

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

ESTRATEGIAS PARA LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO EN CENTROS DE CIENCIA: UNA PROPUESTA PARA FORTALECER LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

**STRATEGIES FOR KNOWLEDGE GENERATION IN
SCIENCE CENTERS: A PROPOSAL TO STRENGTHEN THE
SOCIAL APPROPRIATION OF KNOWLEDGE**

Laura Cristina Fuentes Osorio

Fundación Zoológica de Cali, Villavicencio, Colombia

Evelyn Consuelo Chavarro Martínez

Fundación Zoológica de Cali, Inírida, Colombia

Juan Sebastian Chinome Cipagauta

Fundación Zoológica de Cali, Villavicencio

Hamilton Estib Garcia Segura

Fundación Zoológica de Cali, San José del Guaviare, Colombia

Robert Arango López

Fundación Zoológica de Cali, Cali, Colombia

Estrategias para la generación de conocimiento en centros de ciencia: una propuesta para fortalecer la Apropiación Social del Conocimiento

Laura Cristina Fuentes Osorio¹

laura.fuentesosorio11@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-7347-400X>

Fundación Zoológica de Cali, Villavicencio,
Colombia

Evelyn Consuelo Chavarro Martínez

evelyn.ccm13@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-7941-7566>

Fundación Zoológica de Cali, Inírida, Colombia

Juan Sebastian Chinome Cipagauta

juanscc22@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6085-250X>

Fundación Zoológica de Cali, Villavicencio,
Colombia

Hamilton Estib Garcia Segura

hamiltonstib@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-5484-8789>

Fundación Zoológica de Cali, San José del
Guaviare, Colombia.

Robert Arango López

robert.arango@fzc.com.co

<https://orcid.org/0000-0003-2514-1363>

Fundación Zoológica de Cali, Cali, Colombia.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el marco del proyecto *Entrelazos: crear para crear* de la Fundación Zoológica de Cali y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia para el fortalecimiento de centros de ciencia no reconocidos de la región llanos. El objetivo es proponer diez estrategias que promueven la generación de conocimiento en centros de ciencia, en aras de comprender sus dinámicas y aportar a los procesos de Apropiación Social del Conocimiento (ASC). Para ello, se implementó una metodología cualitativa basada en observación participante en los tres centros de ciencia no reconocidos incluidos en el proyecto, así como en entrevistas semiestructuradas aplicadas en los mismos y en tres centros de ciencia reconocidos en el país (avalados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación). Una vez recopilados los datos, se organizaron en categorías y subcategorías de análisis para la sistematización y consolidación de las estrategias. De esta manera, la investigación contribuye a la comprensión de las dinámicas en la generación de conocimiento en los centros de ciencia, las claves para desarrollarla y abre nuevos caminos de indagación relacionados con la ASC en la práctica cotidiana de estos espacios.

Palabras clave: generación de conocimiento, apropiación social del conocimiento, estrategias, centros de ciencia

¹ Autora principal

Correspondencia: laura.fuentesosorio11@gmail.com

Strategies for knowledge generation in science centers: a proposal to strengthen the Social Appropriation of Knowledge

ABSTRACT

This research was carried out in the framework of the project *Entrelazos: crear para crear* of the Zoological Foundation of Cali and the Ministry of Science, Technology and Innovation of Colombia for the strengthening of unrecognized science centers in the Llanos region. The objective was to propose ten strategies to promote knowledge generation in science centers, understand their dynamics, and contribute to the Social Appropriation of Knowledge (ASC). For this purpose, a qualitative methodology was implemented based on participant observation in the three non-recognized science centers included in the project, as well as on semi-structured interviews applied in them and in three recognized science centers in the country (endorsed by the Ministry of Science, Technology, and Innovation). Once the data were collected, they were organized into categories and subcategories of analysis for the systematization and consolidation of the strategies. In this way, the research contributes to understanding the dynamics of knowledge generation in science centers and the keys to developing it. It also opens new paths of inquiry related to CSA in the daily practice of these spaces.

Key words: knowledge generation, social appropriation of knowledge, strategies, science centers

Artículo recibido 15 marzo 2025

Aceptado para publicación: 20 abril 2025



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolla en el marco del proyecto *Entrelazos, Creer para crear* de la Fundación Zoológica de Cali y el Ministerio de la Ciencia en Colombia, en alianza con la Fundación Cunaguaro (Casanare) y la Asociación para el estudio y la conservación de las aves acuáticas de Colombia - Calidris (Valle del Cauca), como una estrategia para fortalecer la ciencia, tecnología e innovación mediante el apoyo a centros de ciencia no reconocidos o emergentes en el país. Allí, se buscó propiciar una conversación plural y diversa de manera permanente con el fin de intercambiar miradas y conocimientos sobre la forma de conectar a la sociedad con el entorno.

Los centros de ciencia se definen como instituciones de carácter público, privado o mixto, sin ánimo de lucro, con personería jurídica o dependientes de otra organización con un espacio físico para la interacción del público de manera permanente y que tiene la Apropiación Social del Conocimiento como parte integral de su misión u objetivo social (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, s.f.). Estos, se constituyen como espacios idóneos para el intercambio, la comprensión y el uso contextualizado y democrático de la Ciencia, Tecnología e Innovación por parte de la sociedad. De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, (s.f), los centros de ciencia se clasifican en cuatro tipos: Bioespacios, Espacios para las Ciencias exactas, físicas, sociales y la tecnología, Espacios de construcción ciudadana en Ciencia, tecnología e Innovación y Espacios mixtos.

Los centros de ciencia, al ser instituciones que buscan promover la Apropiación Social del Conocimiento (ASC), se enfrentan al reto de transformar el modelo de la comunicación científica en que desarrollan sus actividades: pasar del modelo de déficit al modelo democrático. A diferencia del primero, el modelo democrático “valora el conocimiento de los ciudadanos y se les reconoce como expertos con posibilidades de aplicar la ciencia en su contexto específico y por ello, la comunicación fluye en doble vía: de la ciencia al público y del público a la ciencia” (Jiménez & Palacio, 2010, p.231). En ese sentido, surge la necesidad de comprender la manera como los centros de ciencia pueden convertirse en lugares para generar conocimiento en el marco de la ASC y el modelo de comunicación científica democrático que la constituye. Así, las estrategias de generación de conocimiento no se limitan a un ejercicio unidireccional desde los centros de ciencia, sino que se nutren del intercambio de saberes y las experiencias de las comunidades que participan en las actividades que estos desarrollan en sus



contextos específicos. Teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionaron tres centros de ciencia no reconocidos de la región llanos y tres centros de ciencia reconocidos a nivel nacional con el fin de responder a la pregunta: ¿Cuáles son las diez principales estrategias para la generación de conocimiento en los centros de ciencia desde las experiencias de centros de ciencia emergentes de la región llanos y centros de ciencia reconocidos en Colombia que contribuyen a los procesos de apropiación social del conocimiento?

Por lo tanto, el objetivo general de la investigación es proponer diez estrategias que promuevan la generación de conocimiento en centros de ciencia, usando una metodología cualitativa que permita el análisis de experiencias diversas en tres centros de ciencia de la región llanos y tres centros de ciencia reconocidos a nivel nacional (Colombia), con el fin de contribuir a los procesos de Apropiación Social del Conocimiento (ASC). Para lograrlo, se desarrollan tres objetivos específicos, el primero es identificar las estrategias de los tres centros de ciencia de la región llanos para generar conocimiento a partir de sus actividades y líneas de trabajo, incluyendo las metodologías, herramientas que emplean y la vinculación de semilleros de investigación; el segundo, reconocer los elementos que influyen en la generación de conocimiento para la ASC en los tres centros de ciencia de la región llanos desde el intercambio de saberes entre los diferentes actores involucrados en el proceso, tales como los centros de ciencia y la comunidad; y el tercero, analizar las experiencias de otros tres centros de ciencia reconocidos por medio de la aplicación de entrevistas semiestructuradas, relacionándolas con las obtenidas en los tres centros de ciencia de la región llanos para establecer diez estrategias significativas en torno a la generación y apropiación social del conocimiento.

Marco conceptual

Para abordar el análisis se establecen dos categorías teóricas generales: Generación de conocimiento y ASC, y tres subcategorías: Estrategias, Conocimiento y Participación, las cuales serán definidas a partir de autores específicos para efectos de este estudio. En ese orden de ideas, la *Generación de conocimiento* hace referencia al concepto del “Ba”, el cual es entendido como un espacio de relaciones emergentes que permiten la creación de conocimiento a partir del encuentro con el otro, el intercambio de ideas y la retroalimentación permanente (Nonaka & Konno, 1998).

Por otro lado, la *Apropiación social del conocimiento* es



Un proceso intencionado, que convoca a todos los actores sociales a participar de prácticas de intercambio, diálogo, análisis, reflexión y negociación; prácticas que promueven la comprensión e intervención de sus contextos. Este proceso se genera mediante la gestión, producción y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en entornos de confianza, equidad e inclusión, lo que hace posible la transformación de realidades y la generación de bienestar social (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación [Minciencias], 2021, p.20)

Así mismo, en la *generación de conocimiento* se encuentran las subcategorías de *estrategias y conocimiento*. De acuerdo con Gutiérrez (1999), citado por Martínez et al. (2020), la *Estrategia* “es el conjunto de métodos y procedimientos que permiten definir y alcanzar objetivos (...), a partir de los cuales se desarrolla el proceso que permite alcanzar la visión, desarrollando la misión” (p. 22). Por su parte, el *Conocimiento* se divide en conocimiento explícito y tácito. El conocimiento explícito, se refiere al conocimiento que puede ser expresado en letras y números, y compartidos en forma de datos, fórmulas científicas, especificaciones, manuales y otros; mientras que el conocimiento tácito no es fácilmente visible o expresable, se refiere a la experiencia personal, los valores, las creencias y las emociones de un individuo (Nonaka & Konno, 1998).

Por último, la categoría de *Apropiación Social del Conocimiento* se apoya en la subcategoría de *Participación*. De acuerdo con la política pública de ASC del 2021, la *Participación* es la intervención ciudadana para la toma de decisiones colectivas de interés social y de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI), esto es, un conjunto de “intervenciones que parten del reconocimiento de un contexto plural y diverso, en el cual (...) diversos saberes y conocimientos pueden interactuar y aportar a la construcción de comprensiones compartidas” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación [Minciencias], 2021, p.20)

METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolló a partir de una metodología cualitativa, concebida como aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y el comportamiento observable (Taylor & Bogdan, 1987). Para llevarla a cabo se implementaron distintos instrumentos de recolección de información en los centros de ciencia emergentes de la región llanos conocidos como Fundación Diamante de las Aguas (Guaviare), Museo Comunitario de Guainía



Corporación Cultural Ture (Guainía) y el Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos (Meta), y -en los centros de ciencia reconocidos- Fundación Zoológica de Cali (Valle del Cauca), Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional (Bogotá D.C.) y Maloka Museo Interactivo (Bogotá D.C.). Estos últimos se escogieron por su trayectoria y su trabajo en la ASC en el país.

Para llevar a cabo el primer objetivo específico, se aplicaron dos entrevistas semiestructuradas a los principales actores encargados de cada centro de ciencia no reconocido de la región llanos vinculados con el proyecto. Este tipo de entrevista es relevante para identificar las estrategias de generación de conocimiento, porque posibilita un diálogo flexible con los sujetos de estudio basado en algunas preguntas orientadoras, lo cual “motiva al interlocutor, aclara términos, identifica ambigüedades y reduce formalismos” (Díaz et.al, 2013, p.2). Por lo tanto, en este caso su estructura estuvo basada en una guía de entrevista conformada por 11 preguntas clave (revisar anexo 1) que permitieron una adecuada gestión de la información.

Así mismo, se realizó observación participante en los espacios internos de los centros de ciencia emergentes, esto es, una observación controlada y sistemática de todo lo que acontece mientras participan en las actividades de la población estudiada (Guber, 2001, p. 22), llevando el registro detallado en un total de diez notas de campo. Cabe aclarar que dichos espacios se refieren a aquellos en los que no estuvo presente la comunidad, ya que comprender las dinámicas internas de los centros de ciencia y actores vinculados como semilleros de investigación en la generación de conocimiento es fundamental como punto de partida para el estudio.

Con respecto al segundo objetivo, se realizaron varias sesiones de observación participante en algunas experiencias ofrecidas por los tres centros de ciencia emergentes, de donde se obtuvieron cinco notas de campo. Esto permitió una inmersión en los espacios de generación de conocimiento y ASC que involucran distintos actores como la comunidad y los semilleros de investigación. Estos espacios fueron diferentes en cada centro de ciencia, incluyendo experiencias como talleres, exposiciones, recorridos y estadías de acuerdo con la naturaleza de cada uno.

Por último, el tercer objetivo se abordó mediante la aplicación de dos entrevistas semiestructuradas por cada centro de ciencia reconocido que fue seleccionado para la presente investigación. En ese sentido, se diseñaron dos guías de entrevista, una relacionada con la generación de conocimiento y otra con la



ASC, para aplicarlas a dos perfiles distintos en cada centro de ciencia de acuerdo con su afinidad con las temáticas (revisar anexo 1). Esta información fue contrastada y puesta en diálogo con la obtenida a través de los demás instrumentos de recolección, con el fin de identificar las diez estrategias significativas que faciliten la generación de conocimiento en los centros de ciencia.

Para el análisis de la información, se llevaron a cabo tres etapas fundamentales: registro, sistematización y análisis. En la etapa de registro, se utilizaron grabaciones y transcripciones para las entrevistas, así como diarios de campo para la observación participante. Por su parte, la sistematización y análisis se desarrollaron a partir de matrices e índices analíticos conformados por categorías, subcategorías, códigos, fragmentos de datos y comentarios a través del software de Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la práctica cotidiana de los centros de ciencia, la generación de conocimiento se constituye como un proceso amplio, complejo y no lineal, puesto que intervienen múltiples actores y requiere de distintos tiempos de desarrollo. En términos generales, las dinámicas de la generación de conocimiento en cada centro de ciencia varían de acuerdo con su enfoque, capital humano, espacio, temáticas y conocimientos propios, lo cual permite identificar características de este proceso en las particularidades de cada uno sin establecer generalidades.

Considerando que la generación de conocimiento en la práctica está basada en un ejercicio de reflexión, intercambio de ideas y análisis de información similar al concepto del “Ba” en la teoría (Nonaka & Konno, 1998), para los centros de ciencia es fundamental tanto en su consolidación como en sus ejercicios de divulgación y apropiación de saberes. Por tanto, cada uno define su propia concepción sobre este proceso y las maneras de llevarlo a cabo de acuerdo con sus condiciones y características específicas, lo cual se desarrolla de forma espontánea en algunos casos y en otros, premeditada.

A grandes rasgos, desde la experiencia de los centros reconocidos y no reconocidos incluidos en el presente estudio, es posible identificar dos tipos de procesos de generación de conocimiento: académica y empírica. La primera se refiere a procesos sistemáticos y rigurosos basados en la investigación científica donde participan actores relacionados con la investigación y la academia. Por su parte, la generación de conocimiento empírica hace referencia a los saberes derivados de las experiencias, prácticas y percepciones de las comunidades a partir de las actividades desarrolladas por los centros de



ciencia. Aunque ambas maneras de generar conocimiento pueden parecer diferentes, en la práctica confluyen en distintos niveles, y el quehacer de los centros de ciencia permite valorar los procesos empíricos para la ASC en los territorios de incidencia.

En ese sentido, como las comunidades no son simples receptoras pasivas porque se involucran en la construcción de conocimiento, se enriquece el diálogo y co-crean significados con otros actores que participan en los centros de ciencia. Esto da cuenta de la estrecha relación que poco a poco se va consolidando entre la generación de conocimiento y la ASC, cuyo nivel de desarrollo es distinto en los centros de ciencia reconocidos y no reconocidos. En la mayoría de centros de ciencia reconocidos estudiados, ambos procesos se empiezan a complementar y se conciben como una unidad, mientras que en los centros no reconocidos aún se perciben de manera separada y se busca fortalecer su desarrollo de forma orgánica.

En ese orden de ideas, a continuación, se presentan las principales estrategias para la generación de conocimiento identificadas en las experiencias de los seis centros de ciencia estudiados. A lo largo de su descripción y análisis se dan a conocer las distintas perspectivas que pueden surgir en los centros de ciencia reconocidos y no reconocidos a partir de ejemplos y contrastes. Si bien las claves se exponen de manera consecutiva y ordenada, todas son igualmente relevantes para llevar a cabo procesos de generación de conocimiento efectivos en centros de ciencia.

Estrategias para la generación de conocimiento

1. Definición de líneas temáticas

Definir los ejes temáticos es determinante como punto de partida constitutivo y de desarrollo de los centros de ciencia, especialmente en aras de fortalecer los procesos de generación de conocimiento y ASC; pues a partir de ellos se potencializan y afinan las líneas de indagación, las cuales permitirán estructurar los procesos internos, la pedagogía, las herramientas, los insumos, aliados y la divulgación, entre otros elementos que configuran el centro de ciencia.

Estas líneas temáticas están fuertemente influenciadas por el contexto y las capacidades, así como los vacíos de conocimiento y las necesidades que se presentan en el territorio en donde se encuentren ubicados los centros de ciencia, las cuales a su vez, posiblemente incentivaron el surgimiento y consolidación de los mismos. Aunque algunos centros de ciencia emergen del vacío de conocimiento



del contexto, no necesariamente corresponden a un interés temático colectivo, pueden corresponder al interés de algunos actores que reconocen su importancia y buscan generar conciencia, o incluso también responder a las políticas y circunstancias históricas y sociales.

Además, dichas líneas temáticas orientan el desarrollo de actividades específicas que impactan en la educación y la conciencia colectiva, dado que suelen incluir áreas como la educación patrimonial, la biodiversidad y el cuidado ambiental. Estos temas son fundamentales en regiones como los llanos, donde los centros emergentes desempeñan un papel clave en la sensibilización de la población y promueven la apropiación social del territorio, la identidad cultural y la conservación ambiental; en consecuencia, pueden amortiguar los vacíos que dieron origen a las líneas de investigación y los centros de ciencia en sí mismos. Por ejemplo, la Fundación Diamante de las Aguas contribuye a la concientización de las comunidades sobre la importancia de conservar su entorno natural, como un recurso educativo y cultural, a través del desarrollo de proyectos relacionados con la fauna y flora local (Nota No.1, Fundación Diamante de las Aguas, julio 2024).

Las líneas temáticas generan el desarrollo de la ciencia de maneras únicas en relación con las características del territorio. A su vez se convierten en oportunidades para producir conocimiento y promover su apropiación, ya que facilita el establecimiento de prioridades y el diseño de estrategias coherentes con los objetivos del centro. Esto asegura que los esfuerzos de generación de conocimiento estén alineados con las políticas locales y nacionales de ciencia y tecnología, mientras se adaptan a las dinámicas culturales y sociales de las comunidades.

Por último, al enfocarse en temas relevantes los centros pueden también establecer alianzas con otras instituciones, asegurando el apoyo técnico, logístico y financiero necesario para ampliar su impacto. Además, estas líneas de investigación contribuyen a formar una identidad para los centros de ciencia, posicionándolos como actores clave en el ecosistema científico y educativo. Esto les permite ser reconocidos no solo como espacios de aprendizaje, sino como generadores de conocimiento innovador y transformador que responde a las realidades del contexto en el que operan.

2. *Autorreconocimiento*

De acuerdo con las experiencias de los centros de ciencia, su consolidación y fortalecimiento inician por el autorreconocimiento como espacios científicos y comunitarios orientados al desarrollo de procesos



de generación, divulgación y ASC a partir de la confluencia de distintos actores. Para lograrlo, es pertinente que quienes participaron en los inicios del centro de ciencia identifiquen las necesidades contextuales que lo originaron, su capacidad para aportar nuevos conocimientos, conservar aquellos que pertenecen al territorio y promover transformaciones en el mismo. Además, tener claridad sobre las líneas temáticas, capacidades, espacios, recursos y talento humano disponible para definir su tipología y construir su misionalidad. Esta última concebida como el conjunto de objetivos, métodos y proyecciones del centro de ciencia.

En este proceso de autorreconocimiento también es relevante la definición de conceptos clave que van a orientar sus actividades, tales como comunidad, territorio, ASC y generación de conocimiento, considerando que su significado puede variar y se adapta al contexto socio- cultural y territorial del centro de ciencia. Al respecto, definir qué tipo de conocimiento se va a generar (académico, empírico o ambos) y cómo se va a desarrollar, es fundamental para estructurar sus procesos y sentar una posición frente a la comunicación científica democrática que se busca implementar en estos espacios, esto es, la co-construcción de conocimiento entre la ciencia y las comunidades que permita una divulgación horizontal (Jiménez & Palácio, 2010).

En ese sentido, como se mencionó al principio de este apartado, la generación de conocimiento es académica cuando se implementan procesos metódicos y rigurosos basados en la investigación científica, los cuales se llevan a cabo en centros de ciencia como el Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos. En este espacio, para obtener conocimiento sobre los insectos de la Orinoquía colombiana se aplica el método científico y se incluye dentro de los métodos la recolección de especies en campo, la conservación en alcoholes, los montajes en seco, identificación y registro (etiquetas y taxonomía) hasta lograr la conservación final en las colecciones (Nota No.8, Museo de Historia Natural Universidad de los Llanos, abril 2024).

Por otro lado, la generación de conocimiento empírica hace referencia a los saberes derivados de las vivencias y prácticas de las comunidades compartidas en los espacios promovidos por los centros de ciencia. Se trata de un intercambio de conocimientos sobre la realidad que trasciende la perspectiva individual para tejer ideas colectivas, permitiendo el paso del conocimiento tácito al explícito en el marco de relaciones del “Ba” (Nonaka & Konno, 1998). Un ejemplo de ello sucede en el Museo



Comunitario de Guainía, donde las experiencias comunitarias y ancestrales surgen como conocimientos válidos que se transmiten por medio de la tradición oral, permitiendo nuevas maneras de concebir y relacionarse con la realidad (Nota No.13, Museo Comunitario de Guainía, septiembre 2024). De este modo, se visibiliza la importancia de definir las maneras de generar conocimiento en cada centro de ciencia para establecer dinámicas particulares que rijan sus actividades y les permita alcanzar los objetivos esperados.

En síntesis, el autorreconocimiento es una estrategia porque la experiencia de los centros de ciencia reconocidos muestra que la normalización de las potencialidades, actividades, proyectos y conocimientos en los centros de ciencia se puede convertir en una limitación significativa, mientras que la autovaloración crítica contribuye a consolidarse como espacios científicos y comunitarios capaces de generar conocimiento. Una vez cuenten con claridad sobre los elementos mencionados anteriormente (misionalidad, recursos, conceptos, tipología, potencialidades, etc.) podrán impactar de manera efectiva a las comunidades e implementar estrategias pertinentes para afrontar las dificultades contextuales, sociales y administrativas que se puedan presentar en el camino. Así, será posible posicionarse y alcanzar reconocimiento social e institucional, siempre y cuando se consideren otros aspectos fundamentales en el proceso que se mencionarán en las siguientes estrategias.

3. Organización Interna

La organización interna de los centros de ciencia conforma un pilar fundamental para garantizar su funcionamiento óptimo, una buena ejecución de actividades y el logro de objetivos misionales. Esta estrategia abarca la definición de roles, funciones y estructuras organizativas, las cuales se ajustan según las características y contexto de cada centro de ciencia. En centros de ciencia, tanto emergentes como reconocidos, una organización interna sólida no solo asegura la sostenibilidad de las actividades, sino que también fomenta la innovación y la integración con las comunidades y aliados estratégicos.

Una de las claves más importantes en la organización interna es la definición clara de estructuras, roles y funciones desde el inicio. Los roles y estructuras dentro de los centros de ciencia pueden ser tanto fijos como dinámicos, dependiendo del tipo de participación y tiempo de desarrollo. Por ejemplo, en la Fundación Diamante de las Aguas tienen una organización interna establecida (directora, guía, tesorero, etc.), pero dependiendo del contexto y momentos específicos pueden añadirse roles de mediadores



temporales, como lo son los profesionales o entidades que van a dictar o a apoyar ciertas temáticas según correspondan en el itinerario del Aula Viva² o taller (Nota No.1, Fundación Diamante de las Aguas, julio 2024).

Otro ejemplo particular es el de Museo Comunitario de Guainía, donde la estructura organizativa cuenta con dinámicas y roles tanto fijos como flexibles. Los roles fijos corresponden a los directores y gestores encargados del centro de ciencia en general, ubicados en el punto principal. Por su parte, los roles flexibles hacen referencia a los sabedores indígenas, ubicados en distintos puntos itinerantes del museo en el territorio y que, dependiendo del proyecto que desarrollen, pueden trascender su rol de coordinadores para mediar distintas actividades o no participar (Entrevista a integrante del Museo Comunitario de Guainía, junio 2024). Ejemplos como estos demuestran que no existe un único modelo de organización interna en un centro de ciencia, si no que este depende del territorio, contexto y necesidad del mismo.

En algunos centros de ciencia de la región llanos, los semilleros de investigación han desempeñado un papel importante, porque, incluso, pueden ser el punto de partida para la creación del centro de ciencia; como en el caso del Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos, donde los semilleros identificaron la necesidad de consolidarse institucionalmente (Entrevista a integrante del Museo de Historia Natural Universidad de los Llanos, abril 2024). Para el caso de los centros ya establecidos, los semilleros de investigación son vinculados posteriormente mediante alianzas estratégicas, adaptándose a las necesidades específicas presentadas en la institución; como es el caso de la Fundación Zoológica de Cali, en donde los semilleros y grupos de investigación se incluyeron con el pasar del tiempo en la organización interna ya constituida (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, mayo 2024)

La capacidad de innovar los modelos organizativos es clave para la sostenibilidad del centro de ciencia. Una buena organización interna permite a los centros mantenerse operativos, garantizando su consolidación en un contexto específico incluso en ausencia de financiamiento externo continuo. Por otro lado, el Museo Comunitario de Guainía, ha desarrollado modelos organizativos innovadores que

² Un Aula Viva es un espacio de aprendizaje basado en la interacción de los participantes con la naturaleza, conformado por una serie de sesiones tipo taller que orienta el centro de ciencia



integran roles académicos y tradicionales, adaptándose a las características sociales y culturales del territorio (Nota No.13, Museo Comunitario de Guainía, septiembre 2024). Este tipo de organización no solo fortalece la ejecución de actividades, sino que también contribuye a la ASC al promover el diálogo de saberes locales y académicos.

En resumen, todos estos elementos de la organización interna se enmarcan en una adecuada planificación estratégica. Los centros de ciencia reconocidos cuentan con estructuras definidas que incluyen directrices misionales, líneas temáticas de trabajo específicas y equipos interdisciplinarios. Esto permite un trabajo eficiente y articulado hacia los objetivos propuestos. Además, facilita la identificación de oportunidades de mejora para la transformación constante de las dinámicas internas, afianzando la organización.

4. Elementos materiales e insumos intangibles

La dimensión de elementos materiales hace referencia a todos aquellos componentes tangibles y físicos que posibilitan el desarrollo de las actividades y generan puentes entre el conocimiento y los participantes, los cuales se pueden clasificar en equipos, herramientas y espacios científicos y comunitarios. En ese sentido, estos elementos permiten comprender, generar y/o apropiar mejor el conocimiento, considerando que ayudan a los participantes a ir más allá de lo abstracto y la teoría para experimentar, palpar, sentir y aprehender de una manera más fáctica el conocimiento que se investiga y promueve. Por ejemplo, en el Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos se estudian especies biológicas a través de equipos científicos; en la Fundación Diamante de las Aguas se aprende con el aula viva (naturaleza); y en el Museo Comunitario de Guainía se realizan recorridos itinerantes mediados por instrumentos y prácticas culturales de los pueblos indígenas.

Los equipos y herramientas corresponden a los recursos empleados por los centros de ciencia en sus prácticas, que pueden ir en la escala de lo sencillo a lo sofisticado. De acuerdo con los datos obtenidos en la investigación, se identificó que estos elementos son diversos y se propone clasificarlos según su funcionalidad y características en cuatro tipos, a saber: 1. Equipos científicos avanzados que contribuyen a la generación de conocimiento sistemático (microscopios, estereoscopios, cámaras trampa, hornos, congeladores, entre otros); 2. Herramientas de divulgación a partir de relaciones con otros actores que no están en el mismo espacio, los cuales aportan a la democratización del conocimiento y a la inclusión



de metodologías participativas, por ejemplo iNaturalist, podcast o páginas web; 3. Herramientas educativas que aportan a la divulgación y complementan las demás herramientas (cartillas, binoculares, materiales artísticos, etc.); 4. Elementos culturales que permiten la generación de conocimiento a partir de la tradición oral y saberes ancestrales (instrumentos musicales, trajes típicos, plantas medicinales, etc.).

Por otro lado, los espacios científicos o comunitarios se refiere a aquellos lugares físicos, bien sea una infraestructura o áreas naturales, en donde convergen los diferentes aspectos que componen el centro de ciencia, así como distintos tipos de públicos con mayor o menor incidencia en los procesos. Sobre los espacios de los centros de ciencia, es importante que se constituyan en medios para la generación de distintos tipos de conocimientos sean de tipo científico o comunitario. Es por esto que algunos espacios de carácter científico tienen un estándar más acorde con la academia, el método científico y un público especializado, mientras otros espacios de tipo comunitario involucran y priorizan el diálogo de saberes. Es importante mencionar que el espacio o entorno en sí mismo constituye una herramienta fundamental para la generación de conocimiento y la ASC, pues permite el desarrollo de actividades inmersivas y prácticas en campo. Un ejemplo de ello es la Fundación Diamante de las Aguas, que a través de sus actividades permite la interacción de la comunidad con su entorno natural y el conocimiento sobre el mismo con el uso de iNaturalist, avistamiento de aves, fotografías de fauna y flora, etc. (Entrevista a integrante de la Fundación Diamante de las Aguas, junio 2024). Estos lugares, (como aulas vivas, museos, reservas naturales, entre otros), no solo son espacios físicos, sino también entornos simbólicos y colaborativos donde confluyen múltiples actores y saberes, desde estudiantes y líderes comunitarios hasta investigadores y turistas. Esto último ocurre especialmente por el aprovechamiento de las potencialidades del territorio, como por ejemplo la biodiversidad y el patrimonio cultural.

Considerando lo anterior, los insumos intangibles son el producto de la integración de la información y el conocimiento a las distintas actividades de una organización (Montoya, 2000). En los centros de ciencia se trata de recursos inmateriales como las prácticas culturales del territorio y saberes propios que, vinculadas a las herramientas materiales, potencian los procesos de generación y apropiación social del conocimiento con la participación de la comunidad. Esta relación se ve reflejada en el Museo Comunitario de Guainía, donde los saberes propios y la tradición oral son considerados insumos



intangibles únicos debido a que en su gran mayoría no se encuentran sistematizados y, gracias a ellos es posible transmitir los saberes en torno al patrimonio cultural de los territorios ancestrales con el apoyo de instrumentos musicales y plantas medicinales (Entrevista a integrante del Museo Comunitario de Guainía, junio 2024).

Finalmente, cabe señalar que establecer el tipo de espacio del centro de ciencia y su pedagogía contribuye a determinar los tipos de herramientas e insumos requeridos para llevar a cabo las actividades. En ese sentido, los cambios en las actividades pedagógicas generan transformaciones en los elementos materiales e insumos intangibles, pues la idea es desarrollarlos de manera coherente y orgánica. Lograr esta articulación entre dichos elementos es relevante para promover espacios ricos en experiencias y procesos de generación de conocimiento, especialmente en territorios donde los centros de ciencia se constituyen como únicos espacios para el aprendizaje de la ciencia fuera de la educación formal.

5. *Estrategias pedagógicas participativas y contextualizadas*

En los centros de ciencia se desarrolla una educación no formal que abarca diversas estrategias pedagógicas, las cuales se orientan hacia actividades experienciales y participativas que eliminan formalidades como las evaluaciones basadas en notas. Esto promueve la motivación y el interés de los participantes por involucrarse activamente en el espacio, favoreciendo el diálogo de saberes y la democratización del conocimiento porque cada uno aporta sus perspectivas y experiencias. En este contexto la pedagogía se constituye como el puente entre la ASC y la generación de conocimiento, en tanto que su desarrollo adecuado permite complementar ambos procesos en las actividades de los centros de ciencia. Además, a lo largo de esta investigación se identificó que dichas estrategias pedagógicas están influenciadas por el contexto territorial; la planeación y política educativa del centro de ciencia; los enfoques pedagógicos; y, las emociones del público objetivo en las actividades.

En los centros de ciencia emergentes dichas estrategias están basadas en su experiencia empírica y saberes del territorio, mientras que en los centros de ciencia reconocidos son diseñadas acorde con las características del público objetivo porque disponen de un área de talento humano dedicado a ello. Por ejemplo, en el centro de ciencia emergente Museo Comunitario de Guainía las estrategias se enriquecen con la tradición oral y la cosmovisión local, promoviendo el diálogo de saberes entre generaciones; y la



Fundación Zoológica de Cali desarrolló el proyecto “100 Familias Sanando una Montaña”, en donde se planearon actividades de siembra, mantenimiento y educación ambiental acorde con las edades y necesidades específicas de los participantes (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, abril de 2024). En ese sentido, el diseño de estrategias debe estar ligado al contexto territorial, cultural y ambiental del centro, permitiendo que cada actividad responda a las necesidades, intereses y características de las comunidades.

Por otra parte, el diseño y planificación estratégica pueden contribuir al establecimiento de una política educativa institucional, definiendo unos lineamientos y metodologías acordes con las comunidades y el territorio. Esto es clave porque se reconoce que no todas las metodologías funcionan igual para todos los públicos, pero se establece un marco general y propio de acción. En su mayoría, estas políticas educativas en los centros de ciencia reconocidos se relacionan con la ciencia, arte y juego, donde se utiliza la ciencia para comprender el mundo, el arte como fuente de inspiración y el juego como herramienta de aprendizaje significativo y preparación para la vida (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, mayo 2024). Además, se basan en ciertos conceptos educativos del estado, como lo es la ASC. Al respecto, una integrante del Maloka afirma que:

Nuestra política educativa es ese marco que nos está determinando por qué nos consideramos un escenario educativo. En términos educativos, ¿Cuáles son nuestros principios y nuestro quehacer de la educación? Y en términos de, digamos, de los procesos educativos que nosotros tenemos en Maloka, tienen este fin de empoderar a la ciudadanía como un actor, usuario y productor de conocimiento (Entrevista a integrante de Maloka, julio 2024)

Teniendo en cuenta lo anterior, los centros de ciencia aplican uno o varios enfoques pedagógicos de manera empírica o fundamentada. Algunos se derivan del modelo constructivista, caracterizados por la co-creación de conocimientos y conceptos de manera horizontal en este caso entre los mediadores y los participantes (Castillo-Bohorquez et al., 2022; Córdoba, 2020). Así, en el trabajo de campo se identificaron los siguientes enfoques pedagógicos: Enseñanza para la comprensión (Epc); Pedagogía Crítica; Arte, ciencia, tecnología y sociedad (ACTS); Aprendizaje participativo; Etnoeducación y metodologías como el Aprender haciendo. Aunque estos enfoques pedagógicos aplicados en centros de ciencia pueden ser distintos, tienen aspectos en común como el componente participativo y la inclusión



de aspectos metodológicos relacionados con la ciencia, arte y juego. Lo anterior se ve reflejado en la afirmación de un integrante del Museo de Historia Natural Unillanos:

Aprender haciendo es muy bueno porque es más experiencial, no es como ir con una cartelera no, eso lo tratamos de evitar. (...) Porque realmente los niños sobre todo quieren tocar, entonces hay que tener cosas que permitan que ellos puedan tocar. Hay colecciones que no se puede hacer eso, por eso estamos también trabajando en tener unas colecciones que sean propiamente para esas actividades (Entrevista a integrante del Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos, abril 2024)

Por último, los centros de ciencia integran las emociones como un eje central del proceso educativo a través de pedagogías vivenciales, experienciales y dialógicas, que motivan y refuerzan el aprendizaje en los participantes. Al considerar las emociones como elementos primordiales se pone en práctica la generación de conocimiento experiencial desde la perspectiva del “Ba” (Nonaka & Konno, 1998) donde el conocimiento explícito de los centros de ciencia (científicos o culturales) compartido, se transforma en tácito para los participantes ya que no solo se incluye la información dada sino la experiencia, logrando la retroalimentación de ambos tipos de conocimiento en el espacio mental y de relaciones denominado “Ba” (Acosta et al., 2014).

6. *Articulación interinstitucional*

La articulación interinstitucional es una estrategia fundamental para el desarrollo y sostenibilidad de los centros de ciencia, abarcando diversos tipos de alianzas con tres grandes fines: financiación, investigación y divulgación de conocimiento y pedagogía. Estas no solo fortalecen las capacidades internas de los centros, sino que también amplían su impacto y relevancia en el territorio. Además, su punto máximo se expresa en el alcance de una gestión en red, es decir, el trabajo colaborativo a partir de distintas alianzas locales, nacionales o internacionales que da como resultado proyectos específicos.

Financiación

Muchos de los centros de ciencia inician sin apoyo financiero sólido, por lo que buscan recursos a través de convocatorias o articulaciones locales, estatales y alianzas con otras instituciones como universidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Estas alianzas no solo proporcionan los recursos económicos necesarios, sino que también ayudan a adquirir herramientas y capacidades para la generación de conocimiento, lo cual en algunos casos requiere el conocimiento de



procesos administrativos para acceder a estos beneficios. Por ejemplo, el Museo Comunitario de Guainía ha establecido vínculos con entidades que le proporcionan espacios y financiamiento, asegurando su sostenibilidad y fortaleciendo su relación con las comunidades del territorio (Entrevista a integrante del Museo Comunitario del Guainía, junio de 2024).

Investigación

Las alianzas con instituciones académicas y de investigación permiten a los centros de ciencia desarrollar proyectos en conjunto, fortalecer sus capacidades investigativas y posicionarse como referentes en sus áreas temáticas. Estas articulaciones enriquecen los procesos de generación y divulgación de conocimiento mientras fomentan la innovación. Ejemplos claros se presentan tanto en los centros de ciencia reconocidos como en los no reconocidos; la Fundación Zoológica Cali, en colaboración con diversas universidades y entidades, ha llevado a cabo múltiples proyectos de investigación. De manera similar, la Fundación Diamante de las Aguas en Guaviare ha sido partícipe de investigaciones en ciencias ambientales tras establecer alianzas interinstitucionales como la Universidad del Bosque, la UNAD, SINCHI, entre otras (Entrevista a integrante de la Fundación Diamante de las Aguas, junio 2024).

Divulgación de conocimiento y pedagogía

Las alianzas interinstitucionales con entidades gubernamentales, educativas y culturales, juegan un papel fundamental en la divulgación de conocimiento y en los procesos de los centros de ciencia, porque les permiten ampliar su alcance, generar un mayor impacto en sus territorios y mejorar sus actividades y talleres. En Maloka o en el Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos, algunas actividades y talleres se llevan a cabo en instituciones educativas, lo que demuestra cómo las alianzas con colegios no solo benefician a los estudiantes, sino también a los centros de ciencia al permitirles desarrollar actividades itinerantes y enriquecedoras.

Además, algunas alianzas aportan a los procesos pedagógicos de los centros de ciencia con sus conocimientos y metodologías en proyectos puntuales. Este fue el caso de la alianza entre la Fundación Cunaguaro (Casanare), Asociación Calidris (Valle del Cauca) y la Fundación Zoológica de Cali en el marco del proyecto *Entrelazos: crear para crear*, en donde las primeras dos contribuyeron a la elaboración y ejecución de módulos de formación para los centros de ciencia emergentes de la región



llanos en la búsqueda de su reconocimiento institucional. Este apoyo en el componente pedagógico, le permitió a la Fundación Zoológica de Cali encargarse también de otros aspectos clave en el fortalecimiento de dichos centros de ciencia.

Es importante que las articulaciones interinstitucionales se establezcan en términos de beneficios mutuos, promoviendo una relación de "gana-gana" donde los involucrados obtengan valor y se generen productos. A partir de estos productos iniciales o articulaciones, se forman redes las cuales funcionan como un repertorio de aliados que fortalece los centros de ciencia y sus actividades mediante una gestión en red, posibilitando la obtención de recursos, conocimientos, visibilidad o impacto social. Esto lo demuestra el hecho de que la Fundación Zoológica de Cali ha construido relaciones con zoológicos a nivel nacional e internacional a lo largo de cuarenta años, que les permite colaborar en caso de necesitar recursos para llevar a cabo proyectos, lo cual representa una fortaleza en términos de relacionamiento (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, mayo de 2024).

7. *Sostenibilidad y permanencia*

La sostenibilidad es la capacidad de los centros de ciencia de desarrollar sus actividades, superar las dificultades del contexto, mantenerse en el tiempo y vincularse de manera activa al ecosistema científico. Por lo tanto, la sostenibilidad es un proceso en constante construcción y a la vez, es el resultado o consecuencia del nivel de desarrollo de los centros de ciencia. Alcanzarla requiere el funcionamiento de una serie de factores relacionados principalmente con la permanencia y persistencia, así como la superación de las dificultades conceptuales y contextuales. Una vez desarrollados dichos factores, es posible identificar tres indicadores generales de sostenibilidad: influencia en el territorio, capacidad de promover el pensamiento crítico y sustentabilidad ambiental.

La permanencia y persistencia son pilares esenciales para garantizar el cumplimiento de su misionalidad y alcanzar la sostenibilidad. La permanencia consiste en que las actividades sean continuas y perduren en el tiempo, no solo durante la ejecución de proyectos o en el marco de alianzas puntuales. Para ello, es necesario contar con talento humano disponible en una franja estable de atención al público, lo cual se complejiza por la falta de recursos constante en los centros de ciencia en tanto se requiere una retribución económica por los servicios prestados. A largo plazo puede generar falta de compromiso y motivación en el talento humano vinculados bajo la figura de voluntariado o pasantía.



Por su parte, la persistencia en la formulación de proyectos, la búsqueda de convocatorias, la generación de alianzas interinstitucionales (con universidades, gobiernos locales, ministerios y entidades privadas), la implementación de sistemas de boletería de ingreso y la creación de estrategias autosostenibles, ha sido clave en diversificación de fuentes de financiación y obtención de apoyo técnico y logístico para fortalecer sus procesos. Adicionalmente, adaptarse a las potencialidades del territorio como el turismo, la conservación ambiental y cultural, ha contribuido a ampliar el impacto y diversificar el público objetivo del centro de ciencia. Todo lo anterior refleja la importancia de combinar recursos externos e internos para promover la sostenibilidad. Por ejemplo, un integrante del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional comenta que:

Tiene que haber una base fundamental de operaciones que debe ser permanente y pues nosotros lo que hicimos en el museo a pesar de que es una universidad pública es generar unos cobros... una boletería de ingreso y eso es lo que nos permite más o menos aguantar mientras se consigue a través de convocatorias la mejora de salas (Entrevista a integrante del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional, mayo 2024).

Ahora bien, la sostenibilidad también supone afrontar y superar dificultades contextuales que afectan el desarrollo del centro de ciencia, las cuales pueden ser de índole administrativa, financiera, territoriales y culturales. A nivel administrativo, se identifica la falta de conocimiento sobre gestión administrativa, implementación de políticas públicas, aplicación a convocatorias y las distancias conceptuales entre el Estado y centros de ciencia de ciertos territorios. Por ende, son necesarios conocimientos técnicos y especializados sobre el funcionamiento del Estado para obtener beneficios.

En cuanto al aspecto financiero, cuando los centros de ciencia se sitúan en espacios públicos y carecen de un espacio propio, se dificulta la autonomía, así como la falta de financiación de los procesos y actividades limitando su campo de acción. De igual manera, el mantenimiento de la infraestructura supone costos significativos a lo largo del tiempo. Por su parte, las principales problemáticas territoriales y culturales en los centros de ciencia que se encontraron son la falta de reconocimiento a nivel social e institucional; falta de cultura científica consolidada en la población sobre la importancia de los temas y actividades de los centros de ciencia; dificultades territoriales históricas en torno a la ilegalidad, ausencia de oportunidades y el daño del medio ambiente, en donde se contraponen visiones sobre el territorio.



La sostenibilidad también es un resultado de los propios esfuerzos, procesos y la superación de dificultades contextuales, lo cual se puede ver reflejado en tres indicadores de éxito. El primero es el posicionamiento, que consiste en la capacidad de influencia e impacto en el entorno, convirtiéndose en un referente en el tema. Esto se logra a medida que los centros de ciencia van afianzando sus actividades y se destacan por sus méritos en el territorio, logrando colaborar con otros actores como instituciones de educación formal para apoyar sus procesos de enseñanza. Un ejemplo de ello, es el reconocimiento Hector Abad Gomez del 2022 entregado por la Fundación para la Salud Pública al centro de ciencia Fundación Diamante de las Aguas, el cual fue dado por su labor excepcional por el cuidado de agua como un elemento clave para el cuidado de la salud pública (Entrevista a integrante de la Fundación Diamante de las Aguas, abril 2024).

El segundo indicador consiste en promover un pensamiento crítico y procesos de sensibilización en la comunidad a largo plazo. Los centros de ciencia no sólo son productores de conocimiento, sino también vehículos de transformación social o de contribución a la apropiación del territorio, al empoderar a las comunidades para que adopten prácticas sostenibles a través de estrategias como las aulas vivas. Por su parte, el tercer indicador es la sustentabilidad ambiental, esto es, garantizar que no se afecten o agoten los recursos de los ecosistemas de los cuales se extraen insumos para sus prácticas, apuntando a una generación de conocimiento sostenible. Por ejemplo, al recolectar especies o insumos de la naturaleza para la elaboración de instrumentos musicales, los centros de ciencia deben estar atentos a que sean usados responsablemente, con conciencia y bajo principios de bioética.

8. Registro y sistematización

El registro y la sistematización de las prácticas pedagógicas y actividades realizadas en los centros de ciencia son herramientas clave para su mejora continua y la generación de nuevos conocimientos. Al registrar y analizar las experiencias, se pueden identificar patrones, extraer aprendizajes y generar nuevos conocimientos (retroalimentación). Además, este ejercicio permite visibilizar las prácticas innovadoras y compartir los resultados con una audiencia más amplia (en artículos o memorias), contribuyendo así a la difusión de buenas prácticas y al fortalecimiento de redes de colaboración. De igual forma, esta estrategia puede relacionarse con otros elementos, entre los que se encuentran fortalecer los procesos de generación de conocimiento, tanto a nivel académico como empírico, mejorar



las dinámicas y organización interna, contribuir a la sostenibilidad, innovar y aportar al autorreconocimiento de los centros de ciencia.

Así mismo, contribuye al fortalecimiento de los procesos y a la divulgación a partir de la elaboración de productos. Al registrar y sistematizar de manera escrita o audiovisual con fines divulgativos se generan formas de comunicación de la ciencia que, en el caso de la ASC, sirve como evidencia de las prácticas y labores de los centros de ciencia para aplicar a convocatorias, acceder a reconocimiento y registrar productos en plataformas (Nota No.14, Museo de Historia Natural Unillanos, octubre 2024).

Aunque esta estrategia es importante, al realizar la investigación se identificó que los centros de ciencia emergente no hay un registro y sistematización de experiencias regular y significativo, ya que no suele estar dentro de sus dinámicas, como indica un integrante del Museo Comunitario del Guainía:

Nosotros por ejemplo durante los talleres, los recorridos, lo único que hemos hecho son entrevistas, (...) a los niños donde pues les preguntamos, ¿no? ellos nos cuentan qué les pareció, si es importante, pero yo pienso que para eso tendríamos que elaborar alguna encuesta, no sé y volver y hacer todo con cada una de la población que se atendió de esta manera tendríamos como un dato más específico (Entrevista a integrante del Museo Comunitario de Guainía, junio 2024)

Por su parte, los centros de ciencia reconocidos suelen tener cierto registro así sea interno de sus actividades, tanto de investigación que pueden materializarse en publicaciones, como de experiencias y actividades del centro de ciencia. Al respecto, un integrante de la Fundación Zoológica de Cali argumentó su importancia:

Una buena pregunta para hacerse es ¿Y qué es lo que sabemos hacer? ¿Qué es lo que nos ha salido bien? Y sobre eso que nos ha salido bien, pues, ¿Cuáles son esas lecciones aprendidas? Ya la lección aprendida es un conocimiento, ¿Cómo lo divulgo después? eso es otra cosa, pero las lecciones aprendidas ya es conocimiento, porque ya hay un ejercicio reflexivo, ya hay un ejercicio analítico sobre algo que pasó. Entonces, para poder generar conocimiento no necesitamos ni tener un laboratorio, ni tener microscopio, ni tener un edificio, ni tener un título que nos llamemos centro de investigación. Para generar conocimiento necesitamos es tomarnos el tiempo, reflexionar, hacer un análisis y poder concluir algunos aprendizajes (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, abril 2024)



Por último, el registro y sistematización de las prácticas también se pueden realizar de manera corta e informal en redes sociales, puesto que desempeñan un papel fundamental en la divulgación de la ciencia por su gran alcance. Así, contribuyen a visibilizar los conocimientos no publicados o indexados en revistas, como las actividades de los centros de ciencia, lo que a su vez genera una cercanía con las comunidades por su interacción cotidiana con las redes sociales. Además, pueden disminuir la desinformación, dando a conocer datos sustentados en evidencias mediante contenidos entretenidos y útiles (López Alonso & Santillan-García, 2019; Young, 2022).

9. Evaluación de experiencias

La evaluación de experiencias en los centros de ciencia es una estrategia fundamental para fortalecer su papel como mediadores en la ASC. Aunque los centros de ciencia, han implementado dinámicas evaluativas orientadas principalmente a medir la satisfacción del público y sus percepciones, aún es un reto para estos desarrollar herramientas que evalúen integralmente los procesos de ASC y sus resultados a corto, mediano y largo plazo. Este desafío resalta la necesidad de diseñar estrategias evaluativas adaptadas a las particularidades de cada centro, considerando sus actividades, públicos y contextos.

La implementación de procesos evaluativos no solo permite reflexionar sobre las prácticas internas y el impacto comunitario, sino que también facilita el registro, la sistematización, el análisis de las actividades, talleres, exposiciones y mediadores que los llevan a cabo. Este ejercicio de retroalimentación contribuye al aprendizaje continuo, orientado a mejoras en las metodologías y en el diseño de las actividades. Igualmente, la evaluación se posiciona como una herramienta estratégica para visibilizar el impacto de los centros de ciencia en el territorio y consolidar su legitimidad frente a actores externos, como entidades gubernamentales o financiadoras.

Un aspecto importante en estos procesos evaluativos es su carácter flexible y contextualizado. La evaluación debe considerar tanto indicadores generales como elementos específicos que transmitan las dinámicas propias de cada centro de ciencia y su relación con las comunidades. Además, su integración con la sistematización de experiencias asegura una base sólida para el diseño de estrategias innovadoras y pertinentes. Por ejemplo, la Fundación Zoológica de Cali al evaluar la satisfacción de los participantes o la efectividad de metodologías específicas, pueden realizar ajustes que optimicen el aprendizaje y



fomenten interacciones más significativas. (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, mayo 2024).

Finalmente, la práctica de la evaluación también contribuye a que los centros de ciencia fortalezcan su identidad, valoren sus capacidades y proyecten su potencial como actores clave en el ecosistema de la ASC. Aunque su desarrollo sigue siendo un reto para los centros de ciencia no reconocidos y reconocidos, su implementación sistemática y adaptativa es fundamental para garantizar su relevancia, sostenibilidad y capacidad de respuesta frente a las dificultades contextuales y las necesidades sociales que emergen. No obstante, el hecho de que la evaluación de experiencias represente un desafío en los centros de ciencia analizados implica la necesidad de implementar o desarrollar iniciativas existentes en este ámbito. Un ejemplo destacado es el de los autores asociados a Maloka Daza-Caicedo et al. (2017), los cuales diseñaron una batería de indicadores de ASC que ha servido como base para que algunos investigadores desarrollen sus propias metodologías evaluativas como: Grupo de Investigación maloka (2018), Higuera (2022) y Fuentes et al. (2025).

10. Comunidad

Las comunidades están presentes en el origen, consolidación y funcionamiento de los centros de ciencia, pues sus necesidades contextuales y de conocimiento dan paso a la creación de estos espacios, incentivan sus actividades y le dan sentido a sus prácticas en un territorio específico. Por esta razón se constituyen como un eje transversal para la generación de conocimiento en los centros de ciencia, siendo parte de sus propósitos y campo de acción. En el marco de la ASC, sus experiencias, apreciaciones y saberes contribuyen a desarrollar estrategias pedagógicas, divulgativas y de generación de conocimiento (académico o empírico) acordes con la comunicación democrática, teniendo en cuenta la integración de diversos actores y el diálogo de saberes como elementos fundamentales para su vinculación.

En los procesos de generación de conocimiento y ASC convergen diversos actores, tales como mediadores de los centros de ciencia, estudiantes como pasantes o integrantes de semilleros de investigación, universidades, comunidades diversas (grupos étnicos, población de diferentes edades, géneros y situación socio- económica) y entidades gubernamentales (locales, nacionales y en ocasiones, internacionales), entre otros. Se trata de una multiplicidad de actores que hacen parte de distintos sectores sociales y que pueden intervenir de diferentes maneras en las actividades desarrolladas,



realizando orientaciones pedagógicas, apoyo logístico, como participantes activos o mediante la financiación. Su integración en un espacio específico enriquece los procesos de generación de conocimiento al aportar perspectivas varias y complementarias. Es por esto que consolidar espacios de confianza y dinámicos, que incentiven el interés y disposición de las comunidades diversas en relación con los temas tratados, es fundamental para lograr su participación activa y alcanzar los objetivos propuestos.

Si bien en algunos casos la participación de diversas comunidades puede suponer un reto, es clave que los centros de ciencia diseñen sus estrategias, actividades y alianzas para lograrlo, conforme se van consolidado como espacios de referencia para la colaboración, el diálogo y el intercambio de ideas. Además, desde la experiencia de centros de ciencia reconocidos como la Fundación Zoológica de Cali, para llevar a cabo una integración efectiva de diversos actores es fundamental establecer acuerdos sobre los procesos y la participación de cada uno, pues con la imposición desde la autoridad no se logra lo esperado, se pierde el interés y la sostenibilidad a largo plazo. En caso de que se desarrollen proyectos en conjunto con las comunidades, el mismo centro de ciencia recomienda implementar la metodología del pensamiento de diseño considerando las siguientes fases: conocer el territorio y establecer un escenario de confianza; desarrollar una mesa de acuerdos o responsabilidades y roles; diseñar el proyecto en conjunto; implementación y seguimiento; y por último, celebrar y evaluar para identificar qué funcionó (Entrevista a integrante de la Fundación Zoológica de Cali, abril 2024).

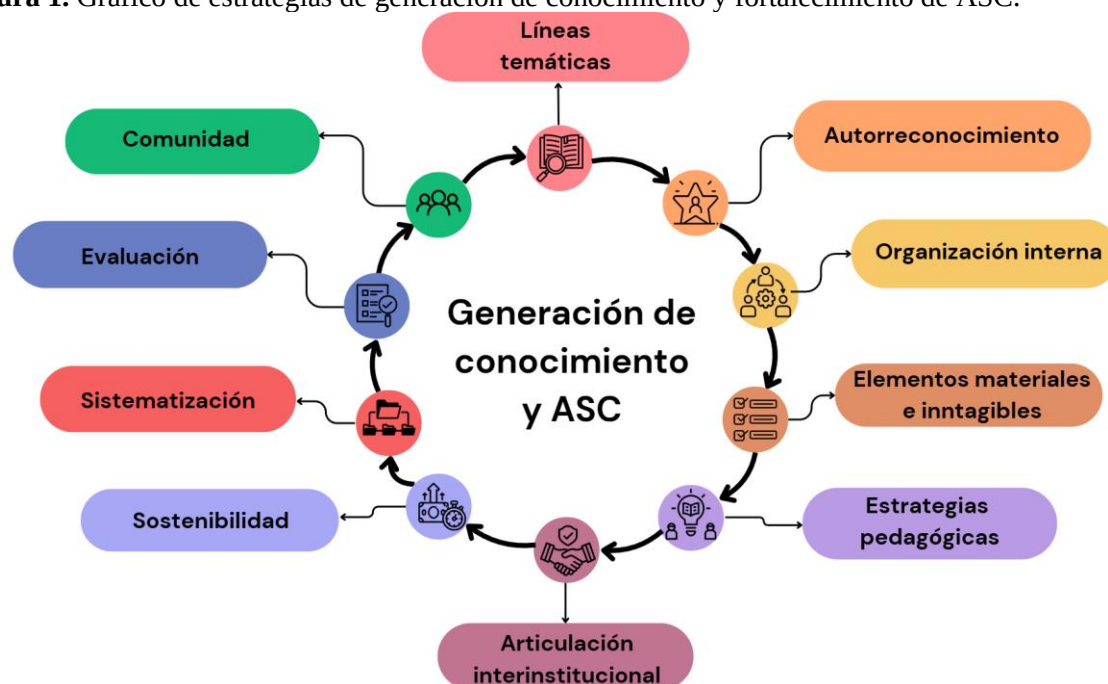
Teniendo en cuenta esta dinámica de horizontalidad, la integración de diversos actores también debe incentivar el diálogo de saberes, específicamente entre las comunidades locales y actores de la academia. Estas interacciones son de suma relevancia porque permiten el intercambio de experiencias empíricas y científicas en torno a temas particulares que hacen parte de la cotidianidad del territorio. Para ello, los centros de ciencia deben desarrollar la capacidad para indagar, recopilar y valorar los conocimientos previos de las comunidades desde sus experiencias sobre las líneas temáticas para ponerlos en diálogo con los conocimientos científicos. Así, se pueden desarrollar espacios que promuevan la generación de conocimiento y la divulgación desde pedagogías dinámicas y contextualizadas, tal como se mencionó en una de las claves anteriores.



Por último, aunque se pueden generar espacios puntuales para el intercambio de saberes en las actividades, para que se convierta en una práctica constante y significativa en la generación de conocimiento es importante llevar un registro y sistematización de experiencias, en aras de recopilar la memoria de los encuentros e identificar los aportes de distintos actores. De esta manera, será posible promover el empoderamiento en las comunidades sobre asuntos de su interés, así como la concientización sobre sus conocimientos y prácticas desde sus experiencias cotidianas y los conocimientos científicos.

A modo de síntesis, todas las estrategias para la generación de conocimiento explicadas se visualizan en el siguiente gráfico (figura 1), el cual da a conocer el orden propuesto sin desconocer su articulación y dinamismo en la práctica de los centros de ciencia.

Figura 1. Gráfico de estrategias de generación de conocimiento y fortalecimiento de ASC.



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Los símbolos representan cada una de las estrategias y cómo estas giran en torno a la generación de conocimiento y apropiación social del conocimiento (ASC), mostrando su naturaleza retroalimentativa.

CONCLUSIONES

La generación de conocimiento en los centros de ciencia se caracteriza por ser un proceso dinámico e integral, el cual puede ser empírico, basado en las experiencias y saberes locales; o académico, sustentado en métodos rigurosos. Si bien ambas perspectivas pueden diferir, se complementan y forman una unidad que promueve el intercambio de saberes y la democratización del conocimiento. Como consecuencia de estas interacciones que combinan conocimientos tácitos y explícitos en el contexto de la ASC, se genera un conocimiento sólido alineado con el concepto del “Ba”. Así, los centros de ciencia se reconocen no sólo como divulgadores de la ciencia, sino también como espacios participativos y de confianza para la apropiación social del patrimonio cultural, natural y científico.

Frente a este proceso de generación de conocimiento y la necesidad de integrarlo con la política pública de ASC, los centros de ciencia han implementado diversas estrategias en sus procesos y actividades. Así, a través del análisis de experiencias y el trabajo de campo en distintos centros de ciencia, se propusieron diez estrategias fundamentales para fortalecer los procesos de generación de conocimiento y ASC, las cuales son: 1. Definición de líneas temáticas; 2. Autorreconocimiento; 3. Organización interna; 4. Elementos materiales e insumos intangibles; 5. Estrategias pedagógicas participativas y contextualizadas; 6. Articulación interinstitucional; 7. Sostenibilidad y permanencia; 8. Sistematización y registro; 9. Evaluación de experiencias; 10. Comunidad. Estas estrategias se pueden poner en práctica en los centros de ciencia actuales y futuros, debido a que destacan la importancia de mediar la labor de los centros con las necesidades y características del territorio.

Más allá de su implementación individual, estas estrategias deben desarrollarse de manera conjunta, formando una base sólida para la innovación y el fortalecimiento de los centros de ciencia. Así mismo, se pueden aplicar en mayor o menor medida de acuerdo con las posibilidades de cada espacio, considerando que el orden propuesto no es rígido y sólo pretende dar a conocer la relación entre las estrategias. Su integración puede ayudar a superar desafíos contextuales, como limitaciones de recursos o desconexión con las comunidades, mientras se promueve un modelo participativo y adaptable que contribuya al desarrollo científico, educativo, cultural y social en Colombia.

Por otro lado, sobre las posibles líneas de investigación que incentiva este estudio, se encuentra la relación entre generación de conocimiento y divulgación en centros de ciencia, ya que algunos centros



conciben estos procesos como independientes. También, la identificación de los principales retos, oportunidades y estrategias de divulgación en los centros de ciencia reconocidos y no reconocidos, considerando que algunos generan conocimientos y datos masivos, y disponen de un público diverso y amplio.

Una última línea de investigación, es comprender la manera como los centros de ciencia impactan en las comunidades a largo plazo desde la implementación de las diez estrategias de generación de conocimiento propuestas, considerando que se desarrollan en el marco de la ASC y el modelo de comunicación científica democrático. Esto es relevante porque permitirá analizar las transformaciones reales y prácticas en comunidades específicas, trascendiendo las iniciativas estatales y los objetivos iniciales de los centros de ciencia. Además, durante dicho proceso de transformación, se recomienda entender la influencia de las comunidades y el contexto territorial en la generación de conocimiento y ASC promovidas por estos espacios.

AGRADECIMIENTOS

Es importante reconocer la valiosa participación de los centros de ciencia reconocidos y no reconocidos que hicieron parte de la investigación. A la Fundación Zoológica de Cali, Maloka, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional, Fundación Diamante de las Aguas en Guaviare, Museo Comunitario de Guainía (Corporación Cultural Ture) y el Museo de Historia Natural de la Universidad de los Llanos, muchas gracias por compartir sus experiencias, conocimientos y reflexiones que han sido fundamental para la comprensión de la generación de conocimiento en contextos diversos y así contribuir al desarrollo de este artículo. Gracias por abrir las puertas a esta iniciativa, haciendo que las indagaciones se nutran de vivencias reales y significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, J. C., Zárate, R. A., & Fischer, A. L. (2014). Ba: espacios de conocimiento, contexto para el desarrollo de capacidad de innovación. Un análisis desde la gestión del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 76, 44–63.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n76.2014.797>

Castillo-Bohorquez, M. I., Astaíza Martínez, A. F., Rojas León, G. A., Mazorco Salas, J. E., & González López, J. J. (2022). Co-creación de un ambiente de enseñanza constructivista para un curso de



pensamiento sistémico: un proceso de investigación-acción educativa. *Márgenes Revista de Educación de La Universidad de Málaga*, 3(1), 84–104.

<https://doi.org/10.24310/mgnmar.v3i1.12913>

Córdoba, M. E. (2020). El constructivismo sociocultural lingüístico como teoría pedagógica de soporte para los Estudios Generales. *Revista Nuevo Humanismo*, 8(1). <https://doi.org/10.15359/rnh.8-1.4>

Díaz, Laura; Torruco, Uri; Hernández, Mildred; Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Revista de Investigación En Educación Médica*, 162–167.

<https://doi.org/10.1109/IAEAC.2017.8054186>

Fuentes Osorio, L. C., García Segura, H. E., Chinome Cipagauta, J. S., Chavarro Martínez, E. C., & Arango López, R. (2025). Evaluación de Talleres en los centros de Ciencia en Colombia: Una Propuesta desde la Apropiación Social del Conocimiento. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 4(4), 2179–2211.

<https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i4.785>

Grupo de Investigación Maloka. (2018). Acercar las fronteras entre el museo y la escuela como escenarios educomunicativos. *Nómadas*, 49(49), 173–187.

<https://doi.org/10.30578/nomadas.n49a10>

Guber, R. (2001). *La Etnografía. Método, Campo y la reflexividad* (G. E. Norma (ed.)). http://eva.fcs.edu.uy/pluginfile.php/45450/mod_resource/content/1/7-Guber_Rosana_-_La_Etnografia.PDF

Higuera Rodríguez, K. J. (2022). *Hacia la construcción de una metodología replicable para la evaluación de la apropiación social del conocimiento, a partir de la experiencia de los laboratorios de cocreación de la Red de Bibliotecas Públicas de Bogotá - BibloRed* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.62930>

Jiménez, S. I., & Palácio, M. (2010). Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín. (Spanish). *Public Communication of Science and Technology in Museums and Interactive Centers in Medellín (Colombia)*. (English), 69, 227–257.



<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=62508788&lang=es&site=ehost-live>

López Alonso, S. R., & Santillan-García, A. (2019). Las redes sociales son necesarias para la difusión de la ciencia pero no suficientes. *Index de Enfermería*, 28(4), 171–173.

Martínez, Orlando; Leyva, Prudencio; Dorrego, M. (2020). La estrategia: fundamentos de un resultado científico. *Opuntia Brava*, 13(2), 809–820.

MinCiencias. (2021). Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la CTel. *Minciencias*, 60.
https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politica_publica_de_apropiacion_social_del_conocimiento.pdf

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (s.f.). *Centro de ciencia*.
<https://apropiaconsentido.minciencias.gov.co/centros-de-ciencia/>

Montoya, P. V. (2000). CARACTERÍSTICAS DE LOS ACTIVOS INTANGIBLES. In *fundación iberoamericana del conocimiento* (pp. 1–7).
https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_10/recursos/general/documentos/pdf/14072011/1caracteristicas.pdf

Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The Concept of “Ba” Building a foundation for knowledge creation. *Source*, 40(3), 8–9.

Taylor, S.J & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*, Barcelona, Paidós

Young, M. M. (2022). La comunicación audiovisual de la ciencia en redes sociales en Costa Rica. *Cuadernos.Info*, 52, 91–112. <https://doi.org/10.7764/cdi.52.42405>

Anexos

Anexo 1.

<https://drive.google.com/file/d/1ZnBn6CDJSiav7BGOnqfE-phjQsl8G5mQ/view>

