for sky lovers
Literatura, astroBiología e interacciones sociales	Cuentos de otros mundos: Astronomía e historias de extraterrestres
Repetido	Paseo por las constelaciones
Astronomía y literatura de los griegos	El cielo de los griegos
Día, noche, arte y Astronomía	Vacaciones en el planetario
Repetido	Historias Fugaces
Reflexión en la obra de Adriano y sus interpretaciones en la Astronomía	Memorias de Adriano
Repetido	Aprende a ver el cielo
¿En qué se parece una nebulosa a una guardería?	Club: Aventureros Científicos
Un espacio para sumergir a los niños y niñas en el apasionante mundo de la robótica y la exploración espacial.	Robótica Estelar
Una guía básica para entender a los agujeros negros, acercarnos a sus extrañas propiedades Físicas y la manera como la Astronomía del presente	Agujeros Negros

Se resalta, por tanto, la actividad de Maloka, en el abordaje de diferentes conceptos físicos, relacionados con temáticas de la mecánica clásica, los fenómenos electromagnéticos, la Física de fluidos y por ser pionero en el país en la aproximación a fenómenos de Física contemporánea, avances científicos que aún no han sido vinculados de manera explícita en el currículo (Ministerio de Educación Nacional, 2011).

La principal tendencia didáctica que se aprecia en Maloka es el aprendizaje activo, ofrece exhibiciones interactivas y experimentos prácticos que permiten a los visitantes explorar y experimentar los principios físicos, interactuar directamente con los equipos y dispositivos científicos, facilitando la comprensión de conceptos complejos de la Física a través de la experiencia directa. Cuenta, además, con demostraciones en vivo que presentan fenómenos físicos, estimulando de esta manera diferentes habilidades. Las exposiciones periódicas de Maloka, presentan aplicaciones prácticas de la Física en la vida cotidiana, la tecnología y otros campos científicos. Los visitantes pueden explorar y comprender cómo la Física está presente en diversos ámbitos de sus vidas, objetivos que, como se mencionó anteriormente, permiten el desarrollo científico, el fortalecimiento conceptual de la Física y estimulan las vocaciones científicas.

En Medellín, una de las ciudades más importantes del país, por su parte, se encuentra el Centro de Ciencias Parque Explora, fundada en el 2008, ha venido realizando diferentes actividades de divulgación, culturización y enseñanza de las ciencias conforme se enuncia en la tabla IV.

TABLA IV. Actividades que se realizan en el Parque Explora. Fuente: autores.

Actividad	Temática	Título
	Astronomía	¿De qué está hecho el sol?
	Astronomía	Las orejas de la luna
	Estudiando cometas	Los colores del cometa Leonard
Conversatorios:	Mujeres en la ciencia	Mileva Maric
seminarios y	Mujeres que contribuyeron en avances astronómicos	Caroline Herschel
charlas para	De la ficción a la realidad	Relatos del fin del mundo
público general	Astronomía	Estrellas y sus planetas
	Las mujeres en los avances en la Luna	Mujeres en la luna
	Mujeres tomando el mando	Primera mujer directora del JPL
	Astronomía	Luna: de la Tierra o del Sol

Actividad	Temática	Título	
	Comprendiendo mi entorno desde la Astronomía	El cielo esta noche	
	Astronomía	La constelación de Fibonacci	
	AstroBiología	Dos fenómenos planetarios para el origen de la vida	
	Astronomía en el contexto colombiano	El legado de Julio Garavito Armero	
	Astronomía	Cronolunas: satélites con anillos	
	La constelación del hemisferio norte	El auriga: Un evento desconocido	
	Cuestionando a las estrellas	A dónde van las estrellas	
	Explorando: una mirada astronómica desde los cómics	Astronomía pop: Estrellas en cómics	
	Observando primeras imágenes	Galaxias en la primera imagen del Webb	
	AstroFísica	Zoológico Estelar	
	Mis vecinos espaciales	Galaxias: historias de vecindarios espaciales	
	El universo y sus historias	El universo historias extraordinarias	
	Astronomía	Las orejas de saturno	
	Observando fenómenos	Desde el observatorio temporada de eclipses	
	Fenómenos astronómicos	Domingo de Luna Roja	
Astronomía	Cómo nacen las estrellas		
	Comprendiendo mi entorno desde la Astronomía	¿Por qué estás y no te veo? Observación en cielos difíciles	
	AstroFísica	Sagitario A* Viaje al agujero negro de nuestra galaxia	
	Astronomía	Los nombres de las estrellas	
	Fenómenos extraordinarios	Nacerán estrellas: Los brazos de Andrómeda	
	Talleres	Dirigido a niños 5 a 7 años, taller de plastilina, domo y observación solar	Un día de Sol
		Construcción de espectroscopios	Los colores del Sol
		Charla de constelaciones y taller de pintura	Costelaciones del Zodiaco en tu camiseta
		Taller de Escritura	El Sol: Un poema Cósmico
		Taller de formación planetaria	Conociendo nuestro vecindario cósmico
		Taller de observación solar directa	Desenredemos el Sol
		Taller de observación celeste con telescopio	Saca de paseo tu telescopio
		Cosmogonía de los pueblos Uw'a y Huitoto, veremos por qué la luz y la oscuridad tienen tanta presencia en sus relatos y cuál es la presencia de estas dos entidades en el universo conocido y moldeado.	¿Cómo se moldeó el universo?
		Estudio de meteoritos y asteroides, manufactura un dinosaurio	Halloween para niñas y niños
		Aprendizaje del manejo de una carta celeste y su construcción	Manejo de la carta Celeste
		Virtual, modelaje con plastilina y explicación de las capas terrestres	Viaje al centro de la Tierra
Eventos		Convocatoria a concurso y olimpiada a jóvenes interesados en la Astronomía.	Seamos protoestrellas
		Concurso de pintura	¿Qué imaginas cuando oyes la palabra asteroide?
		II Encuentro latinoamericano de enseñanza y la didáctica de la Astronomía	Aula Bajo las estrellas
		Convocatoria a residencia para interesados en arte basado en ciencia	El espacio que somos
	Fiesta de disfraces y recorridos por museo y domo con música	Space Disco	
	9 personajes científicos	Novena planetaria	
	100 años del descubrimiento de la tumba de Tutankamón	Faraones y vino bajo las estrellas	
	Evento de charla por nueva función del domo, con comida y bebida	Universo Invisible	
	Concurso de escritura en ciencia ficción	Flotar es un gran destino	
	Actividad de formación	Expedición fotográfica desierto de la tatacoa	
	Observación astronómica para la comunidad	Observación astronómica en Yolombo	
	Planetario móvil por varias poblaciones	Una nave espacial viaja por Antioquia	

El parque explora en sus actividades integra posturas pedagógicas, que van desde las exposiciones magistrales hasta algunos aspectos del constructivismo social, el aprendizaje activo, el aprendizaje basado en problemas, el enfoque lúdico y la interdisciplinariedad, fundamentos que se evidencian en la forma de interactuar de los visitantes con

los fenómenos de las Ciencias Naturales y particularmente de la Física. Desde estas actividades se permite estimular las vocaciones científicas, el desarrollo del razonamiento y pensamiento científico, ya que los participantes pueden realizar observaciones, formular hipótesis y vincular la experimentación en el aprendizaje de la ciencia y en la resolución de problemas de tipo tecnológico o social.

Es de destacar, su enfoque inclusivo en programas y exhibiciones diseñados para diferentes audiencias, niños, jóvenes adultos y personas con capacidades diversas. (Rodríguez, 2023), además del abordaje de una amplia gama de conceptos físicos en cada una de sus exposiciones y actividades. Entre las temáticas abordadas se destacan particularmente las potencialidades didácticas para el fortalecimiento de conceptos relacionados a la electricidad, la óptica, la mecánica, la termodinámica, las ondas, la Física Cuántica y la Astronomía. Los visitantes tienen la oportunidad de aprender sobre principios fundamentales como la carga eléctrica, los circuitos eléctricos, la reflexión de la luz, las leyes del movimiento, la transferencia de energía térmica, las ondas sonoras, los fenómenos cuánticos y los misterios del universo.

En síntesis, se puede evidenciar que los centros de ciencia del país son escenarios con un gran impacto en la divulgación y culturización científica, sin embargo, el accionar de los mismos está centrado en dos áreas de impacto, el altiplano cundiboyacense y la región antioqueña, considerando un impacto en aproximadamente un 3% del territorio nacional, esto sugiere la necesidad de potencializar la creación de nuevos centros de ciencia para otras regiones del país (Pinzón *et al.*, 2015). De igual manera, salvo algunos trabajos de grado desarrollados en los dos escenarios, no es evidente la articulación de la escuela con los mismos, generando la percepción de que las visitas escolares a estos escenarios no presentan una correlación de actividades que permita ampliar y fortalecer de manera congruente y consecuente con el currículo, la enseñanza de la física (Fernández y Vallejo, 2017; Massarani *et al.*, 2019; Mejía, 2012; Ortiz *et al.*, 2021)

B.3. Planetarios

Se identificaron 7 planetarios, distribuidos por las principales ciudades del país, presentes en la región Andina, Caribe y Pacífica, no se encontraron registros de planetarios en las regiones Orinoquía, Insular y Amazonas, es decir que, pese a que la cobertura de estos escenarios es más representativa que la de los centros de ciencia, es necesario incentivar la presencia de estos en las regiones.

Respecto a los planetarios, se evidencio que la mayoría dirigen sus actividades a la proyección del cielo nocturno y la divulgación de la Astronomía observacional, se destaca también la interacción de los planetarios con la formación docente en Astronomía, especialmente el de Medellín y Bogotá (Aranda *et al.*, 2021; Fernández y Vallejo, 2017), Las actividades que se pudieron encontrar de los planetarios se pueden apreciar en la tabla V.

TABLA V. Actividades que se realizan en los planetarios. Fuente: autores.

Planetario	Actividad	Temática	Título
Bogotá		Espacio para la charla y la observación astronómica actividad trimestral	Planetario Nocturno
		Domo portátil del planetario que va regularmente a parque o plazas de la ciudad	Planetario Móvil
		Visita a comunidades del distrito capital enseñando sobre Astronomía a público diverso	Misión Quynza
		Seguimiento al lanzamiento de la misión que regresa a la luna	Lanzamiento Artemis I
	Eventos	Charlas, conferencias y papel de la mujer y la niña en la ciencia	V Encuentro Colombiano de la Mujer y la Niña en la Ciencia
		Formación de profesores en actividades de Astronomía, Geología y Biología a nivel distrital	Programa Planetario para Profes
		Conferencias del número Pi y su influencia en la vida cotidiana	Día de Pi
		Charlas, talleres y exposiciones	Día de la Tierra
		Proyección con la "hormiga" óptico-mecánica.	Espectáculo bajo las estrellas
		Charlas, talleres y juegos de ciencia ficción	Día Geek
		Introducción a la Astronomía para mayores de 15 años	Mi primer viaje por el Universo
	Cursos	Curso virtual de Astronomía básica del universo para niños	Curso de Astronomía infantil
		Información que provee la luz hasta sus sombras, descubrimientos e investigación en Astronomía	Maravillas de la Luz

Planetario	Actividad	Temática	Título
	Repetido	curso de Astronomía observacional	Introducción a la Astronomía
		Detalles base de programación y manejo del programa Phytón	Mirando al cielo
		Conociendo nuevos escenarios	Phytón y Astronomía
		Desde la ficción hasta la realidad	Centros de Interés en Astronomía
		Observando mi entorno	Vida extraterrestre ¿Ciencia o ficción?
		Astronomía	Los cielos de diciembre
		Primera vez en el espacio	El nacimiento de la Luna
	Charlas	AstroBiología	Yuris Night
		Grandes avances desde el territorio colombiano	Evolución: El curso de la vida en el universo
		Recordando momentos históricos	Colombia nombra una estrella y un exoplaneta
		Exponiendo posters	Periódicas de ACDA: Los meteoritos de Floresta y Santa Rosa de Viterbo
	Taller	Espectroscopia	GeoBiología
		Manejo de equipos óptico	Astro vacaciones
		Antenas, espectros de radio, radioAstronomía	Trae tu telescopio
Preguntas sobre el universo, sus posibilidades de vida y que es la vida para niños		Laboratorio de Radiofrecuencias	
Circuitos, sonido, origami y electrónica		AstroBiología, la vida y lo vivo	
			Arte, Ciencia y Tecnología
Combarraquilla en Barranquilla	Observación y talleres		
Planetario Universidad Tecnológica en Pereira	Proyección y observación		
Planetario Jesús Emilio Ramírez González en Medellín	Proyección, observación y cursos de formación en Astronomía		
Planetario de la Escuela Naval de Cadetes- Cartagena	Instrucción de la materia Fundamentos de Navegación Astronómica y proyecciones para el público en general		
Planetario de Bucaramanga	Actividades de formación del grupo de Investigación Halley y la Universidad Industrial de Santander, Proyecciones para el público en general		
Planetario de la Escuela Militar de Aviación en la ciudad de Cali	Actividades de formación en Astronomía para público general		

La Astronomía ha demostrado tener conexiones interdisciplinarias que facilitan la comprensión de conceptos científicos (Valderrama y Navarrete, 2020). En Colombia, la enseñanza de Astronomía es un tema emergente y las escuelas no están preparadas para abordarlo (Valderrama, 2023). Por lo tanto, los planetarios y observatorios astronómicos desempeñan un papel crucial. Necesitan mantener una relación constante con el sistema educativo, especialmente en temas como el reconocimiento del cielo, las leyes de Kepler sobre el movimiento planetario, las leyes de Newton sobre la gravedad, el espectro electromagnético y las formas de radiación, la estructura y evolución estelar, fenómenos cosmológicos como el Big Bang y la expansión del universo, y los principios básicos de la teoría de la relatividad de Einstein. Los planetarios ofrecen una oportunidad única para visualizar y entender estos conceptos a través de proyecciones inmersivas y programas educativos con tecnología avanzada y efectos visuales.

Además, los planetarios también pueden ofrecer información sobre la historia de la Astronomía, descubrimientos recientes y misiones espaciales, lo que contribuye a una comprensión más completa de la Física y la Astronomía en el contexto de nuestro universo.

B.4. Observatorios astronómicos

Se identificaron 14 observatorios astronómicos en el país (tabla VI), con actividades de divulgación y formación científica dentro de sus actividades misionales, ya que los observatorios astronómicos generalmente tienen fines de formación e investigación. Se evidenció además que la mayoría de los observatorios pertenecen a instituciones de educación superior en el país.

TABLA VI. Observatorios astronómicos con actividades de divulgación astronómica en Colombia. Fuente: autores.

N°	Nombre	Lugar	Creación	Actividades
1	Observatorio astronómico Goranchacha	Tunja	2021	Observaciones y recorridos
2	Observatorio Astronómico Zaquencipa - Kosmos Museo del Espacio	Santa Sofía	s.f	Observaciones y talleres
3	Observatorio Nacional de Colombia	Bogotá	1803	Proyección, clubs de ciencia y participación con colegios
4	Observatorio Astronómico Maximiliano Álzate	Cachipay	s.f	Observaciones, talleres para diferentes poblaciones
5	Observatorio astronómico OATA	Villavieja	s.f	Observación
6	Observatorio Astronómico Astro sur	Villavieja	s.f	N/A
7	Complejo Astronómico Grupo Halley UIS	Bucaramanga	2015	Observación, investigación y espectroscopia.
8	Observatorio astronómico Uniandes	Bogotá	1991	Observación, investigación y talleres
9	Observatorio astronómico LatitUD	Bogotá	2019	Observación, cursos y proyecciones
10	Observatorio astronómico universidad Sergio Arboleda	Bogotá	2000	Estudio teórico y experimental de asteroides
11	Observatorio Astronómico universidad de Nariño	Pasto	2002	Enseñanza de la Astronomía para todos niveles de formación.
12	Observatorio Astronómico ITM	Medellín	2015	Observación
13	Observatorio Astronómico de la Universidad del Valle	Cali	1973	Observación, semilleros de investigación y divulgación.
14	Observatorio Astronómico UTP	Pereira	2007	proyección, club y recorrido

Los observatorios ofrecen varias ventajas para la enseñanza de la física. En primer lugar, proporcionan un entorno real y auténtico para realizar observaciones astronómicas, lo que permite a los estudiantes experimentar directamente los fenómenos físicos en el universo. Además, los observatorios suelen contar con telescopios de alta calidad y equipos especializados, lo que brinda a los estudiantes la oportunidad de utilizar tecnología avanzada y desarrollar habilidades prácticas en la recopilación y análisis de datos astronómicos. Los observatorios también fomentan la investigación y el trabajo en equipo, ya que los estudiantes pueden colaborar en proyectos de observación y análisis de datos.

Además, los observatorios suelen estar ubicados en lugares con cielos oscuros y condiciones óptimas para la observación, lo que permite una visibilidad clara de los cuerpos celestes y la realización de investigaciones más precisas. También, los observatorios pueden proporcionar acceso a expertos y astrónomos profesionales que pueden compartir su conocimiento y experiencia con los estudiantes. En conclusión, el potencial de estos escenarios en la formación científica en Física radica en que ofrecen una conexión directa con el mundo real de la Astronomía y la Física, lo que puede despertar el interés y la pasión por estas disciplinas y fomentar vocaciones científicas en los estudiantes. Pese a lo anterior solo se encontraron dos trabajos de investigación en didáctica de la Astronomía asociados a los resultados obtenidos en el trabajo de divulgación y educación en el área desde observatorios astronómicos en Colombia. (Galeano y Salazar, 2023; Rodríguez, 2019).

IV. CONCLUSIONES

Los escenarios de educación no formal en Colombia presentan potencialidades significativas para la enseñanza de la física. Estos espacios brindan oportunidades únicas para el aprendizaje experiencial y el acercamiento práctico a los conceptos físicos, despertando el interés y la curiosidad de los estudiantes. Sin embargo, es importante reconocer la necesidad de fortalecer las actividades realizadas en estos escenarios, incorporando innovaciones didácticas que estimulen la participación activa y promuevan diferentes mecanismos de evaluación que dé cuenta de los resultados alcanzados en el fortalecimiento conceptual y desarrollo de habilidades científicas relacionadas con la Física.

Además, es crucial articular esfuerzos entre la educación no formal y la formal, estableciendo colaboraciones y sinergias que enriquezcan la enseñanza de la física. La integración de visitas a estos escenarios en los programas curriculares, la capacitación de docentes en la utilización de estos recursos y el desarrollo de proyectos conjuntos puede fortalecer la conexión entre ambas modalidades educativas, potenciando así los beneficios para los estudiantes.

Asimismo, es necesario reconocer la importancia de generar más espacios de educación no formal en regiones del país que aún no cuentan con museos, centros de ciencia, planetarios u observatorios astronómicos. Esto permitiría que un mayor número de estudiantes, especialmente aquellos que viven en áreas alejadas, tengan acceso a estas experiencias enriquecedoras y estimulantes.

Cabe resaltar que, si bien los escenarios de educación no formal se constituyen como espacios para complementar el aprendizaje, se requiere potenciar el uso de los centros de ciencia en la enseñanza de la física, puesto que se evidencia la necesidad de despertar el interés hacia esta ciencia, pues los resultados demuestran su potencial en la educación de estudiantes de diferentes niveles educativos y público en general, sin embargo, los estudios se encuentran más orientados a conocer los resultados en el aprendizaje de la biología resultantes de las visitas a museos.

REFERENCIAS

- Aguirre Pérez, C. y Vázquez Molini, A. M. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 3(3), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1026030&info=resumen&idioma=POR>
- Ahumada, M. A. (2021). Apuestas desde la educación popular. Saberes y sabidurías pedagógicas: encuentro de la palabra y las experiencias educativas. *Revista Boletín Redipe*, 10(12), 88–101. <https://doi.org/10.36260/RBR.V10I12.1570>
- Aranda Chirimuscay, A. L., González Bautista, I. P. y Rodríguez, J. H. (2021). Formación inicial de Educadores Infantiles: sistematización de la experiencia en el escenario de prácticas Planetario de Bogotá (fase I). <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13508>
- Arias, M., Marianela, M. y Camacho, N. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(3), 1-20. <https://doi.org/10.15517/AIE.V17I3.29878>
- Cardona Arango, D., Gómez Monsalve, Y. y Pino Mejía, C. (2018). Acuaciencia: promoviendo el desarrollo de habilidades científicas en niños(as) dentro del Museo de ciencias naturales de la Salle. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/28066>
- Elizondo Treviño, M. del S. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. <http://www.presenciauniversitaria.uanl.mx/>
- Fagerstrom, J. M. (2020). Introducing health and medical physics to young learners in preschool to fifth grade. *Health Physics*, 118(1), 106–110. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001124>
- Fernández, L. F. C. y Vallejo, J. P. S. (2017). Formación permanente de maestros en el Parque Explora: una aproximación a la comunidad Astromae. *Revista Senderos Pedagógicos*, 8(8), 123–140. <https://doi.org/10.53995/SP.V8I8.971>
- Furió-Mas, C., Furió-Gómez, C. y Solbes-Matarredona, J. (2012). Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza. *Educar em Revista*, 44, 37–57. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602012000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Galeano, D., Migueí, G., Manzano, A. S., Andrés, M. E. y Salazar, Q. (2020). *Evaluación de las capacidades Científicas y didácticas del radiotelescopio en banda KU del observatorio Astronómico UTP*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. <https://hdl.handle.net/11059/13016>
- Guisasola Aranzabal, J. y Morentin Pascual, 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. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3704>
- Karwasz, G. P., & Wyborska, K. (2023). How Constructivist Environment Changes Perception of Learning: Physics Is Fun. *Education Sciences*, 13(2), 195. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI13020195>
- Marín Velásquez, T. y Arriojas Tocuyo, D. D. J. (2021). Ubicación de revistas científicas en cuartiles según SJR. *Anales de Documentación*, 24(1). <https://doi.org/10.6018/analesdoc.455951>
- Massarani, L., Poenaru, L. M., Norberto Rocha, J., Rowe, S., & Falla, S. (2019). Adolescents learning with exhibits and explainers: the case of Maloka. *International Journal of Science Education, Part B*, 9(3), 253-267. DOI: 10.1080/21548455.2019.1646439

- Mejía Aristizábal, L. S. (2012). Procesos de subjetivación y experiencias formativas : un estudio antropológico pedagógico en el Parque Explora de la ciudad de Medellín. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16907>
- Ministerio de Educación Nacional. (2011). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales: formar en ciencias, ¡el desafío! Biblioteca Digital Magisterio. <http://bibliotecadigital.magisterio.co/libro/estandares-basicos-de-competencias-en-ciencias-naturales-y-cienciassociales-formar-en>
- Miranda, E. C. y Agreda, G. M. R. P. de. (2017). Educación no Formal: potencialidades y valor social. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36(1). <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/3342>
- Morentin, M., & Guisasola, J. (2015). Primary and secondary teachers' ideas on school visits to science centres in the Basque country. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 191–214. <https://doi.org/10.1007/S10763-013-9481-1/METRICS>
- Murillo Mosquera, J., Gómez Aristizabal, N. S. y Mejía Gaviria, L. M. (2018). El desarrollo de competencias científicas : una propuesta que integra el museo de la Universidad de Antioquia, como recurso didáctico, en la metodología del aprendizaje basado en problemas. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/22970>
- Nicolás, A., Pedrozo, D., Elena, N. y Guerra, G. (2019). Historia y evolución de la escuela nueva como modelo educativo en Colombia. <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/handle/20.500.13064/223>
- Ortiz Gil, A., Aristizábal García, D. C. y Restrepo Cadavid, J. (2021). Un tránsito que inicia: Parque Explora, escenario equitativo para la apropiación social del conocimiento. *Revista Catalejo*, 14, 62–65. <http://repository.ea-fit.edu.co/handle/10784/31153>
- Paiba Páez, W. H. (2017). Percepciones de los estudiantes uniandinos sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje en cursos de física 1 y 2. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/61921>
- Pardo, L. M. G. y Valderrama, D. A. (2021). Enseñanza de la física en pandemia; una experiencia desde el enfoque cts. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario, 274–280. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15104>
- Pastor Homs, M. Inmaculada. (2004). *Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales*.
- Pico, H. R., Inés, D. y Giraldo, A. (2021). Educación como proceso dialógico donde el sujeto es el principal agente de cambio. *Miradas*, 16(1), 97–118. <https://doi.org/10.22517/25393812.24863>
- Pinzón Ortega, A. S., Franco Avellaneda, M. y Falla, S. (2015). Condiciones que posibilitan el acceso a un museo de ciencias: análisis del caso Maloka. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 7(12), 11–27.
- Reyes Bellmunt, T. (2021). A propósito de la nueva definición de museo del siglo XXI. *Revista Catalana de Museologia*, 1.
- Rodari, P. y Merzagora, M. (2007). Mediadores em museus e centros de ciência: Status, papéis e capacitação. Uma visão geral europeia. En Massarini, L. (Org.). *Diálogos & Ciência: Mediação em Museus e Centros de Ciência*, (pp. 7–20).
- Rodríguez García, F. A. (2023). Museo móvil como estrategia de divulgación de la Paleontología dirigido a visitantes del Museo de Ciencia del Parque Explora. www.udea.edu.co
- Rodríguez Real, L. N. (2019). Diseño de módulo didáctico en arqueoastronomía como apoyo a las actividades del Observatorio Astronómico de la Universidad Distrital. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26303>
- Sabbatini, M. (2003). Centros de ciencia y museos científicos virtuales: teoría y práctica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 4(1). <https://doi.org/10.14201/EKS.14340>
- Sanchez Fundora, Y. y Roque García, Y. (2021). La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 7(0), 105–108. <http://revistas.bnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/315>
- Smitter, Y. (2006). Hacia una perspectiva sistémica de la educación no formal. *Laurus*, 12(22), 241–256. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102213>

Solis, D. H., Hutchinson, D., & Longnecker, N. (2021). Formal Learning in Informal Settings — Increased Physics Content Knowledge After a Science Centre Visit. *Frontiers in Education*, 6, 698691. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.698691>

Valderrama, D. A. (2023). Enseñanza de la astronomía, tensiones y distensiones frente al quehacer docente. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 87–98. <https://doi.org/10.51660/RIPIE.V3I1.113>

Valderrama, D. A. y Navarrete Florez, D. S. (2020). Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.