

**APORTES DE LA EDUCOMUNICACIÓN A LA APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO  
CIENTÍFICO: ANÁLISIS DE LA RECODIFICACIÓN Y LA MEDIATIZACIÓN EDUCATIVA  
EN MUSEOS DE CIENCIAS**

Documento presentado como requisito parcial para optar al título de Doctora en Educación

Yolanda Gómez Mendoza

**Director de Tesis**

Dr. Ancízar Narváez Montoya

Dra. Olga Cecilia Díaz Flórez

**Universidad Pedagógica Nacional  
Doctorado Interinstitucional en Educación**

Bogotá, D.C. Colombia

mayo de 2024

**DEDICATORIA**

*A mi familia consagro este esfuerzo intelectual:*

*Yolanda e Isidro, mis padres.*

*Juliana y Camilo, mis hijos.*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a los científicos [incluidas ellas en el plural] que forjaron mi vocación científica y educativa desde temprana edad. A Consuelo Loiza, mi maestra de primeras letras por la enseñanza del código alfanumérico e incentivar la pasión por el conocimiento. A María Mercedes Ayala Manrique por forjar el espíritu investigativo como directora del trabajo monográfico de pregrado.

A la Universidad Pedagógica Nacional por la sólida formación en diferentes perspectivas teóricas y epistémicas. Especialmente al profesor Ancízar Narvárez Montoya, quien fomentó la adquisición de los fundamentos investigativos desde mis estudios de maestría y por su convicción de que era relevante auscultar la cultura científica desde la teoría semiótica. A la profesora Olga Cecilia Díaz Flórez por las orientaciones y aportes durante la fase evaluativa; además, por la calidez y apertura evidentes en su aproximación a los desarrollos investigativos.

A los divulgadores Milton Carvajal y Haiden Llanos por la disposición de información relevante sobre la historia y actualidad del Museo del Espacio como parte del locus de análisis. A Haiden Llanos especialmente por su colaboración en la fase descriptiva y por su disposición ante las inquietudes museográficas.

A los investigadores del Grupo de Didáctica de las Ciencias GDC de la Universidad Nacional de La Plata –UNLP– por su cálido recibimiento durante la pasantía doctoral y por las contribuciones pedagógicas y didácticas. Asimismo, a Soledad Scazzola por la colaboración en la fase descriptiva del Museo de Ciencias de La Plata. En especial a Silvina Cordero por su hospitalidad y sabios compartires en aquellos días de invierno.

## PRESENTACIÓN

Este trabajo se presenta como requisito final para optar por el título de Doctora en Educación; en su contenido se consolida un proceso de formación y un ejercicio de investigación doctoral que tuvo comienzo en el año 2018 y que alcanzó el objetivo general al comprender el aporte de los procesos educomunicativos a la apropiación del conocimiento científico, a partir del estudio de la recodificación de la cultura científica y la mediatización educativa en los museos de ciencias.

Dado que se trató de un estudio de carácter semiótico, el análisis comprensivo tomó por objeto de estudio la educomunicación en museos de ciencias como objeto formal; ello implicó la configuración del problema de investigación al margen de los aspectos pragmáticos del fenómeno educomunicativo.

El documento que se comparte está estructurado en seis capítulos:

El primero expone la construcción del problema que parte de la función educomunicativa de los museos de ciencias, planteando una problematización alrededor de la tendencia de la investigación del fenómeno educomunicativo en torno a sus aspectos pragmáticos, a lo que se suma la tradición investigación en el campo de la educación en museos que a su vez se orienta al aprendizaje de las ciencias; en este mismo apartado se justifica la importancia teórica de la investigación realizada, así como su pertinencia social dado que una mejor comprensión de los procesos educomunicativos puede favorecer la divulgación y comunicación pública de la ciencia.

El segundo presenta la fundamentación teórica compuesta por el entramado conceptual que enmarcó la comprensión del fenómeno educomunicativo mediático que se despliega en los museos de ciencias. A tal efecto, en el marco conceptual se presentaron los principales referentes de la

perspectiva semiótico-textual en la cual se inscribe la Semiótica Cultural, conformándose así el modelo de análisis implementado.

En el tercero se desarrolla el estado del arte realizado y que sirvió para la demarcación del problema de investigación, y a su vez, para consolidar el marco teórico del estudio semiótico adelantado en los museos de ciencias; en esta revisión de literatura se destacan los estudios adelantados bajo la perspectiva semiótica social en las aulas de ciencias y la larga tradición en el estudio del aprendizaje de las ciencias en los museos.

En el cuarto, a su vez, se desarrolla los aspectos metodológicos con el diseño de la investigación situado en su carácter formal, explicitándose los niveles del modelo de análisis que fueron llevados al plano operativo para producir resultados descriptivos y analíticos. Asimismo, se presenta el locus compuesto por dos instituciones museales: el Museo de Espacios vinculado al Planetario de Bogotá en Colombia y el Museo de La Plata, adscrito a la red de museos de la Universidad Nacional de La Plata en Argentina; este último considerado como actividad relevante en la pasantía doctoral desarrollada en la Provincia de Buenos Aires.

En el quinto capítulo se los hallazgos del estudio semiótico, a partir de la organización del corpus empírico con el que se organiza la muestra en cada institución museal basados en criterios de selección; en el Museo del Espacio se seleccionó la sala *Mirar lo Invisible* y en el Museo de La Plata la sala *Tierra: una historia de cambios*; con base en lo anterior, se realiza una presentación pormenorizada de los resultados obtenidos frente a los cuatro objetivos específicos trazados.

Por último, el sexto capítulo comparte las consideraciones finales, tomando como punto de partida la discusión en torno a la noción de política acuñada como Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación; de esta manera se afirma una postura epistémica frente a la

prescripción emanada de la política nacional de ciencia y tecnología en Colombia y se despliegan las conclusiones, alcances, limitaciones, y proyecciones de la investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	12
1.1.	Planteamiento del problema de investigación.....	12
1.1.1.	Generalidades de los museos .....	13
1.1.2.	Los museos de ciencias .....	15
1.1.3.	El proceso educomunicativo en un museo de ciencias .....	19
1.1.4.	La mediatización en los museos de ciencias .....	22
1.1.5.	Tradición investigativa en el campo de la educación en museos .....	24
1.2.	Formulación del problema .....	29
1.2.1.	Objetivos .....	29
1.2.1.1.	Objetivo General .....	29
1.2.1.2.	Objetivos específicos .....	30
1.3.	Justificación .....	30
1.3.1.	Relevancia Teórica.....	30
1.3.2.	Pertinencia Social.....	33
2.	Marco Teórico .....	36
2.1.	La Semiótica: revisión diacrónica de la disciplina.....	38
2.2.	El signo en el modelo semiológico .....	42
2.3.	Semiótica de la Cultura .....	46
2.4.	Semiótica cultural .....	49
2.4.1.	Teoría de los Códigos .....	49
2.4.1.1.	La significación como aspecto de la comunicación.....	50
2.4.1.2.	El plano del contenido.....	52
2.4.1.3.	El plano de la expresión .....	53
2.4.1.4.	La sustancia y la forma de la cultura.....	54
2.4.1.5.	La Recodificación .....	57
2.4.1.6.	La educomunicación como objeto de estudio .....	58
3.	Estado del Arte .....	60
3.1.	Antecedentes .....	61
3.2.	Marco de revisión .....	62
3.3.	Aspectos metodológicos de la revisión.....	63
3.4.	Análisis y resultados .....	64
3.4.1.	Estados del arte revisados .....	65
3.4.2.	Alfabetización científica en los museos.....	66

3.4.3.	Proceso de enseñanza-aprendizaje en museos .....	67
3.4.4.	Lenguaje y experiencia en los museos .....	69
3.4.5.	Análisis semióticos en la educación en ciencias .....	70
3.5.	Conclusiones revisión de literatura .....	72
4.	Marco Metodológico .....	75
4.1.	Diseño de investigación .....	75
4.1.1.	Nivel epistemológico .....	76
4.1.2.	Nivel metodológico.....	76
4.1.3.	Nivel Tecnológico.....	78
4.2.	Ruta metodológica .....	79
4.3.	Locus del análisis.....	81
5.	Hallazgos .....	95
5.1.	Corpus empírico.....	97
5.2.	La recodificación de mensajes en la exhibición museográfica .....	109
5.2.1.	Análisis descriptivo.....	110
5.2.1.1.	Descripción de la sustancia .....	110
5.2.1.1.1.	Descripción de la sustancia expresiva.....	110
5.2.1.1.2.	Descripción de la sustancia del contenido .....	113
5.2.1.2.	Síntesis descriptiva de las sustancias .....	116
5.2.2.	Análisis formal.....	117
5.2.2.1.	Análisis de la forma expresiva .....	119
5.2.2.2.	Análisis de la forma del contenido.....	122
5.2.2.3.	Síntesis del análisis sobre las formas .....	129
5.2.2.4.	Análisis global de la recodificación .....	131
5.3.	Recodificación del conocimiento científico y procesos educomunicativos en los museos de ciencias.....	135
5.3.1.	Procesos educomunicativos y transposición didáctica.....	136
5.3.2.	Procesos educomunicativos y el diseño museográfico .....	138
5.4.	Implicancias de la mediatización educativa en los procesos educomunicativos.....	143
5.4.1.	Caracterización de la museografía didáctica.....	146
5.4.2.	La Mediatización y la educomunicación en los museos de ciencias.....	153
5.5.	Transmisión cultural en los museos de ciencias: contribuciones a la apropiación del conocimiento científico.....	156
5.5.1.	Los saberes previos y la apropiación del conocimiento científico.....	157
5.5.2.	Aspecto didáctico del mensaje.....	161

5.5.3. El mensaje metafórico en los museos de ciencias.....	165
6. Consideraciones Finales .....	170
7. Referencias .....	186
8. Anexos.....	200

**Listado de tablas**

<b>Tabla 1.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 2.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 3.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 4.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 7.....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla 9.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 10.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla 11.....</b>	<b>149</b>
<b>Tabla 12.....</b>	<b>200</b>
<b>Tabla 13.....</b>	<b>204</b>

**Listado de Figuras**

<b>Figura 1</b> .....	<b>77</b>
<b>Figura 2</b> .....	<b>88</b>
<b>Figura 3</b> .....	<b>90</b>
<b>Figura 4</b> .....	<b>99</b>
<b>Figura 5</b> .....	<b>100</b>
<b>Figura 6</b> .....	<b>104</b>
<b>Figura 7</b> .....	<b>105</b>
<b>Figura 8</b> .....	<b>105</b>
<b>Figura 9</b> .....	<b>106</b>
<b>Figura 10</b> .....	<b>106</b>
<b>Figura 11</b> .....	<b>107</b>
<b>Figura 12</b> .....	<b>107</b>
<b>Figura 13</b> .....	<b>108</b>
<b>Figura 14</b> .....	<b>108</b>
<b>Figura 15</b> .....	<b>126</b>
<b>Figura 16</b> .....	<b>133</b>
<b>Figura 17</b> .....	<b>204</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema de investigación

Esta investigación tomó como referente inicial el reconocimiento de los museos de ciencias como un escenario educativo no convencional, los que constituyen, junto a los parques temáticos, planetarios, acuarios, jardines botánicos, ferias y clubes de ciencia, ámbitos de enorme utilidad para acercar a un número creciente de personas a los contenidos en ciencias. El impulso más significativo en la institucionalización de estos escenarios educativos en países como Colombia se emprende a partir de los derroteros establecidos en temas de ciencia, sociedad y educación derivados de la *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso*, organizada por la UNESCO-ICSU y realizada en el año 1999. De modo concreto, en el año 2009, se comenzó el proceso de reconocimiento de este tipo de ambientes como ‘centros de ciencias’, incorporándolos al conjunto de estrategias del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; conforme a ello, la naturaleza divulgativa y educativa de los centros de ciencias resulta directamente ligada a la Apropriación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación<sup>1</sup> –en adelante ASCTI–, involucrando una amplia gama de actividades tendientes a valorar positivamente la creación de conocimiento, así como su adquisición, validación y utilización, pues se estima que hacer dichas actividades comunes a todas las personas debería hacer parte de una empresa social colectiva (UNESCO, 2015).

Esta entidad panglobal encargada de los asuntos relativos a la educación, la ciencia y la cultura, lideró el Programa en pro de la Ciencia: Marco General de Acción de la UNESCO (2000),

---

<sup>1</sup> Para COLCIENCIAS (2009) la Ciencia, la Tecnología y la Innovación –CTeI– es el objeto de la apropiación social, entendida esta última como proceso intencionado de comprensión e intervención de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, que se construye a partir de la participación activa de diversos grupos sociales, todos ellos con la capacidad de generar conocimiento. Asimismo, [...], promueven los principios de acceso democrático a la información y al conocimiento, y contribuyen a fortalecer la cultura en CTeI en el país mediante programas y actividades educativas. (p. 17).

estableciéndose una serie de orientaciones para que los gobiernos nacionales den prioridad a la sensibilización del público y la vulgarización de la ciencia; lo cual implica que estos, junto a organizaciones internacionales y entidades profesionales competentes, deben elaborar programas de formación –o mejorar los ya existentes– para periodistas científicos, especialistas de la comunicación y personal encargado de sensibilizar al público sobre las ciencias; asimismo, recomendó que las autoridades nacionales y las instituciones de financiación deben promover el papel de los museos y establecimientos científicos como elementos importantes para la vulgarización de la ciencia.

De modo similar, esta misma entidad estableció un parangón entre educación y aprendizaje, al afirmar que: “*Educación* significa aquí un aprendizaje que se caracteriza por ser deliberado, intencionado, con un fin determinado y organizado”. (UNESCO, 2015, p. 17); ahora bien, dado que las oportunidades de cualquier aprendizaje no se limitan a la educación escolarizada, conviene extrapolar esta determinación a la educación no formal, la que presupone cierto grado de institucionalización, pues buena parte del aprendizaje logrado es intencionado y deliberado. (UNESCO, 2015).

A continuación, se expone una breve síntesis de las maneras en que los museos, y en lo particular los de contenido científico, se forjan como la institución social hoy reconocida. En cada momento histórico se destacan los procesos de cambio en la función educativa y divulgativa de la cultura científica.

### ***1.1.1. Generalidades de los museos***

El origen de los museos suele registrarse en el siglo XV, momento en el que en Europa la aristocracia y burguesía ven aumentado su prestigio de clase, a través de la organización de

colecciones; es así como surgen los denominados ‘Gabinetes de curiosidades’, conformados por objetos de diversas características, pero agrupados por especialidades temáticas.

Pero es en el siglo XVIII que las colecciones personales o de familia empiezan a constituirse en auténticas instituciones públicas, en las que un público puede apreciarlas, principalmente a través de los primeros museos de Historia Natural; así los museos suelen identificarse como las instituciones de carácter artístico y de custodia patrimonial por excelencia, por lo menos así se entiende en su versión decimonónica. A finales del siglo XIX se transforman en museos de ciencia y técnica (González y Baratas, 2013), al sumar objetos, prototipos e instrumentos propios de la revolución industrial; a finales de ese siglo, según Hein (1998), los museos simplemente suponían que sus visitantes «aprenderían, se ilustrarían y se entretendrían».

Ya desde finales del siglo XX, los museos adquieren de forma deliberada una función educativa; según Alderoqui y Pedersoli (2012) entre los años 1969 y 1979 se actualizó su definición original de museo y agregó la palabra educación. El Consejo Internacional de Museos (ICOM, 2007) define al museo como “una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y su ambiente con fines de estudio, educación y recreo”; sin embargo, dado que los museos se han visto transformados sustancialmente, desde la década de los 60 del siglo pasado se les empieza a reconocer como *mass media*, (Cameron 1968; Hodge y D’Souza, 1976; Huyssen, 1995; Miles, 1989; Verón y Levasseur, 1989; como se citó en Castellanos, 2008 p. 23). De este modo, la función educativa en los museos sería educación mediática, aceptando que los medios cumplen también un importante papel en la enculturación.

### *1.1.2. Los museos de ciencias*

El hito originario de los museos con contenidos derivados del hacer científico coincide plenamente con el de las instituciones museales en general; el auge de estos se da con su versión decimonónica en los Museos de Historia Natural. Según Farber (2000) la Era Victoriana en la segunda mitad del siglo XIX fue también una época de gran interés en la naturaleza, periodo en el cual se acrecentaron las colecciones de objetos naturales y tuvo su auge la museología (como se citó en Elórtegui, 2015, p. 270). Pero es debido a las empresas expedicionarias que desde el siglo XVIII se emprendieron desde Europa a las que se debe un aire renovador de los museos, pues estas pesquisas aportaron importantes hallazgos que nutrieron la naciente divulgación científica.

En América Latina se registra la creación de museos desde comienzos del siglo XIX; por razones obvias, estos estuvieron fuertemente influenciados por el movimiento científico europeo. En 1823 se funda el Museo Nacional de Colombia, mientras que por la misma época se inauguran los siguientes museos en otros países de la región, por ejemplo, el “Museo Argentino de Ciencias Naturales (1812), Museo Nacional de Brasil (1818), Museo Nacional de México (1825), Museo Nacional de Historia Natural de Chile (1830), Museo Nacional de Historia Natural de Uruguay (1837) por mencionar algunos de ellos” (Cambre, 2017, p. 109).

En el siglo XX, los museos de ciencias adquieren el carácter ‘interactivo’ que en su acepción más clásica se asemeja con la interacción cara a cara entre el mediador y los visitantes, en torno a objetos custodiados y exhibidos con propósitos expositivos; pero, en América Latina “en muchos casos vemos que se introduce la palabra interactivo para distinguirlo del modelo decimonónico” (Cambre, 2017, p. 110). En todo caso, para cumplir el rol educativo “los museos de ciencias han marcado un nuevo estilo, pues exhiben prioritariamente ideas a través de equipos o módulos expresamente contruidos, más que colecciones, como sucede con otros tipos de museos” (Pérez

et al., 1998 como se citó en Sánchez-Mora, 2013, p. 15). De esta manera, los museos de ciencias en nombre de la interactividad como manera de dar cuenta de las demandas a favor de un papel más activo de los visitantes, ha concentrado su atención en la pragmática, de modo que el usuario ahora pueda hacer algo con la exhibición; por ello “Desde muy temprano comenzaron a realizar estudios sobre el público, querían saber si sus exhibiciones eran bien valoradas por quienes las visitaban y comenzaron a buscar formas de medir sus logros” (Cambre, 2017, p. 110).

Con esta orientación, los museos de ciencias establecieron la estrecha alianza con el sistema educativo que aún se mantiene, queriendo con ello contribuir a despertar el interés de los educandos por las ciencias. Es por ello por lo que en el campo de estudios de la educación en museos uno de los objetos predominantes de la investigación es la relación escuela-museo de ciencias, que ya cuenta con tres décadas de investigación educativa y que, según Sánchez-Mora (2013) “[...], nos dejan el mensaje de que ambas instituciones deberán funcionar de manera complementaria: el Museo, como herramienta de acción para mitigar las brechas culturales en la gran variabilidad de visitantes” (p. 21). Pero esta relación así entendida no permite comprender con nitidez las diferencias que debería haber en cuanto a relación aprendizaje-museo de ciencias se refiere; más allá de concluir que los aprendizajes logrados en la clase de ciencia no puede pretenderse sean los mismos que los obtenidos en los museos de ciencias. Tal y Steiner (2010) mencionan que la búsqueda de aprendizaje formal en el contexto del museo se convierte en un problema práctico, resultado de falta de comunicación y conocimiento de las atribuciones y alcances de ambas instituciones (como se citó en Sánchez-Mora, 2013).

Entonces resultó sugerente indagar qué es de fondo lo que hace diferente el aprendizaje en las escuelas y en los museos de ciencias, soslayando el lugar común que reviste relacionar la educación formal y no formal respectivamente.

En el campo de investigación referido se posicionan diferentes respuestas a los propósitos de los museos de ciencias, entre los que se cuentan que estos han respondido a los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias que ponen énfasis en la alfabetización científica y en la adquisición de ciertas competencias (Bamberger y Tal, 2008). Si bien se reconocen como propósitos el de fomentar una cultura científico-tecnológica en la sociedad en general, con miras a democratizar el conocimiento (Griffin, 1998; Gerber, 2001). Así como también promover actitudes favorables y vocación profesional hacia la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). No se escapa a las posibilidades de los museos de ciencias, su función comunicativa en tanto ambientes con amplio impacto, entre otras razones, por su posible contribución a la formación de una cultura científica en los ciudadanos (Guisasola y Morentin, 2005). En cuanto a los aprendizajes, se sabe que han tomado diferentes matices, entre ellos, han permitido mejorar el aprendizaje de la ciencia en su aspecto conceptual, por otro lado, han facilitado el trabajo práctico y han permitido especialmente abordar dos dimensiones más de la enseñanza de la ciencia: la actitudinal y la social (Camareno-Izquierdo, et al., 2009). Lo que resulta coincidente con lo afirmado por Hodson (1996) para quien los museos y centros de ciencia son especialmente apropiados para aprender ciencia, aprender acerca de la ciencia y aprender a hacer ciencia.

Las anteriores aseveraciones toman más fuerza si se le respaldan con estudios más robustos, como sucede con el estado del arte realizado por Cambre (2017); dicha pesquisa realizada sobre 120 artículos de investigación publicados a partir del año 2000<sup>2</sup>, encontró que la relación museo-aprendizaje es la temática más recurrente con 61 artículos que corresponden al 50% del corpus documental del estudio. Hallazgo similar que se muestra en evaluaciones de impacto en México en los que se reconoce el aprovechamiento real de los museos como recurso pedagógico al servicio

---

<sup>2</sup> Es importante tener en cuenta que fue después de 1990 cuando empiezan a inaugurarse de forma masiva museos y centros interactivos en América Latina.

del sistema educativo formal, para complementar, y enriquecer y ampliar la educación impartida en las aulas (Padilla y Patiño, 2007). Estos resultados coinciden con los propios de la tradición investigativa anglosajona, como se evidencia en publicaciones en la revista *Studies in Science Education* desde 1983, entre las que se cuentan amplias revisiones bibliográficas acerca de la enseñanza de las ciencias en contextos no formales y la importancia de los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias (Lucas, 1983; McManus, 1992; Rennie y McClafferty, 1996; Hofstein y Rosenfeld, 1996; Pedretti, 2002). También en la revista *Science Education* con la publicación de dos números especiales –noviembre de 1997 y julio de 2004– que muestran los resultados de investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas con el objetivo de analizar la naturaleza del aprendizaje en los museos y centros de ciencia, y el impacto a largo plazo de las visitas a estos museos.

Sin embargo, si bien se reconoce que la contribución de los museos de ciencias resulta particularmente influyente en el aspecto afectivo del aprendizaje (aumento de las actitudes positivas hacia las ciencias y la motivación para aprenderlas) y el procedimental, en el aspecto cognitivo puede ocurrir también en determinadas condiciones, pero en menor grado. (Cuesta et al., 2000; Wellington, 1990). De modo que la imposibilidad de arribar a conclusiones definitivas pueda deberse a que el aprendizaje conceptual en los museos sea subsidiario de los logrados a través de la educación formal y, por ende, no resulta posible discriminar los aportes que hace cada una de las instituciones que comparten ese rol educativo.

Al respecto, algunos estudios ofrecen explicaciones acerca del bajo nivel de efectividad en el aspecto cognitivo; el estudio de McManus (1992) concluye que esto puede deberse a que los museos de ciencia entregan una dispersión descontextualizada de módulos interactivos que pueden ser contemplados como estaciones de ideas; otros estudios afirman que, además, los museos de

ciencias han descuidado la relación de la ciencia con la vida cotidiana de las personas, lo que se extrapola también a los contextos político y social, y más aún a las implicaciones morales y éticas (Pedretti, 2002; Gil et al., 2004).

Estos hallazgos, si bien entregan resultados acerca del pretendido rol educativo de los museos, lo cierto es que en el campo resultan relevantes otras investigaciones que aborden la misionalidad educativa, divulgativa y comunicativa de los museos de ciencias.

### ***1.1.3. El proceso educomunicativo en un museo de ciencias***

Dar cuenta de los procesos educativos en los museos de ciencias implica tener en cuenta otras funciones sociales que en estas instituciones tienen lugar; junto con la función educativa, se encuentran los procesos de divulgación científica y comunicación pública de la ciencia; al respecto, si bien no existe un consenso en las denominaciones para describir el campo del conocimiento, práctico y académico, que vinculan a la ciencia y la sociedad (Rocha et al., 2017), por lo pronto, se acepta por divulgación científica aquella fuente de aprendizajes, aunque estos no suponen, en muchos casos, la adquisición de ideas y conceptos nuevos sino la modificación de otros ya existentes o la integración de diferentes conceptos, utilizados en distintos contextos como el científico y la vida cotidiana (Blanco, 2004). En lo relativo a la comunicación pública de la ciencia, una acepción relevante la asume como “La transmisión del conocimiento científico desde sus fuentes hacia los receptores más diversos (a públicos de los distintos niveles educativos)” (Sánchez-Mora y Sánchez-Mora 2003, como se citó en Rocha, Massarani y Pedersoli, 2017, p. 45).

En consecuencia, abordar la confluencia de la divulgación, la educación y la comunicación como aspectos constitutivos y esenciales de la disposición de la cultura científica en proximidad de los sujetos, orienta el significado de la educomunicación hacia una práctica de transmisión

simbólica, lo que quiere decir que involucra principalmente las representaciones, las significaciones y los sentidos (Narváez-Montoya, 2019). Siguiendo al autor, la educomunicación se entiende como “proceso único e indivisible de enculturación, socialización y subjetivación, como asunción de los códigos” (Narváez-Montoya, 2019, p.17). Luego puede afirmarse que en la escuela como en los museos se lleva a cabo la enculturación científica mediante procesos educomunicativos.

Por ende, de lo que se trató fue de ver cómo se transmite la cultura científica, para lo cual resultó ineludible encarar el fenómeno educomunicativo comprendiendo la dicotomía estructural entre matrices culturales –la de la ciencia y cualquier otra en la que surge la divulgación o popularización de la ciencia–, cuyas diferencias radican en modos distintos de pensar y de decir acerca del mundo. En otros términos, se educomunica cuando el sujeto adquiere el dominio de diferentes códigos –lingüísticos y mediáticos– (Narváez-Montoya, 2019). De ahí que resultó válido interrogar los modos en que la aproximación de diversos públicos al contenido científico se lleva a cabo, examinando *cómo se convierte la cultura alfabética y argumentativa en cultura popular* (Narváez, 2013a).

No obstante, convino señalar que en el campo de la educación en museos se acuñan categorías sustentadas en la idea de la transposición. Simonneaux y Jacobi (1997), por ejemplo, afirman que la transposición museográfica es una operación delicada, en la que están en juego elementos como el espacio, el lenguaje, los conceptos y el texto; mientras que Asensio y Pol (1999) establecen los fundamentos de la transposición expositiva, al afirmarla como la adecuación de un conocimiento científico a la exposición del museo con fines de que sea recibido por el público de forma exitosa. Al respecto, proponen que “la idoneidad y la capacidad de comunicación del conocimiento sabio en situaciones de enseñanza o exposición deben basarse en cinco fuentes

fundamentales de reflexión: sociocultural, disciplinaria, psicológica, didáctica y museológica” (Como se citó en Marandino, 2005, p. 172). Asimismo, en el estudio de Marandino et al. (2003) se partió del concepto de exposición como lenguaje y fueron utilizadas las tres lógicas lingüísticas existentes en la producción de las exposiciones, propuestas por Davallon: La lógica del discurso, el espacio y el gesto, correspondientes, a su vez, con los tres momentos de transformación: La disposición de la exposición, su apertura a la visita y ejecución; para ello resulta esencial capturar los límites de la transición de una lógica a otra.

Luego, se consideró necesario interrogar lo que sucede cuando se hace divulgación o educación científica en los museos de ciencias, en cuanto a si es posible transpone una cultura en otra, lo que se identifica como la mainstream de la educomunicación (Narváez-Montoya, 2019). En resumidas cuentas, ¿es posible hablar de transposición cultural en las instituciones museales?

Al respecto, como el objeto de la transposición es la cultura, ha de tenerse en cuenta lo siguiente

Las culturas son comparables, pero no conmensurables en el sentido kuhniano, es decir, no hay equivalentes sintáctico-semánticos entre unas y otras, así como no hay categorías equivalentes entre un paradigma y otro (Kuhn, 1987/1994) y, por tanto, cualquier forma de transposición resulta espuria. (Narváez-Montoya, 2019, p. 20)

Entonces, el interrogante vuelve a ser del tenor de la transmisión de una cultura específica –la científica– que, aunque compuesta por “Los conjuntos de representaciones (creencias, conocimientos, teorías, modelos), de normas, reglas, valores y pautas de conducta que tienen los agentes de los sistemas [...], científicos [...]” (Olivé, 2005, p. 59). Lo cierto es que tales representaciones son producidas por una comunidad especializada que hace uso de un conjunto único de signos y símbolos para comunicar su interpretación del mundo (Lemke 1990, 1998a). En

otros términos, se trata de una codificación del mundo practicada por una comunidad organizada socialmente; de ello se desprende que la cultura científica no sea el producto del conocimiento científico sino su matriz de generación.

Por consiguiente, para poder abordar la transmisión de cultura científica cuando esta toma parte de los procesos educomunicativos en los museos, fue preciso dar cuenta de cómo resulta aquella recodificación de la cultura científica en estas instituciones; lo que involucra la constitución de un código con el cual transmitir los contenidos –discursos y formas de representar– logrando la transmisión simbólica.

Dar cuenta de la recodificación en los museos de ciencias representó un aspecto significativo, en tanto hizo posible examinar cómo se construye el conjunto de mensajes que se dispone en la exhibición museal desde una perspectiva diferente a la museográfica; lo que implicó indagar las formas tanto sintácticas como semánticas que relacionan el texto y el discurso –partes constitutivas del mensaje–, pues son estas, el secreto de la codificación y en tanto, son el núcleo de la cultura (Narváez-Montoya, 2019).

#### ***1.1.4. La mediatización en los museos de ciencias***

La mediatización resultó ser otra arista en la comprensión de la educación en un museo de ciencias. Las transformaciones más recientes en los museos a partir del auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC– obedecen a fines eminentemente inclusivos estando en boga el ‘enfoque diferencial’; así, se impulsa la tendencia hacia exposiciones flexibles e interactivas para responder a los más altos estándares de la museografía internacional, de forma tal que un número cada vez más creciente de instituciones museales abren paso a lo que se denomina digitalización de contenidos, o producción de contenidos virtuales, que obedece a un proceso de

modernización, dado que, “toda cultura es, en principio, susceptible de tecnificar por medios digitales o analógicos.” (Narváez, 2013a, p. 5).

Habiendo tomado por caso el proceso de rediseño que se viene adelantando en el Museo del Espacio del Planetario de Bogotá, se encontró que, en efecto, la significativa inversión de recursos públicos para la mejora se apoya en que, como lo menciona la entidad: “Es una exposición que ya tiene más de 8 años circulando. Por esta razón, desde este escenario decidimos pensar en su renovación [...] para dinamizar la oferta del escenario” (Planetario de Bogotá, 2020), con miras a favorecer el acercamiento a públicos más variados a los contenidos en ciencias, con el siguiente eslogan institucional

El Museo del Espacio es un lugar que invita a la indagación y la exploración sobre temas relacionados con la astronomía y la observación del cielo y próximamente entrará en una etapa de remodelación para seguir fortaleciendo su interacción con los visitantes contemplando el enfoque diferencial. (Planetario de Bogotá, 2020)

Lo anterior representó especial importancia, pues para estudiar los procesos educocomunicativos en un museo de ciencias fue fundamental distinguir los procesos de transmisión cultural de los de reproducción técnica.

Si bien estudiosos de la cultura como Adorno, Benjamín, Bourdieu, Barthes, entre otros, se han centrado en el cambio de paradigma del museo tradicional y la revolución de las comunicaciones (Castellanos, 2008), lo cierto es que, desde la perspectiva culturalista, los desarrollos tecnológicos reciben atención investigativa para entender las razones por las cuales los museos hoy día se equiparán en términos culturalistas a medios de comunicación.

En resumidas cuentas, la conversión del museo de ciencias de institución de custodia patrimonial y educativa a medio de comunicación implica la especialización de los roles del

productor y del consumidor de mensajes; así, este impulso modernizador de los museos dinamiza la recepción de mensajes por parte del público cuando este va adquiriendo la competencia necesaria en la cultura mediatizada para hacerse a la información digitalizada electrónicamente, pero esto es un asunto de medios expresivos y técnicas.

### *1.1.5. Tradición investigativa en el campo de la educación en museos*

La revisión de literatura hizo posible asentar los interrogantes que componen el planteamiento del problema, haciéndose necesaria, en ese momento de la investigación, la realización de un estado del arte<sup>3</sup> acerca de la educación en museos. Al respecto, fue posible evidenciar que el estudio del aprendizaje es una tendencia que se mantiene en el tiempo, y que, por tanto, se constituye en una continuidad en el desarrollo teórico del tema, eso sí, con transformaciones que configuran diferentes acepciones del concepto de aprendizaje, y con un creciente desarrollo de nuevas perspectivas de investigación; este hallazgo resultó esclarecedor si se tiene en cuenta el carácter cambiante que la institución museal ha acreditado con el paso del tiempo.

A continuación, en función de sustentar la formulación de la pregunta de investigación en el campo de la educación-comunicación en museos, se exponen las principales conclusiones a partir de la revisión de literatura:

La documentación e investigación descriptiva de la educación en museos son de mediana data; en esta investigación logró demostrarse que por lo menos desde el cierre de la década de los 40 del siglo XX se tienen registros acerca de las experiencias y aprendizaje del público en museos anglosajones; este resultado muestra un horizonte anterior en el tiempo frente a estimaciones que establecen resultados de las investigaciones sobre las experiencias y aprendizajes del público en los museos anglosajones como un fenómeno reciente, estimado en las últimas décadas del siglo

---

<sup>3</sup> La exposición exhaustiva del estado del arte realizado se encuentra en el marco teórico del presente documento.

XX (Alderoqui y Pedersoli, 2011). También se demostró el sesgo producido por la indexación documental en bases de datos como WOS, como puede verse en resultados de estudios bibliométricos como el de Bozdoğan (2020) donde se indica que el primer artículo sobre educación museística en la categoría educación/investigación educativa en museos fue publicado en el 2000.

La inclinación manifiesta de la producción investigativa en el campo museal hacia la dimensión pragmática de la educación resultó fundamental en el reconocimiento del nivel de formalización del campo de estudios y la estructura que se ha venido configurando a partir de las perspectivas teórico-metodológicas y objetos de estudio predominantes; de esta forma, aun afirmando que la institución museal haya surgido con interés por la custodia patrimonial centrada en la exhibición de objetos, lo cierto es que la educación en museos –vista desde los orígenes del campo en la tradición investigativa anglosajona–, surge cuando la institución se hace pública y enfocada a los aprendizajes que el museo puede proveer a sus visitantes. Esta continuidad desemboca en la consolidación de los estudios de visitantes en la segunda mitad del siglo XX, con un gran número de ellos realizados en museos o centros de ciencias; de allí el inusitado despliegue de los estudios enfocados en el aprendizaje informal de las ciencias, lo que impulsó una transición de los enfoques conductistas hacia los de carácter interpretativo para responder a la pregunta por el sujeto que aprende en los museos.

Los estados del arte analizados muestran precedente afianzar la concepción de museos como medios de comunicación (McManus, 1992), ahora llamados entidades mediatizadas (Kyprianos et al., 2019, como se citó en Bovolenta y Colombo, 2020). Además, teniendo en cuenta el proceso de digitalización de colecciones que favorece el desarrollo de las TIC y su aplicación al ámbito museal, el campo investigativo se proyecta hacia la realización de estudios sobre los denominados museos virtuales y digitales. La alfabetización científica como acepción de

educación en museos ha sido investigada desde perspectivas teóricas que muestran su carácter pragmático, como también el papel preponderante que cumplen los museos como complemento de la educación científica escolarizada. No obstante, la revisión de la literatura permite evidenciar que hay vacíos en la comprensión acerca de la alfabetización científica como adquisición y dominio del código semiótico de la ciencia –lo que se reconoce como su sentido fundamental– más allá del desarrollo de capacidades argumentativas que facultan a una persona para la toma de decisiones o la actuación ciudadana en temas que involucran a la ciencia, de modo que esclarecer este dominio haga posible potenciar los sentidos derivados o pragmáticos de la alfabetización.

La investigación del proceso enseñanza-aprendizaje en museos presenta un marcado acento hacia el estudio del aprendizaje informal, en tanto que los estudios que tienen como objeto la función de la enseñanza son poco frecuentes. Se mantiene un álgido debate sobre la dicotomía entre los aprendizajes formal e informal, observándose un avance en dirección a considerar que el aprendizaje no se caracteriza exclusivamente por el contexto y los métodos que en ellos se practiquen, por tratarse de una asociación artificial que no deja de connotar obstáculos pedagógicos e investigativos; antes bien, el aprendizaje parece producirse en un *continuum* que vincula diferentes contextos de aprendizaje. En esta última manera de entender el aprendizaje se sostiene la relación de complemento entre museo y escuela, apoyado en las sinergias entre las instituciones con potencialidades que en su actuar por separado quedarían acotadas al locus individual. En términos metodológicos, la indagación ha transitado desde enfoques conductistas hacia el socio construccinismo, evidenciándose en tiempo reciente una polémica influencia en el campo de estudios ejercida por la opción metodológica *Need for accountability*, que se usa para realizar mediciones de calidad de las experiencias de aprendizaje como indicador del éxito de un museo en el mercado del ocio.

No obstante, futuras investigaciones podrían ocuparse de la descodificación y recodificación de mensajes que se usan en los museos, habida cuenta de la naturaleza de la comunicación a partir de las exhibiciones museales, como también debido a las transformaciones que se vienen registrando con el auge del pensamiento y uso del género narrativo que, según Allen (2004), para el caso de los museos de ciencias no ha resultado favorecer el aprendizaje de las ciencias.

Estudios acerca del rol y la formación de los educadores de museos señalan la importancia del dominio del contenido disciplinar de las ciencias, como aspecto esencial en la mediación pedagógica; de allí que la configuración del perfil de estos agentes educativos esté centrada en la adquisición previa y continua cualificación para favorecer el acercamiento de los visitantes a los contenidos en ciencias; al respecto, la evidencia compilada permite señalar demandas de conocimiento orientadas a comprender la manera en que los procesos comunicativos y educativos –en cuanto mediación– vienen permeándose por la incorporación de los medios, con mayor frecuencia e impacto en el ámbito museal.

El estudio de la educación en los museos como producción de experiencia y mediación entre el sujeto y las exposiciones museales no constituye una auténtica apertura respecto de la marcada tendencia hacia los estudios del aprendizaje; así lo sugiere el análisis realizado a las perspectivas teórico-metodológicas, puesto que los modelos de análisis en este conjunto de investigaciones acentúan la importancia de modelos que estudian el aprendizaje a pesar de que este no sea el objetivo central de las pesquisas; no obstante, se plantean proyecciones sugerentes para futuras investigaciones que logren destacar la relevancia teórica de abordar el discurso expositivo, a razón de las demandas sociales que pueden interferir en su configuración; de esta manera, emergen posibilidades para concentrar la atención en el análisis de la escritura y la imagen

(tomados ambos como textos) que dan cuerpo a una exposición, pues de acuerdo con Jacobi (1998), es el texto el que da sentido a la exposición, porque es lo que guía y orienta al visitante especialmente en las exposiciones científicas (como se citó en Marandino, 2014).

Los anteriores hallazgos confirmaron la tendencia manifiesta en los estudios realizados en museos hacia la dimensión pragmática y, por ello, se consideró oportuno hacer una ampliación del corpus con el propósito de incorporar el uso de estudios que se nominan como semióticos; se encontró una trayectoria significativa en la educación en ciencias, siendo la semiótica social la perspectiva teórico-metodológica predominante. Desde estos trabajos se reconocen la naturaleza multimodal de las representaciones que usa la investigación para construir significados del mundo natural y que por extensión se vincula a la enseñanza de conceptos científicos en el aula de ciencias; de esta manera emerge el concepto de código semiótico de las ciencias vinculado a la alfabetización científica. Bajo la misma perspectiva, se asocia la producción de signos de los estudiantes en la clase de ciencias, planteando una mirada alternativa al modelo estándar del cambio conceptual aplicado al fenómeno educativo, en todo caso, se mantiene abierto el debate sobre la relación entre el uso de las múltiples modalidades semióticas y el logro en el aprendizaje de las ciencias.

Con la marcada concentración hacia el estudio de la educación en museos y aulas escolares orientados hacia el aprendizaje de las ciencias –sea desde la perspectiva psíquica o social– y dado que el museo no ha sido muy estudiado desde el punto de vista de la semiótica (Hernández, 1998), se encontró una brecha de conocimiento a la cual aportar en la comprensión del fenómeno educocomunicativo; de esta manera se arribó a la demarcación de un estudio que asumió la educación y la comunicación como objeto formal de conocimiento, lo que implicó asumir el carácter semiótico del fenómeno educocomunicativo en los museos de ciencias.

## **1.2. Formulación del problema**

Considerando la recodificación de los códigos culturales, en la dicotomía estructural entre lo *icónico-narrativo* y lo *alfabético-argumentativo* (Narváez-Montoya, 2019) y la mediatización como tecnificación de la función de los museos como medios de comunicación se arriba a la formulación de las siguientes preguntas: ¿En qué consisten la recodificación de la cultura científica y la mediatización educativa en museos de ciencias? ¿De qué manera los procesos educomunicativos contribuyen a la apropiación del conocimiento científico en museos de ciencias?

Preguntas auxiliares:

¿Cómo se produce la recodificación de mensajes científicos en la exposición museográfica disponible?

¿Cuáles son las relaciones presentes entre la recodificación y los procesos educomunicativos en los museos de ciencias?

¿Cuáles son las implicaciones de la mediatización sobre los procesos educomunicativos en los museos de ciencias?

¿Qué posibles contribuciones a la apropiación del conocimiento científico se derivan de la transmisión cultural en los museos de ciencias?

### ***1.2.1. Objetivos***

#### ***1.2.1.1. Objetivo General***

Comprender los procesos educomunicativos y su aporte en la apropiación del conocimiento científico en museos de ciencias, mediante el estudio de la recodificación de la cultura científica y la mediatización educativa.

### ***1.2.1.2. Objetivos específicos***

Establecer los modos en que se produce la recodificación de mensajes científicos en la exposición museográfica disponible.

Analizar las relaciones presentes entre la recodificación y los procesos educomunicativos.

Caracterizar la mediatización educativa en los museos de ciencias y sus implicaciones en los procesos educomunicativos.

Valorar las posibles contribuciones a la apropiación del conocimiento científico que se derivan de la transmisión cultural en los museos de ciencias.

## **1.3. Justificación**

Los argumentos de importancia de esta investigación residen en haber logrado hacer contribuciones al campo teórico de la educomunicación mediante un estudio realizado en instituciones museales dedicadas a la divulgación científica, la educación y la comunicación pública de la ciencia; pues se advirtieron las limitaciones de la recodificación y la mediatización ante la creencia de que la tecnología, la imagen, los códigos narrativos, entre otros pueden llegar a sustituir la codificación cultura estrictamente científica. Por extensión, se considera que dichas aportaciones hacen pertinente el proyecto en términos sociales, al ampliarse la comprensión de la importante función que cumplen los museos de ciencias en el espectro de participación ciudadana en problemas socialmente relevantes, interpelando el creciente movimiento anti ciencia y favoreciendo una adecuada imagen pública de las ciencias. Como también

### ***1.3.1. Relevancia Teórica***

Si bien es cierto que el campo de la educación en museos se encuentra constituido y este cuenta con una tradición en la que predomina la constatación del logro de objetivos de aprendizaje, lo cierto es que, por lo mismo, viene costando un gran esfuerzo el apartarse de las perspectivas

teórico-metodológicas alrededor de las cuales se ha concentrado la producción de conocimiento acerca del proceso educativo.

El desarrollo del campo refleja que en la década de los años 90 se produjeron cambios significativos al encontrar que el énfasis hacia el estudio de los aprendizajes debía ampliarse con otros como, por ejemplo, el desarrollo de actitudes hacia la ciencia (Wellington, 1990). Sin duda, el trabajo de Falk y Dierking (2000) constituye un hito en la investigación de la experiencia en los museos; en palabras de Sánchez-Mora (2018) “Este modelo [Contextual de la Experiencia Interactiva] inicio una nueva era, ya que puso en duda la investigación basada en estudios y diseños experimentales que intentaban controlar variables asociadas con la visita, lo que inevitablemente descontextualizaba la experiencia” (p. 31). Fue así como se pusieron de relieve las numerosas dificultades por el uso de metodologías excesivamente intervencionistas o con alto grado de inferencia (Lucas et al., 1986; McManus, 1992), al punto que ya está demostrada la insuficiencia de estos métodos para realizar investigaciones en contextos no formales (Beetlestone et al., 1998).

Aunque las investigaciones acerca del aprendizaje no formal han dejado de asumirlo como resultado para entenderlo como un proceso (Borún et al., 1993, p. 203), este cambio, si bien resulta congruente con la naturaleza del aprendizaje en estos ambientes, supone grandes problemas de orden metodológico, además de los obstáculos que constituye el poder contactar a los visitantes tiempo después de la visita; lo más comprometedor es que se ha perdido el contexto en el que ocurrió la experiencia. Lo anterior implica que los estudios deban realizarse en un contexto más o menos estable en el tiempo, con la sabida dificultad de garantizar el seguimiento a los visitantes.

Además, como lo sostiene Sánchez-Mora (2018), buena parte de los trabajos realizados para determinar el efecto de la visita se han realizado con grupos de niños y niñas en visita escolar, en cuyo caso, se obtiene, si acaso, la evaluación de los equipos exhibidos, resultados que

fácilmente podrían extenderse a otros usuarios; lo mismo puede decirse del alcance temporal que presupone el aprendizaje no formal, del que la visita a un museo o centro de ciencias representa solo un reducido porcentaje.

Pese a los esfuerzos señalados, el estudio en los museos amerita esfuerzos adicionales que asuman el proceso educativo y comunicativo como aspectos de un mismo fenómeno –la educomunicación–, para lo que resultó necesario apartarse del interés centrado en asuntos pragmáticos como el logro de aprendizajes, en los que gran número de actividades implican una ‘comunicación’ directa entre las personas y los guías como mediadores capacitados para adaptar el mensaje de acuerdo con los intereses y nivel de los visitantes; pues son estos últimos los encargados de desempeñar un papel fundamental, al apoyarles en el uso de las exhibiciones, mostrarles aspectos que tal vez no habían considerado, ofrecer información adicional, promover conversaciones e incitarlos a expresar sus impresiones y dudas (Reynoso, 2013).

Esta investigación estuvo comprometida con el abordaje del fenómeno educomunicativo en tanto objeto formal de conocimiento, a través del estudio –desde la teoría de los códigos– de la estructura sintáctico-semántica del conjunto de mensajes que un museo de ciencias dispone en una exhibición; lo anterior resultó fundamental, pues como se viene argumentando, la tendencia hacia estudios de orden pragmático, ha permeado el campo hasta tal punto que incluso los análisis de carácter semiótico –en particular la semiótica social en aulas de clase– no escapan a la tendencia.

En suma, la investigación reviste importancia teórica en la medida en que con él se pretende hacer una contribución al conocimiento de los procesos educomunicativos que se llevan a cabo en un museo de ciencias, desde la perspectiva de un análisis semiótico-textual, esto significó, un interés declarado por profundizar –en el sentido de acotar– antes que por expandir la mirada sobre estos ambientes educativos.

De esta manera, haber comprendido semióticamente dichos mensajes contribuyó a esclarecer las formas en que opera la transmisión cultural que tiene lugar en los museos de ciencias; lograr este cometido contribuyó a revalorar categorías como la popularización o vulgarización de la ciencia, desechadas por razones ideológicas, pero que en términos semióticos resultan adecuadas dada la pertinencia social que tiene la apropiación del conocimiento científico por parte de los ciudadanos en el mundo contemporáneo, bajo los argumentos que se exponen a continuación.

### ***1.3.2. Pertinencia Social***

A partir de los argumentos de importancia teórica, fue posible indicar que el nuevo conocimiento acerca de los procesos educomunicativos, vistos de forma relacional con la recodificación cultural y teniendo en cuenta las implicaciones de la mediatización educativa, contribuye a que la institución museal fortalezca la orientación y cualifique los modos en que opera la divulgación científica y la misión educomunicativa.

El adecuado desarrollo de la divulgación científica ofrece nuevas posibilidades frente a la promoción y adquisición de la cultura que produce ese tipo de conocimiento humano, además de la función de poner al alcance de ciudadanos los constantes avances de las ciencias que no hicieron parte de los contenidos durante la escolarización básica. La divulgación cumple un papel primordial para que personas con formación científica, puedan ponerse al día en campos distintos al suyo, en cualquier caso, se trata de contribuir a aumentar el bagaje cultural de los ciudadanos (Durán, 2018).

Más aún, lo que garantiza una adecuada participación ciudadana en la esfera pública, es en buena medida el contar con personas y grupos sociales formados e informados en temas científico-tecnológicos relevantes en el ámbito de la sociedad; en efecto, cada vez es más recurrente que los ciudadanos se vean convocados a la toma de decisiones, mediante referéndums o plebiscitos, por

mencionar algunos mecanismos de votación; por otro lado, lo advierte magistralmente Sauvé (2010), los ciudadanos no solamente resultan ser quienes ponen las alertas frente a afectaciones por problemas socioambientales en nombre de ellos u otros afectados, sino que es frecuente encontrar que ellos son quienes deben asumir el enorme peso de la evidencia. En palabras de Sauvé (2010) donde manifiesta:

En los debates sociales, aprovechando ventajosamente los espacios que les son reservados, los ciudadanos deben a veces reaccionar con urgencia. En poco tiempo y sin medios, deben tratar de comprender cuestiones extremadamente complejas: deben encontrar y procesar una gran cantidad de informaciones, relacionarlas, interpretarlas de manera crítica y realizar síntesis eficaces de ellas (p. 12).

Pero la mayor aportación de prácticas de divulgación científica satisfactorias radica en la férrea oposición al creciente movimiento anti ciencia; en tal sentido, se consideró pertinente aportar en la construcción de una adecuada imagen pública de la ciencia, con la que

La gente se puede formar una idea general –y en algunos casos más específica–, acerca de lo que es la ciencia, de por qué la ciencia importa y puede confiarse en ella, y por qué es aceptable gastar socialmente en ella (Olivé, 2012, p. 77).

Se trata de controvertir la imagen distorsionada acerca de la ciencia que apalanca hoy el descrédito del conocimiento y hacer científico, en la medida en que se atribuye al desarrollo del pensamiento científico una responsabilidad desmedida frente al deterioro creciente del ambiente y otros problemas con alcance social, aun cuando estos sobrepasan la responsabilidad de los científicos. Las causas no están en la ciencia, sino en el tipo de respuesta que damos a algunas preguntas clave: ¿en qué mundo queremos vivir?, ¿qué mundo queremos dejar a nuestros descendientes? (Gil, 1998).

Dicho de modo más enfático, se trató de contribuir a que los asiduos visitantes de los museos de ciencias vean favorecida su visión del mundo mediante la adquisición de una racionalidad que valora la evidencia empírica acerca de los fenómenos en el mundo físico y social. Se trata entonces de que su difusión y divulgación pueda ser usada para detectar y controvertir charlatanes o impostores (Durán, 2018; Sokal, 2008).

En lo particular, desde el orden institucional, la Universidad Pedagógica Nacional y los Museos del Espacio y de La Plata, que fueron el locus del estudio, han visto beneficiada la cooperación mutua, en razón a que cada vez cobra mayor importancia e impacto la educación no formal que se promueve en los museos de ciencias. El conocimiento más robusto acerca de los procesos educomunicativos desde la perspectiva de la teoría de los códigos contribuye a potenciar la pragmática que requiere la divulgación científica y la comunicación pública de la ciencia, es decir, la mediación pedagógica que en las instituciones museales se practica; a partir de esta cualificación, se fomenta la producción de saber pedagógico en torno a los procesos educomunicativos de modo que, tanto algunos proyectos curriculares de formación inicial y pos gradual en la Universidad como el equipo de educación del Planetario podrían diseñar e implementar programas y estrategias de formación.

No sobra decir que en los anteriores argumentos de importancia expuestos está la pertinencia del proyecto asociada a la formación investigativa de la autora, pues desde esta experiencia intelectual se hicieron visibles nuevas formas de entender la educación y la comunicación, las ciencias y su divulgación, con lo que se vigoriza el saber fundante de quienes asumen la educación en museos parte del proyecto de vida.

## 2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente acápite se exponen los principales fundamentos de la perspectiva teórica con base en la cual se realizó el abordaje comprensivo de la educomunicación como objeto formal, a través del modelo de análisis con el cual se observaron los procesos de recodificación y mediatización que están a la base de los mensajes que se divulgan en un museo de ciencias, en su función de educación mediática.

El contenido está organizado en cuatro apartados, destinados como sigue: en primer lugar, se presenta un mapeo de las principales corrientes desarrolladas en el campo de la investigación en comunicación, ubicando la relevancia de los estudios semiótico-textuales; en segundo lugar, se desarrolla un recorrido histórico de la generación y consolidación de las principales teorías semióticas presentes en el campo; en tercer lugar, se muestran los presupuestos centrales de la semiótica de la cultura, como una sub disciplina que consolida el estudio de la recodificación como un proceso mediante el cual el texto cumple una función comunicativa; en cuarto lugar, se exponen los presupuestos centrales de la semiótica cultural que se centra en el estudio de los sistemas de significación creados por una cultura. A la luz de la Teoría de los Códigos, esta se toma como proceso analizable en términos sintáctico-semánticos; por último, se desarrollan las acepciones semióticas de la recodificación y la educomunicación, como categorías deductivas en un estudio de carácter semiótico.

Para empezar, es clave mencionar que la investigación en comunicación –*communication research*– ha estado dinamizada principalmente por tres maneras de producir conocimiento en torno a la comunicación de masas. En efecto, los modelos teóricos que han predominado son: En primer término, el sintáctico-informacional reconocido como una teoría matemática de la información que se ocupa de la transmisión óptima de los mensajes, siendo importante en ella el

trabajo de Shannon (1948) en el cálculo y la reducción de la entropía, mediante el teorema del canal ruidoso, pues se trataba de llegar a determinar la forma más económica, rápida y segura de codificar un mensaje, sin que la presencia de ruido hiciese problemática su transmisión (Wolf, 1985). Bajo el mismo enfoque, se encuentra el trabajo de Jakobson (1961), quien, sin reducir la lingüística a una teoría matemática de la comunicación, establece que “La actividad comunicativa está representada como transmisión de un contenido semántico fijo entre dos polos asimismo definidos, encargados de codificar y decodificar el contenido según las restricciones de un código a su vez establecido” (como se citó en Wolf, 1985, p. 135).

En segundo término, el modelo semiótico-informacional con el que se sitúa en primer plano la relación entre codificación y decodificación y en el que, además de la linealidad de la transmisión, se incorpora el funcionamiento de factores semánticos introducidos mediante el concepto de código. De esta manera, la comunicación pasa de estudiarse como transferencia de información a hacerse como transformación de un sistema en otro, cuya posibilidad queda garantizada por el código; en este tipo de estudios entre el mensaje entendido como forma significante que transmite un cierto significado, y el mensaje recibido como significado, se abre un espacio sumamente variado y articulado; en él entra en juego –visto semióticamente– la forma en la que destinador y destinatario comparten las competencias relativas a los diferentes niveles que fundamentan la significación del mensaje (Wolf, 1985).

Por último, el modelo semiótico-textual con el que se logra describir en términos semióticos algunos rasgos estructurales específicos de la comunicación de masa; en este enfoque teórico ya no son los mensajes los que son transferidos en el intercambio comunicativo –lo que presupondría una posición de igualdad entre emisor y receptores– sino que es más bien la relación comunicativa la que se construye en torno a conjuntos de prácticas textuales, distinción que

profundiza la semiótica de la cultura (Lotman y Uspenskij, 1973) y que presupone los conceptos de cultura gramaticalizada (Fabbri, 1973) –cultura culta, que define las propias reglas de producción– y cultura textualizada –cultura de comunicaciones de masas, en la que son las prácticas textuales las que se imponen, se difunden y se constituyen como modelos, filones, géneros–. De manera comparativa, en el último modelo expuesto, a diferencia de los dos primeros, la relación comunicativa se analiza al margen de los sujetos que la practican, como también de las capacidades que ellos exhiben para codificar y decodificar mensajes.

### **2.1. La Semiótica: revisión diacrónica de la disciplina**

Recabar las raíces históricas de la semiótica permite reconocer su origen como disciplina de las ciencias humanas con estatuto epistemológico propio, valga decir que el estudio de los tipos de semiosis existentes o posibles es tan antiguo como la filosofía, y, por tanto, debería controvertirse el entendido extensamente aceptado de considerar la semiótica como una disciplina actual surgida con el estructuralismo (Lozano, 1979, en Lotman 1979, pp. 9-10). Es Lozano quien establece en la introducción de la obra de Lotman y la Escuela de Tartu, (1979, pp. 10-35), el desarrollo diacrónico de esta disciplina, como sigue:

La genealogía de la semiótica se sitúa en los desarrollos filosóficos de la escuela presocrática, enfocada en la interpretación de los mensajes divinos; ciertamente, los Estoicos ya distinguían entre *semainon* –significante– y *semainomenon* –significado– (Rey, 1972). Asimismo, Platón en la obra *Cratilo* y Aristóteles en *De Interpretatione* se ocupan de definir el signo. Para la Edad Media, San Agustín en *De la Dialéctica* entiende que la palabra es el signo de una cosa que puede ser comprendido por el receptor cuando es proferido por el locutor y, además, Guillermo de Occam en *Summa Logicae* considera signo «todo lo que, una vez aprendido, hace conocer otra cosa».

La introducción del término semiótica –semiotics– se atribuye a Locke y con él, la doctrina de los signos cuyo objetivo es el de considerar la naturaleza de los signos de los que hace uso el espíritu para el entendimiento de las cosas, o para transmitir a otros su conocimiento; en la misma línea de identificar semiótica con lógica, en el seno de la corriente filosófica pragmática se encuentra la obra de Peirce en la que se destacan aportes significativos como la acepción de signo como «algo que, para alguien, representa o se refiere a algo en algún aspecto o carácter» y la llamada por el mismo Peirce *Semiosis ilimitada*, para referirse al hecho de que el objeto de un signo es siempre el signo de otro objeto, y no existe una realidad última absolutamente objetual y no significante; de lo anterior se deriva la tríada peirciana con la que se definen los tipos de signos: símbolos –relacionados arbitrariamente con su objeto–, Iconos –semejantes a su objeto– e Índices –relacionados físicamente con su objeto–<sup>4</sup>.

Alejado de la tradición filosófica, Saussure funda la semiología –o signología– como posibilidad para el estudio exclusivamente de «signos convencionales», es decir, centrado en la *langue*, como sistema de signos, y cuya base es eminentemente lingüística; en esta línea, Roland Barthes retoma los postulados saussureanos para invertirlos con su propuesta consistente en

Constituir la lingüística como una parte de la ciencia más general de los signos, en otra en la que la semiología sería absorbida por una translingüística, en la medida en que todos los sistemas de signos son de alguna forma «hablados», y entraría a formar parte de la lingüística, ciencia más general. (Lozano 1979, en Lotman et al., 1979, p. 13)

---

<sup>4</sup> El símbolo o Legisigno es una ley que es un Signo. Esta ley es generalmente establecida por los hombres (Peirce, 1986), como lo es el funcionamiento de los semáforos, el establecimiento de un uniforme militar. Un Icono es un signo que se refiere al Objeto al que denota meramente en virtud de caracteres que le son propios, y que posee igualmente exista o no exista tal Objeto (Peirce, 1986), como las fotografías o los retratos. Un Índice es un signo que se refiere al Objeto que denota en virtud de ser realmente afectado por aquel Objeto (Peirce, 1986), como la veleta que muestra la dirección del viento.

Oficialmente, no existe diferencia entre semiótica y semiología, aunque el uso vincule más la semiología con la tradición europea y la semiótica con la tradición anglosajona. El primer Congreso de la Asociación Internacional de Semiótica (1969) se decidió por semiótica –sin excluir el de ‘semiología’– para referir la disciplina que estudia los sistemas de significación (Eco, 2000).

De otra parte, la escuela semiótica soviética inaugura, desde los años 20 del siglo XX, sus aportes al estudio de *cualquier* sistema de signos, desde formaciones y posiciones diferentes –entre las que se mantienen la lingüística, pero se agrega la antropología, la teoría de la información, la cibernética, entre otras–; se ocupan del aspecto sígnico del lenguaje figuras como Jean Baudouin de Courtenay fundador de la escuela de Kazán y Jurij M. Lotman máximo representante de la Escuela de Tartu.

En la misma escuela, aparece Roman Jakobson quien, a propósito de su estancia en Estados Unidos a partir de 1946, hizo dos aportes significativos al campo de la semiótica, como fueron: primero, el uso de la tríada sígnica de Peirce<sup>5</sup> para establecer diferencias y tipologías de signos, y segundo, la lectura e incorporación de la teoría matemática de la comunicación de Shannon y Weaver, con la que fue posible medir cuantitativa y estadísticamente la información de un mensaje y al mismo tiempo analizar su significado –el valor que se puede atribuir a uno o más elementos de información sobre la base de un código–. Bogatirev y Jakobson establecen importantes principios semióticos, entre los que se destacan: primero, que cualquier sistema semiótico está sujeto a leyes semióticas generales y opera como un código, pero tales códigos están vinculados a comunidades específicas –del poblado al grupo étnico– del mismo modo que un lenguaje genera sub códigos ligados a profesiones o actividades determinadas; y segundo, que el estudio de un

---

<sup>5</sup> En la propia interpretación de Jacobson: símbolo –*symbol*– corresponde al reenvío del significante al significado en virtud de una convencionalidad asignada, convencional, habitual; índice –*index*– al reenvío del significante al significado en virtud de una contigüidad electiva; e icono –*icona*– al reenvío del significante al significado en virtud de una similaridad efectiva (referenciado en Lotman et al., 1979, p. 18).

código es el estudio tanto de sus leyes sincrónicas como de la formación y transformación diacrónica de sus leyes.

Así, con la intención de dar un mayor rigor científico la semiótica, se extiende el uso de la teoría semiótica soviética a la poética, hasta lograr introducir y aplicar la medición de la entropía del lenguaje<sup>6</sup>, mediante el método desarrollado por A. N. Kolmogorov; a partir de la colaboración con los métodos informacionistas, la literatura empieza a ser considerada como una variedad de los sistemas de signos; es así como a partir de la década de los años 60 del siglo XX se extiende este tipo de estudio semiótico a la variedad de sistemas de signos –lo que incluye a la misma matemática–, con lo que puede decirse se convirtió en el estudio de la «tipología de las culturas».

De tal forma que dicho estudio presupone caracterizar los rasgos semióticos –es decir, establecer la semiotividad– de una cultura, la que se encuentra definida por una determinada relación con el signo –equivalente material de los objetos, de los fenómenos y de los conceptos que expresa–; pero para que un fenómeno cualquiera pueda convertirse en signo –en portador de un determinado significado– debe formar parte de un sistema, pudiendo así establecer una relación con un no-signo o con otro signo; así, el signo de Lotman adquiere un carácter de unidad cultural entera; de modo que la cultura interviene y se caracteriza como un sistema –de sistemas– de signos organizados en un determinado modo; de esta manera la semiótica soviética empieza a apartarse de la *semiótica de la comunicación* y su adscripción a la *semiótica de la significación*, representada por la corriente estructuralista y desde la que el objeto de la semiótica serían todos los fenómenos significantes, aunque no supongan formas de comunicación voluntaria, proponiéndose el estudio de cualquier fenómeno en cuanto significativo.

---

<sup>6</sup> Según Kolmogorov, la entropía del lenguaje (H) está compuesta por dos magnitudes: una determinada capacidad semántica ( $h_1$ ) –es decir, la capacidad de la lengua, en un texto de extensión determinada, de transmitir una cierta información semántica– y la elasticidad de la lengua ( $h_2$ ) –es decir, la capacidad de transmitir un mismo contenido en varios modos equivalentes– (citado en Lotman et al., 1979, p. 19).

De este modo, la acepción lotmaniana de cultura en tanto sistema se manifiesta como una suma de reglas y restricciones impuestas a la misma; es a partir de esas reglas –o también llamados códigos– como el autor propone la construcción de la tipología de las culturas, según la cual, el código dominante de la cultura –término con el que se refiere a aquel código que se muestra preponderante en un grupo de textos provenientes de una misma época y un mismo lugar– puede ser un modo de organización únicamente semántico o únicamente sintáctico, o prescinde de los dos modos de organización siendo a semántico y a sintáctico, o es una síntesis de los dos modos de organización; esta tipología resulta útil para analizar las condiciones de posibilidad para que se dé el acto comunicativo, dependiendo de la forma en que el receptor llega a descodificar un texto.

De otra parte, esta acepción de cultura permite a Lotman (1979) considerar la cultura como una lengua; así, el lenguaje se realiza en forma de lenguas naturales –como el ruso o el español–, artificiales –como el científico– o secundarias –como el arte–; vistos así, las lenguas no sirven únicamente para comunicar, sino también para modelizar, son en sí mismas modelos; esta concepción se corresponde con la denominada hipótesis *Sapir-Whorf*, en la que la lengua es la que determina la organización sociocultural y la visión del mundo de una colectividad. Lo que en palabras de (referido en Niels, 1977) adquiere un matiz estructural más explícito:

La existencia misma del hombre está estructurada por la lengua [...]. La lengua es la forma de nuestro pensamiento. Pero la forma de nuestro pensamiento es la única forma en que podemos revestir el mundo. No podemos concebir ninguna otra forma de la existencia que la que nos es dada por la lengua. (Lozano, 1979 en Lotman et al., 1979, p. 24).

## **2.2. El signo en el modelo semiológico**

En la obra de Barthes (1993) cobra importancia la referencia lingüística del signo en la renombrada dicotomía planteada por Saussure entre lengua y habla –esencia del tipo de análisis

lingüístico—, sobre el cual se sostiene el carácter inconsciente que toma la lengua en los que extraen de ella su habla; sin embargo, es Lévi-Strauss quien la extiende al terreno antropológico, al decir que no son los contenidos los que son inconscientes, sino las formas, buscando referirse a la función simbólica; de este modo, el imaginario colectivo puede ser descrito no por sus «temas» sino por sus formas y funciones: esto es, por sus significantes más que por sus significados. Así, el signo empieza a ser concebido teóricamente como fundamento de la condición humana en cuanto a su capacidad simbólica que vincula lenguaje y pensamiento.

Siguiendo al autor, el *significado* es lo decible en lugar de la representación o la cosa real, ni acto de conciencia ni realidad, el significado, afirma Barthes (1993), no puede ser definido más que en el interior del proceso de significación, de una manera casi tautológica: es ese «algo» que el que emplea el signo entiende por él; en una doble significancia que es a la vez semiótica y semántica; mientras que el *significante* se constituye en mediador —material— del significado: La materia le es necesaria, además de que, en semiología, el significado puede ser también reemplazado por cierta materia; la de las palabras; esta materialidad de las palabras obliga una vez más a distinguir con cuidado materia y sustancia: La sustancia puede ser inmaterial —en el caso de la sustancia de contenido—.

Adicionalmente, con Hjelmslev (1984) se introduce una distinción en el interior de cada componente del signo: bien sea en el significante o plano de la expresión o en el significado o plano del contenido; así, cada plano comporta dos *strata* denominados forma y sustancia; de esta manera, como señala Barthes (1993) con los dos *strata* tanto en el plano de la expresión como del contenido, se tiene:

- 1) una sustancia de la expresión, por ejemplo, la sustancia fónica, articuladora, no funcional de la que se ocupa la fonética y no la fonología; 2) una forma de la expresión, constituida

por las reglas paradigmáticas y sintácticas; 3) una sustancia de contenido: son, por ejemplo, los aspectos emocionales, ideológicos o simplemente conceptuales del significado, su sentido «positivo»; 4) una forma del contenido es la organización formal de los significados entre sí, por ausencia o presencia de una marca semántica. (p. 40)

Vista desde este enfoque, la significación se concibe como un proceso que mediante un acto une el significante y el significado, y cuyo producto es el signo, pero esta unión, advierte Barthes (1993), no se da entre entes unilaterales, como si se tratara de acercar dos términos; por el contrario, el significante y el significado son, cada uno a la vez, término y relación. En efecto, para Barthes (1993) se constituye en una relación (R) entre el plano de la expresión (E) y el plano del contenido (C).

De todos modos, la naturaleza de dicha relación ha sido objeto de álgido debate en la lingüística y en la semiología; con Barthes (1993) se dirá, en términos generales, que en la lengua el vínculo del significado y el significante es contractual originalmente, pero que ese contrato es colectivo y está inscrito en una temporalidad larga.

Adicionalmente, para Saussure las relaciones que unen los términos lingüísticos pueden desarrollarse en dos planos, cada uno de los cuales genera sus propios valores y a su vez se corresponden con dos formas de actividad mental. El primer plano es el sintagma, por el cual se entiende “una combinación de signos que tiene como base la extensión; en el lenguaje articulado esta extensión es lineal e irreversible, dado que dos elementos no pueden ser pronunciados al mismo tiempo, cada término adquiere aquí su valor por su oposición a lo que precede y a lo que sigue: en la cadena de palabras los términos están unidos realmente *in praesentia* y la actividad analítica que se aplica al sintagma es la segmentación.

El segundo plano es la asociación, por el que las unidades que tienen entre sí algo en común se asocian en la memoria y forman de esta manera grupos en los que reinan las relaciones más diversas; de esta manera, los términos están unidos *in absentia* y la actividad analítica que se aplica a las asociaciones es la clasificación. El plano asociativo ha venido denominándose plano paradigmático y evidentemente ligado con la «lengua» en tanto sistema, mientras que, el plano sintagmático está más cerca del habla. Esta proximidad estructural del sintagma y el habla puede plantear problemas de análisis, pero también hace posible explicar estructuralmente ciertos fenómenos de «naturalización» de los discursos connotados (Barthes, 1993).

Puede decirse que con Barthes (1993), el texto se distingue de la obra literaria porque en lugar de ser un producto estético, es una práctica significativa y porque además no es una estructura, sino una estructuración; la instancia del texto no es la significación, sino el significante, en la acepción semiótica del término.

En suma, la investigación semiológica vista así por Barthes (1993) consiste en reconstruir el funcionamiento de los sistemas de significación distintos de la lengua y para ello propone tener en cuenta el principio de pertinencia, por el cual se decide describir los hechos reunidos desde un solo punto de vista, con exclusión de cualquier otro; así la investigación semiológica concierne por definición a la significación de los objetos analizados: se interroga a los objetos solamente en relación con el sentido que detentan, sin tener en cuenta –en un primer momento– determinantes de orden psíquico, sociológicos, físicos de estos objetos. A mayor abundamiento, sostiene Barthes (1993) que hay que tratar esos determinantes en términos semiológicos, es decir, situar su lugar y su función en el sistema de sentido, al examinar la moda, por ejemplo, sostiene que esta:

tiene, con toda evidencia, implicaciones económicas y sociológicas: pero el semiólogo no tratará ni de la economía ni de la sociología de la moda; solamente dirá en qué nivel del

sistema semántico del sistema de la moda, la economía y la sociología enlazan con la pertinencia semiológica: en el nivel de la formación del signo indumentario. (1993, p. 80)

### 2.3. Semiótica de la Cultura

En términos generales, de acuerdo con Lotman, (1979):

La cultura puede representarse como un conjunto de textos; pero desde el punto de vista del investigador, es más exacto hablar de la cultura como mecanismo que crea un conjunto de textos y hablar de los textos como realización de la cultura. (p. 77)

La semiótica de la cultura es concebida como una sub disciplina que examina, entre otros fines, la interacción de sistemas semióticos diversamente estructurados; se ha consolidado como una de las tendencias en el desarrollo de la teoría semiótica, en tanto su función está orientada a precisar los procedimientos de generación de los textos, cuando se centra la atención en el funcionamiento semiótico del texto real, es decir, en aquellos aspectos semióticos que divergen de la estructura de la lengua (Lotman, 1993). En consecuencia, desde esta perspectiva teórica adquieren mayor relevancia aquellos casos en que se unen textos heterogéneos, producidos según Lotman (1993) en lenguajes esencialmente diferentes, y que conduce a la combinación de tipos esencialmente diferentes de semiosis.

Apreciada bajo este enfoque, la función comunicativa del texto es una suerte de trato entre el texto y el contexto cultural. Las relaciones entre uno y otro pueden ostentar un “Carácter metafórico, cuando el texto es percibido como un sustituto de todo el contexto. [...], o también un carácter metonímico, cuando el texto representa el contexto como cierta parte del todo” (Lotman, 1993, p. 19). Cuando los textos, bajo la tendencia que exhiben, pasan de un contexto a otro, adquieren la faceta de ser como un informante trasladado a una nueva situación comunicativa; esta acción es nominada por Lotman (1993) como *recodificación de sí mismo*, y estando “En

correspondencia con la situación pone al descubierto la analogía entre la conducta sígnica de la persona y el texto.” (p. 20). Por ende, los textos al trasladarse a otro contexto desempeñan un importante papel en el reconocimiento del contexto cultural de origen.

En otro aspecto, según la perspectiva expuesta por la Escuela de Tartu, las culturas pueden estar predominantemente orientadas hacia el plano del contenido o hacia el de la expresión. A consecuencia de ello, en el primer caso, se denominan culturas gramaticalizadas, cuando la cultura queda concebida como un principio activo que debe propagarse, mientras que ve la no cultura como el ámbito de una propia difusión potencial; en el segundo caso, se denominan culturas textualizadas, cuyo efecto es que puede no darse en general la tendencia a la expansión, sino, por el contrario, puede que la cultura no salga de su propio ámbito, atrincherándose contra todo aquello que le es opuesto, es decir, a cerrarse sobre sí misma; en tal caso, la no cultura se identifica con la anticultura y de este modo, por su propia esencia, no puede ser percibida como área potencial de expansión de la cultura (Lotman et al., 1979).

Siguiendo a los autores, en aquellos modelos culturales orientados por el contenido puede afirmarse que la relación entre el plano de la expresión y el del contenido es de carácter arbitrario y, por tanto, tales culturas pueden representarse a sí mismas como un sistema de *reglas* que determinan la creación de textos; en otros términos, las culturas gramaticalizadas –entiéndase alfabéticas– definen las propias reglas de producción, en calidad de metalenguaje explicitado y reconocido por toda una comunidad discursiva (Fabbri, 1973 como se citó en Wolf, 1985).

Por el contrario, en modelos orientados hacia la expresión, la relación entre dichos planos se constituye como necesaria, esto es, una correlación biunívoca que puede verse como una inseparabilidad suya sustancial o bien del reconocimiento de una influencia de la expresión sobre

el contenido; tales culturas se representan como un sistema de *textos* regulados (Lotman et al., 1979).

Queda así planteada la dicotomía entre cultura gramaticalizada y cultura textualizada, que retoma Eco (2000) afirmando que la primera es hipercodificada, mientras que la segunda, por el contrario, es hipocodificada. Entonces, cuando la cultura está predominantemente orientada por el contenido, tiende a su expansión permeando el ámbito de la no cultura, instituyéndose como factor de orden, pues en la tipología lotmaniana, la cultura se erige en antitética a la entropía –al caos–, generándose una oposición fundamental, aquella entre «ordenado» *versus* «no ordenado» (Lotman et al., 1979). Por el contrario, si la cultura está predominantemente orientada por la expresión, puede constituirse en la antítesis de otros modelos culturales, como puede ser el caso de la antítesis entre ciencia y arte desde la entrada en vigor de una nueva cultura; la que, según Lotman et al. (1979) corresponde a la cultura post-renacentista, liberada de la concepción medieval del mundo y tendiente, en gran medida, a contraponérsele. Aunque también sostengan los autores que es desde su aparición en el siglo XVIII, cuando el concepto mismo de «bellas artes» se erige en antitético al de ciencia.

Complementario a lo anterior, es importante desentrañar cómo opera la función de apropiación cultural, cuyo papel se sustenta en un dispositivo central codificador que posee determinadas propiedades esenciales, a saber: en primer término, su alta capacidad modelizadora, mediante la cual debe describir el mayor círculo posible de objetos, incluido el mayor número de objetos todavía desconocidos, o bien, estar en condiciones de declarar inexistentes a los objetos que dicha capacidad modelizadora no permite describir; en segundo término, su sistematicidad que ha de ser concebida por la colectividad que la utiliza como instrumentos para atribuir un sistema a aquello que es amorfo (Lotman et al., 1979).

## 2.4. Semiótica cultural

La pretensión de Eco de constituir con la semiótica una teoría general de la cultura, la sitúa en los dominios de la antropología cultural; sin embargo, vista como una perspectiva teórica, la semiótica cultural da contextura a un dominio de estudios antes que una disciplina en el campo científico que se centra en el estudio de los sistemas de significación creados por una cultura. En su obra *Tratado de Semiótica General* propone un modelo de investigación que se aparta de la lingüística –en cuanto ciencia del lenguaje, que estudia las leyes que rigen las lenguas–, para contribuir a una lógica de la cultura; no obstante, la perspectiva de Eco no insinúa algún aire de continuidad del legado de Peirce, pues su aporte se enmarca en el campo propiamente semiótico y no de la lógica.

Si bien el autor adscribe la acepción de signo como todo aquello que pueda considerarse como sustituto significante de cualquier otra cosa, no desconoce el carácter impreciso del concepto, al tiempo que reconoce como problemático el esfuerzo semiótico de organizar la enorme variedad de signos en tipologías. Se propone, entonces, traducir el concepto de signo en términos de la función semiótica; para ello, retoma la tricotomía de Peirce –símbolos, indicios e iconos– y demuestra que estas categorías abarcan una serie de funciones semióticas que le han de servir para explicar los diferentes modos en que los signos pueden ser producidos; en lo que sigue, la fundamentación se ocupará exclusivamente de una de las ramas del Tratado denominada por Eco como semiótica de la significación.

### 2.4.1. Teoría de los Códigos

Este conjunto de categorías constituye un modelo analítico culturalista con el cual Eco propone explicar toda clase de casos de función semiótica desde el punto de vista de sistemas subyacentes relacionados por uno o más códigos, tanto si esta se refiere al universo verbal como

si se refiere al universo de los artificios no verbales. El modelo se fundamenta en una relación entre sistemas semióticos que opera sobre los elementos que componen cada uno de ellos a través del código; de esta manera, el objeto de estudio, según Eco (2000), corresponde a cualquier clase de fenómeno de *significación y comunicación*, que vendrán a ser las principales categorías deductivas del modelo. De manera que, bajo la Teoría de los Códigos, la hipótesis manifiesta que:

[...]: la semiótica estudia todos los procesos culturales como procesos de *comunicación*. Y, sin embargo, cada uno de dichos procesos parece subsistir solo porque debajo de ellos se establece un sistema de *significación*. [...]. El proceso de comunicación se verifica solo cuando existe un código. Un *código* es un sistema de *significación* que reúne entidades *presentes* y entidades *ausentes*. (Eco, 2000, p. 24).

De lo anterior se deduce que, si la semiótica asume dichos fenómenos como procesos de comunicación a los que subyace y debe su existencia un sistema de significación, entonces la cultura se admite como un proceso semiótico, por el que los fenómenos culturales pueden hacerse equivaler con los fenómenos semióticos.

#### ***2.4.1.1. La significación como aspecto de la comunicación***

Es importante entender los conceptos de significación y comunicación. Para esto, Eco (2000) los define de la siguiente manera:

El proceso de comunicación se verifica solo cuando existe un código. Un código es un sistema de significación que reúne entidades presentes y entidades ausentes. Siempre que una cosa materialmente presente a la percepción del destinatario representa otra cosa a partir de reglas subyacentes, hay significación. (p.25)

Por otro lado, Eco (2000) afirma que hay un sistema de significación –y, por tanto, código–, cuando existe una posibilidad establecida por una convención social de generar funciones semióticas, independientemente de que los *funtivos*<sup>7</sup> de dichas funciones sean unidades discretas llamadas ‘signos’ o grandes porciones del habla, con tal de que la correlación haya sido establecida precedente y preliminarmente por una convención social. El análisis semiótico necesario para dar cuenta de dicha relación se orienta a considerar y estudiar la comunicación como un proceso de significación, en el que “lo importante no es si los sistemas de comunicación, las codificaciones, tienen valor de verdad, en el sentido de si hay correspondencia con el mundo empírico, sino si las codificaciones tienen valor de significación.” (Narváez, 2013, p. 36).

Este proceso se establece entre dos sistemas denominados s-códigos, los que son en realidad sistemas o estructuras que pueden perfectamente subsistir independientemente del propósito significativo o comunicativo que los asocie entre sí [...]. Se componen de un conjunto finito de elementos estructurados en oposiciones y regidos por reglas combinatorias por las que pueden generar ristas tanto finitas como infinitas” (Eco, 2000, pp. 65-66).

De manera que, “cuando un código asocia los elementos de un sistema transmisor con los elementos de un sistema transmitido, el primero se convierte en la expresión del segundo, el cual, a su vez, en el contenido del primero” (Eco, 2000, p. 83).

La relación entre ellos se instaura en forma de código –o regla que asocia los elementos de un sistema con los del otro–, y que es analizable de forma bidireccional, pues se trata de una codificación en tanto, proceso que “consiste en la transformación de unidades del sistema semántico en unidades del sistema sintáctico, y, desde luego el proceso contrario” (Narváez, 2013, p. 36).

---

<sup>7</sup> Para Eco (2000) los *funtivos* corresponden a los elementos que entran en correlación en la función semiótica. Existe función semiótica entre ellos cuando una expresión y un contenido están correlacionados.

Así, la codificación ocurre entre elementos pertenecientes al *plano del contenido*, es decir, los significados en tanto una unidad cultural de tipo semántico y elementos del *plano de la expresión*, a modo de unidad cultural de tipo sintáctico mediante las cuales se expresan dichos contenidos, pero solo en presencia de un código o convención que opera entre los sistemas correspondientes a cada plano; por tanto, los signos vendrían a ser “resultados provisionales de reglas de codificación que establecen correlaciones transitorias en las que cada uno de los elementos está, [...] autorizado a asociarse con otros elementos y a formar un signo solo en determinadas circunstancias previstas por el código.” (Eco, 2000, p. 84).

Puede decirse que es por la función semiótica que el sistema sintáctico es, comunicativamente hablando, funcional al sistema semántico; dicho en otras palabras, el primero está fuertemente condicionado por el objetivo final de poder transmitir el contenido, es decir, el segundo, así, el sistema sintáctico funge como sistema transmisor de un contenido cultural, que es el sistema transmitido; de modo que este tipo de codificación hace correspondencia entre dicho sistema con otro sintáctico, y por ello se trata de un “código lingüístico mucho más articulado, capaz de reconocer varios ‘objetos’ específicos dotados cada uno de propiedades y funciones particulares.” (Eco, 2000, p. 129). De esta manera, cualquier cultura estaría compuesta por dos planos, el del contenido y el de la expresión. A continuación, se desarrollará su constitución a partir de un sistema y unidades vistas como especímenes de signos.

#### ***2.4.1.2. El plano del contenido***

Según Eco (2000) este cuenta con un “sistema de posiciones vacías, una estructura, en virtud de la cual los especímenes concretos de unidades del contenido asumen naturaleza posicional y oposicional” (p. 86). Y también con “especímenes concretos de unidades del contenido, que representan elementos elegidos o ‘recortados’ por un contínuum impreciso y

amorfo de hechos y conceptos” (Eco, 2000). Así, cada unidad semántica debe su ‘existencia’ a la manera en que se define otra por oposición a ella, entonces dichas oposiciones del contenido se traducen en unos valores que emanan del sistema; así, los valores quedan definidos en función de la oposición entre sí y el valor posicional que adquieren al interior del sistema; de esta manera, el plano del contenido permite reconocer la forma en que los campos semánticos dan forma a las unidades de una cultura determinada y constituyen una organización –o visión– del mundo determinada (Eco, 2000, p. 126).

De manera que, para el caso de las ciencias positivas, la organización de la experiencia se sostiene en una visión llamada científica desde la que se hacen afirmaciones sobre el mundo físico y biológico edificadas en una estructura paradigmática (Sokal, 2017). Por ello, ha de reconocerse “una interacción bastante estrecha, y en varias direcciones, entre la visión del mundo, el modo como una cultura vuelve pertinentes sus unidades semánticas y el sistema de los significados que las nombran y las ‘interpretan’” (Eco, 2000, p. 130). En cuyo caso, los significados construidos por las diferentes disciplinas científicas, que les son propios, conforman el contenido de la cultura como la resultante de un proceso de hipercodificación, que obedece a desarrollos históricos y cuyo efecto solo ha sido posible por la evolución del código en culturas gramaticalizadas, las cuales, como se explicó antes, están dirigidas a priorizar el contenido y a aplicar la regla de construcción.

#### ***2.4.1.3. El plano de la expresión***

Según Eco (2000), este cuenta con un “sistema de posiciones vacías, una estructura, en virtud de la cual los especímenes expresivos asumen su naturaleza posicional y oposicional” (p. 86). Y también con “especímenes concretos de artificios expresivos –con sus combinaciones– que representan elementos seleccionados de un material amorfo original” (Eco, 2000).

Para comunicar los contenidos del sistema semántico se requiere de un sistema sintáctico, compuesto por significantes, que son unidades físicas, sujetas a una estructura combinatoria interna; por ello, este sistema debe entenderse como un modelo construido y establecido con el fin de homogeneizar diferentes fenómenos, es lícito suponer que, si esos modelos funcionan, es porque reproducen de algún modo un orden objetivo de los hechos (Eco, 2000).

De forma similar, para el caso de las ciencias positivas, el sistema sintáctico, además de la capacidad expresiva, también favorece la formalización, puesto que en el proceso mismo de explicar los fenómenos físicos se hacen necesarias ciertas formas matemáticas que nacen del proceso de formalización en sí mismo; esto implica que la ciencia y la matemática puedan compartir formas similares en cuanto se pueden considerar que son elaboraciones formales de lo externo (Ayala, et al. 2008).

#### ***2.4.1.4. La sustancia y la forma de la cultura***

Tal como se había mencionado, uno de los aportes de Hjelmslev (1984) a la semiótica consiste en dividir cada plano que interviene en la función semiótica, en dos *strata* denominados *sustancia* y *forma*.

En primer lugar, refiriendo a las sustancias, se tiene la *sustancia del contenido*, entendida como el entramado conceptual que mueve la cultura, en forma de saberes, valores y sensibilidades. (Narváez, 2013) o en términos más formales, como la ocurrencia de unidades semánticas generadas por la forma del sistema semántico, a modo de un *continuum* de posibilidades físicas, de fenómenos psíquicos, de comportamientos y de pensamientos a los que el sistema semántico ha conferido un orden, seleccionando en ellos un conjunto estructurado de unidades semánticas. Mientras que la sustancia de la expresión está constituida, tanto por los materiales físicos con base en los cuales se produce la expresión, como por los instrumentos, también físicos, a través de los

cuales se produce (Narváez, 2013). O en términos más formales, a modo de un *contínuum* de posibilidades físicas, se usa como material amorfo del que se extraen elementos pertinentes y discretos para usarlos como artificios expresivos. No obstante, cabe precisar que las dos sustancias constituyen materia no semiótica (Eco. 2000).

En segundo lugar, en referencia a las formas, se tiene la *forma del contenido*, con base en ella aparece el “modo como se organizan, se relacionan y se cuentan las ideas. Existen básicamente dos formas [...] una forma narrativa, que es figurativa; y una argumentativa, abstracta, que produce y relaciona conceptos y categorías, no cuenta, sino que explica el mundo” (Narváez, 2013, p. 47). Siguiendo al autor, para la forma de la expresión aparecen tres posibilidades para convertir un material en marca, estas son: las figurativas, las abstractas y las infográficas. Las primeras son aquellas “semejantes” o que crean la misma sensación perceptiva que la realidad empírica, o sea, que tratan de imitar el mundo existente; las segundas son aquellas que representan arbitrariamente los conceptos, no tienen relación alguna de semejanza ni de continuidad física con lo que representan. En el caso de la voz humana, el lenguaje articulado, que no imita, sino que nombra, es una típica representación abstracta, puesto que las palabras no se parecen, ni en su forma ni en su materialidad, a ninguna de las ideas que representa; con las terceras, se trata de representar, en términos icónicos, relaciones que no son espaciales, sino lógicas o abstractas, por ejemplo, de causa y efecto, de parte a todo, de continente a contenido, de antecedente a consecuente y sus respectivas formas reversibles (Narváez, 2013).

La siguiente tabla representa la estructura de la cultura en el modelo semiótico expuesto.

**Tabla 1**

*Estructura de la cultura*

Código							
Función semiótica							
Cultura							
Mensaje							
Sintáctica				Semántica			
<i>Expresión</i>				<i>Contenido</i>			
<i>Sustancia</i> <b>Texto</b>		<i>Forma</i>		<i>Forma</i>		<i>Sustancia</i> <b>Discurso</b>	
Digital	Analógica	Figurativa	Abstracta	Abstracta	Figurativa	Situacional	Trascendental
<i>Discontinua</i> Código Morse, Códigos ASCII, pantallas, etc.	<i>Continua</i> Grabado, litografía, fotografía, cine, etc.	<i>Icónica</i> (imagen, sonido, esquema, alegoría) <i>Pseudoicónica</i> (infografías)	<i>Simbólica</i> (alfabético- numérica)	Argumentativa Categorial Proposicional	Narrativa Dramatúrgica Poética Metafórica	Mundo de la vida	Mundo del sistema

*Nota.* Datos tomados de Narváez (2019).

Como se hace evidente, el modelo distingue los dos *strata* sustancia y forma en los sistemas sintáctico y semántico que se encuentran correlacionados por medio de la función semiótica; de esta manera, de lo que se trata es de asumir las ciencias físicas como una cultura que emana de una función semiótica mediante la cual se codifica el conocimiento teórico por ellas producido en el seno de una comunidad que lo hace posible, porque se cuenta con “un sistema expresivo que pueda crear unidades sintácticas (de expresión) tan abundantes y variadas como unidades semánticas (de contenido) [...]” (Narváez, 2013, p. 133). La correlación entre la sintaxis alfabética y la forma de

contenido analítica parece ser la función semiótica que opera en la cultura científica; por ello conviene poner el énfasis en que.

Las formas son, por decirlo así, el secreto de la codificación y son, por tanto, el núcleo de la cultura, puesto que son la parte no evidente, pero generativa de la comunicación, mientras que los textos y los discursos son evidentes pero generados por las formas (Narváez, 2013, p. 4).

#### ***2.4.1.5. La Recodificación***

Para iniciar es necesario acotar que, la cultura científica, en la que los estudiantes son enculturados con mayor frecuencia, forma parte de una tradición cultural más amplia: la cultura occidental (Aikenhead 1996), y, por tanto, como expresión y estandarte de la cultura llamada ilustrada, se caracteriza por ser: abstracta por sus códigos y argumentativa por su discursividad (Eco, 2000), además, alfabética y paradigmática en cuanto a la tradición que produce y la forma de pensamiento que encarna, como también gramaticalizada en cuanto a la forma de transmisión (Narváez-Montoya, 2019). Sin embargo, el uso social de los contenidos de dicha cultura, con fines de divulgación en diferentes ámbitos, define el tipo de codificación que se considera necesaria para lograr una adecuada transmisión cultural; de esta manera, se establece una relación entre el plano del contenido y el de la expresión, produciéndose aquellos mensajes a través de textos que encarnan el discurso que se dispone para el destinatario final.

La relación entre los planos –de contenido y expresión– es en sí misma aquella función semiótica que se genera mediante aquella acción de recodificar. Esta nueva función puede o no conservar las características del código originario de la ciencia, que ya fueron destacadas en su aspecto formal; sin embargo, para el caso de los museos y con el despliegue de la educación mediática dichas características pueden cambiar en cuanto al uso de formas expresivas –como la

icónica en lugar de la alfabética o la figurativa en lugar de la abstracta—lo que incluso puede implicar notablemente a la forma de contenido paradigmática, es decir al “hecho de pensar de forma analítica, abstrayendo las categorías de los sintagmas y relacionándolas con otras categorías en ausencia, esto es, en abstracto” (Bruner, 2000; Barthes, 1973 como se citó en Narváez, 2013, p. 138).

#### ***2.4.1.6. La educomunicación como objeto de estudio***

Adjudicar el estatus de objeto en el campo investigativo a los procesos misionales de los museos de ciencias, a saber: la divulgación, la educación y la comunicación, precisa conformar un referente basado en el enfoque culturalista, según el cual, estos procesos son entidades analizables semióticamente, siendo “[...] un mismo fenómeno, solo separable analíticamente, [...]” (Narváez, 2019a, p.71). De igual modo, el fenómeno educomunicativo, si bien consiste en la transmisión cultural, en tanto objeto formal, se aparta de su acepción como comunicación educativa, a la manera de medios educativos —o sea como pragmática—.

Apreciada bajo esta perspectiva, la educomunicación hace posible la transmisión del legado cultural de una tradición que se ha conservado y propagado mediante el lenguaje escrito —fonetizado y lineal en el espacio— que se subordina al lenguaje verbal —fonético y lineal en el tiempo— (Leroi-Gourhan, 1971). Asimismo, se trata de una aproximación al fenómeno de ‘transmisión’ cultural desde su carácter simbólico, entendiendo que lo simbólico solo es inteligible en la interacción y entre cuyos modos de llevarla a cabo están los medios (Narváez, 2019a).

Desde este lugar, la educomunicación en museos de ciencias se reviste de todas las características inherentes de la educación mediática, buscando con ella la transmisión cultural mediante códigos mediáticos, es decir, a través del código icónico, en tanto forma de expresión y a través de la narrativa, en cuanto forma del contenido (Narváez, 2019). Sin embargo, dado que la

educción se esfuerza en uno de sus aspectos en generar prácticas de significación y como el contenido está delimitado en la cultura científica, emerge la tensión en “el paso de los códigos abstractos a los figurativos y del pensamiento paradigmático al narrativo [...]” (Narváez-Montoya, 2019, p. 23). En efecto, la comprensión del fenómeno ha alentado un debate en torno a los

Efectos de incorporar múltiples narrativas personales en exhibiciones, una técnica que ha demostrado ser poderosa en museos culturales y de historia o en exhibiciones sobre temas emocionales, pero que hasta ahora ha sido relativamente ineficaz para mejorar el aprendizaje o la creación de significado personal en exhibiciones basadas en fenómenos (Allen, 2004, p. 31).

Siguiendo a la autora, se requiere producir evidencia acerca del lenguaje narrativo, pues hasta ahora ha sido relativamente ineficaz para mejorar el aprendizaje a partir de la exhibición de fenómenos naturales; resulta relevante determinar si la ineficacia se debe a deficiencias en la implementación o, por el contrario, se debe a la naturaleza no anecdótica de la ciencia (Allen, 2004).

En cualquier caso, la comprensión no se orienta en poner en evidencia el alcance en eficacia de la transmisión cultural, sino, por el contrario, arriesgar algunas explicaciones acerca de la ineficacia o de algún tipo de eficacia frente al sentido de la enculturación científica que se hace posible con los procesos educacionales, que lejos de una intención informativa se encuentran comprometidos con la apropiación de una cultura, es decir con una formas de codificar el mundo o el pensamiento sobre el mundo (Narváez, 2013a).

### 3. ESTADO DEL ARTE

La naturaleza de los museos en cuanto institución social no ha sido estática, ha pasado de la custodia patrimonial a adquirir un carácter público en el que la figura del visitante se hace preponderante en la misión educativa, divulgativa y comunicativa; es así como el Consejo Internacional de Museos - ICOM (2007) define al museo como una “institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y su ambiente con fines de estudio, educación y recreo”. A los museos, además, se les reconoce una función comunicativa que los asimila a mass media (Cameron, 1968; Hodge y D’Souza, 1976; Miles, 1989; Verón y Levasseur, 1989; Huyssen, 1995; como se citó en Castellanos, 2008 p. 23). Más recientemente como medios de comunicación (McManus, 1992) o como entidades mediatizadas (Kyprianos *et al.*, 2019, como se citó en Bovolenta y Colombo, 2020).

A partir de estas transformaciones referidas a la misionalidad educomunicativa de los museos de ciencias, fue necesario un reconocimiento de la estructuración del campo investigativo a través de la realización de un estado del arte; para ello se optó por la modalidad de síntesis integrativa, mediante la cual se acopió e interpretó un corpus de producción investigativa en el lapso 2000 – 2020. A continuación, se presentan los resultados de esta revisión documental con la que se cumplió el objetivo de determinar las principales tendencias, impugnaciones y brechas de conocimiento sobre la educación en los museos; los resultados obtenidos, además, contribuyeron a la demarcación de un estudio acerca de los fenómenos educativos y comunicativos en museos de ciencias.

### 3.1. Antecedentes

Las referencias investigativas que se encuentran documentadas datan de comienzos del siglo XX, hacia 1909, con la creación del museo público enfocado a favorecer el aprendizaje a través de objetos (Newark Museum, s.f.), y seguidamente, según Hein (2006), están los estudios de Robinson (1928), Melton (1935), Melton y Col. (1936). También se reconoce el estudio de Wittlin (1949) que coincide en demostrar que la función educativa de los museos también se arraiga en la apertura de colecciones al público. En la segunda mitad del siglo, en mención, con Bourdieu y Darbel (1969) las condiciones socioculturales para el acceso y gusto hacia las obras se establecen como determinantes, desvelando así que las necesidades culturales no son innatas, sino producto de la educación; asimismo, se encuentran los estudios acerca del aprendizaje por libre elección y aprendizaje contextual (Falk y Dierking, 1992, 2000; Falk et al., 2006), que vienen a representar desde entonces una teoría educativa predominante en los museos.

Estos trabajos coinciden en asumir la educación como experiencia, los primeros por cuanto el desempeño se enfoca en las aptitudes y competencia del visitante, que cuando ha sido débilmente educada a través de la alfabetización, supondría una reducción de la experiencia del visitante quedando limitado al reconocimiento del objeto representado (Bourdieu y Darbel, 1969). El segundo tipo de trabajos enteramente ligados a la construcción de significado o *Meaning-Making* con énfasis en el sujeto que aprende, aunque estos significados no están mediados solo por los objetos del museo y la forma en que se presentan, sino también por la cultura de los visitantes (Silverman 1995; Hooper-Greenhill 1999; Rounds 1999, como se citó en Hein, 2006).

Se consolidan los *Visitor Studies* con el rol activo de las audiencias, en cuanto aportan sus propias interpretaciones frente a una exhibición museal; según Hein (2006) ha primado la visión constructivista de la educación (Falk y Dierking 2000; Hein, 2006) y la teoría social interpretativa

con variadas metodologías. Aspecto similar aparece en los estudios de visitantes en museos de ciencias analizados en varios estados del arte anteriores al cierre del siglo XX, entre ellos, Lucas, 1983; McManus, 1992; Rennie y McClafferty, 1996; Hofstein y Rosenfeld, 1996. El análisis sugiere una confluencia con la tendencia hacia el aprendizaje, aunque se le denomine como informal en razón al tipo de contexto y aun cuando la marcada distinción entre aprendizaje formal e informal ya empiece a reconsiderarse. De otra parte, se evidenció una tensión entre educación y entretenimiento, llegándose a interrogar la creencia de que el segundo favorece el aprendizaje, aunque se reconoce que la curiosidad generada por la exhibición sea factor determinante en el logro del aprendizaje cognitivo. (Anderson y Lucas, 1997); llegándose a desvirtuar que en los escenarios informales el aprendizaje cognitivo y afectivo se fusionan, quedando así ligadas la educación y la diversión (Bitgood, *et al.*, 1994, en Griffin, 1999).

Lo anterior muestra que la tradición al cierre del siglo XX está enfocada al estudio del aprendizaje que logran los visitantes, aportándose desarrollos conceptuales, modelos de análisis y el cambio de enfoque de los estudios sociales basado en la psicología del comportamiento al diseño de metodologías receptivas y el desarrollo de técnicas.

### **3.2. Marco de revisión**

El fenómeno educativo y comunicativo en los museos se expresa en múltiples ámbitos, entre los que se tiene el patrimonio, el arte, la ciencia, la tecnología, la historia, entre otros. Las exhibiciones de contenido científico mediante la difusión y la educación favorecen la comprensión del conocimiento científico y una racionalidad basada en: explorar, predecir, preguntar, observar y dar sentido al mundo natural y físico (Melgar y Elisondo, 2017). Además, las personas en los ambientes informales pueden conocer sobre cómo los científicos se comunican entre sí, empleando las herramientas y normas de la ciencia como participantes vinculados a la investigación científica

(Melgar y Elisondo, 2017). Este atributo de las prácticas científicas puede resultar útil en las actividades que promueven el aprendizaje de las ciencias.

Acorde con esto, conviene señalar que el modelo contextual de Falk y Dierking (1992, 2000) hace posible indagar cómo, por qué, y lo que la gente aprende en lugares como los museos, a partir del diálogo impulsado por la interacción entre los contextos individual, sociocultural y físico; así, el aprendizaje puede conceptualizarse como un esfuerzo impulsado por el contexto para hacer significado. (Falk et al., 2006). Este modelo además aporta a la consolidación de los principales criterios<sup>8</sup> recomendables para cualquier metodología con la que se pretenda dar cuenta del aprendizaje por libre elección; mientras que, en el orden de las técnicas, se han desarrollado instrumentos y herramientas congruentes con la indagación del aprendizaje.

### **3.3. Aspectos metodológicos de la revisión**

La metodología documental tipo estado del arte resultó pertinente para analizar la producción teórica en el tema de la educación en museos. Mediante esta pesquisa fue posible determinar cómo ha sido tratado el tema, cuáles son las tendencias generales en el periodo 2000-2020 y cómo se encuentra en el momento de hacer la propuesta de investigación.

La selección del corpus documental se realizó mediante la consulta de fuentes de información bibliográfica: repositorios de universidades y bases de datos especializadas; se llevó a cabo la depuración y selección final de 56 documentos de texto completo, que conforman el corpus de análisis: 36 que comunican investigaciones realizadas en diferentes museos –entre ellas algunas en museos virtuales y digitales– 7 en ámbito escolar,<sup>9</sup> 2 artículos de reflexión, 6 de revisión

---

<sup>8</sup> Según el Institute for Learning Innovation en Maryland, estos son: 1) Permitir que emerja la agenda de aprendizaje propia del individuo; 2) Abordar el efecto del tiempo de aprendizaje; 3) Respetar que el aprendizaje siempre está contextualizado; 4) Estar abiertos a una gama de resultados de aprendizaje y 5) Enfatizar la validez sobre la fiabilidad. (Falk & Dierking, 2006).

<sup>9</sup> Estas investigaciones fueron incluidas con la intención de registrar el uso de estudios semióticos en entornos educativos diferentes a museos, pero enfocados a la educación y comunicación de contenido científico.

–estados de la cuestión– y 5 estados del arte; como puede observarse en la tabla 2. La revisión documental se basó en cuatro categorías inductivas –perspectiva teórica, objeto de estudio, enfoque metodológico y hallazgos–. Teniendo en cuenta que los estudios de síntesis integrativa ameritan una lectura profunda de cada documento, se procedió a organizar la información en una matriz de doble entrada, con la elaboración de fichas de lectura de cada documento.

El proceso descrito anteriormente hizo posible la emergencia de seis *descriptores a posteriori*, los que, según los fundamentos de la técnica análisis de contenido, “representan una unidad de registro temática, la cual debe ser debidamente observada e interpretada en el contexto en que aparece en el documento –unidad de contexto–” (Megid y Carvalho, 2018, p. 110). El uso de estos descriptores arroja la siguiente catalogación:

**Tabla 2**

*Descriptores a posteriori*

Subtema	Estados del arte	Alfabetización científica	Proceso de enseñanza - aprendizaje	Lenguaje y experiencia	Educadores de museo <sup>10</sup>	Análisis semiótico	Total
Número de documentos catalogados	5	14	12	11	6	8	56

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.4. Análisis y resultados

Se presentan los principales hallazgos derivados del análisis documental en cada descriptor.

<sup>10</sup> Dado que los hallazgos en este descriptor no contribuyeron a la demarcación del estudio propuesto se reservan para otra publicación.

### **3.4.1. Estados del arte revisados**

El corpus documental de este descriptor está compuesto por cinco estudios: cuatro artículos publicados entre 2007 y 2020, y una tesis realizada en 2018; se encontró una investigación a partir de indicadores bibliométricos (Bozdoğan, 2020), dos caracterizaciones de investigaciones brasileras en museos de ciencias (Bovolenta, 2015; Bovolenta y Colombo, 2020), una revisión de investigaciones acerca del aprendizaje de las ciencias de grupos escolares en museos de ciencias (Guisasola y Morentin, 2007), y otra orientada a los contextos educativos no convencionales de ciencias naturales en Colombia a partir de fuente documental. (Trujillo, 2018).

En los hallazgos se observa continuidad en la tendencia hacia el estudio del aprendizaje en museos, precipitando investigaciones que se enfoquen en los aspectos sociales de ese proceso; ante ello, la perspectiva teórico-metodológica predominante es la sociocultural “llegando a ser ampliamente utilizada en una serie de estudios llevados a cabo por los museos y ampliando el número de herramientas de recopilación de datos” (Bizerra, 2009, p. 47, como se citó en Bovolenta, 2015). En efecto, según Bovolenta (2015) no hay tesis o disertaciones que aborden otras teorías de aprendizaje.

Los debates actuales reflejan que no hay resultados conclusivos acerca de cómo conceptualizar el aprendizaje informal o no formal en los museos, aunque se encuentran posiciones como la de Guisasola y Morentin (2007) –haciendo eco de la alternativa que ya plantearan Hofstein y Rosenfeld (1996) – indican una vez más que lo formal o no formal no es el aprendizaje en sí, sino el contexto en el que este ocurre.

También queda evidenciado que los contextos educativos no convencionales han venido evolucionando, haciéndose necesario distinguir las diferentes tipologías de museos, que van desde la versión decimonónica hasta los actuales fuertemente permeados por las TIC, en su función como

diseminadores de conocimiento. Al respecto, hay vacíos de conocimiento, a pesar de que el museo virtual empezó a conceptualizarse en la última década del siglo XX, sus significados aún están en construcción (Schweibenz, 2019, como se citó en Guisasola y Morentin, 2007). Con el vertiginoso avance de la mediatización de los museos, acelerada por el uso de las TIC, se amplía la relevancia teórica de actualizar los estados del arte en el tema. Se pone en evidencia la influencia de la tecnología sobre los procesos educomunicativos, de modo que la presencia del museo físico y las formas de presencia de los museos en la web se convierten en temas a investigar en nuevos estudios. (Guisasola y Morentin, 2007).

#### ***3.4.2. Alfabetización científica en los museos***

Este descriptor catalogó catorce investigaciones: once corresponden a estudios en museos de ciencia y técnica, dos de ellas son artículos de revisión sobre literatura de investigación y una más de reflexión en torno al tema; el lapso de publicación va del 2004 hasta el 2020. Los objetos de estudio giran alrededor del papel y contribuciones de los museos de ciencias (Segarra et al., 2008; González et al., s.f.; Aguirre y Vázquez, 2004; Falk, et al., 2016); cultura científica (Davidsson, 2009; Revuelta, et al., s.f.; Corradini, 2020; Rinaudo, et al., 2019); comunicación de la ciencia (Blanco, 2019; Grupo de Investigación Maloka, 2018); popularización de la ciencia y la tecnología (Franco-Avellaneda, 2013; Jagošová et al., 2019), y lenguaje científico (Tang, 2015; Yorea y Treagust, 2006).

El análisis muestra el destacado papel que cumplen los museos en la educación científica de la ciudadanía, como complemento de la educación escolarizada, potencial que se concentra en aspectos actitudinales y motivacionales por sobre el aprendizaje conceptual de los contenidos en ciencias o al desarrollo cognitivo de los sujetos (Scrive,1989; Allard, 1999; Mitcham, 1989; Gardner, 1994, como se citó en Segarra et al., 2008). No obstante, es necesario elucidar el sentido

fundamental de la alfabetización científica como adquisición y dominio del código semiótico propio de las ciencias, más allá del desarrollo de capacidades argumentativas que facultan a una persona para la toma de decisiones personales o colectivas que involucran a la ciencia.

Como proyección para futuras investigaciones quedó insinuado el debate abierto sobre si hablar, escribir y leer ciencia –en tanto sentido fundamental de la alfabetización científica– influye y de qué manera, en los múltiples sentidos derivados o pragmáticos; de acuerdo con Yorea y Treagust (2006), aún falta esclarecer la relación simbiótica entre los dos sentidos.

### ***3.4.3. Proceso de enseñanza-aprendizaje en museos***

Con este descriptor se catalogaron doce investigaciones: diez de las cuales corresponden a estudios efectuados en instituciones museales, dos de ellos son artículos de revisión practicada sobre literatura de investigación; el lapso de publicaciones va de 2004 hasta 2019.

Desde las perspectivas descritas se configuran objetos de estudio como: la relación escuela-museo (Kornelaki y Plakitsi, 2018; Martin, et al., 2016; Watermeyer, 2015; Valbuena y Morales, 2017); el aprendizaje en los museos (Allen, 2004; Filippoupoliti y Koliopoulos, 2014; Leinhardt, 2014; Yoon, et al., 2013); los museos virtuales, TIC y educación con dos investigaciones (Rasino et al., 2019; Elisondo y Melgar, 2015), y también, la enseñanza de las ciencias en escenarios no convencionales (Menezes y Pimentel, 2019; Lombana et al., 2011).

La revisión refleja el debate abierto en torno al tema del aprendizaje en los museos, en el que se aprecia el posicionamiento de la idea de aprendizaje en un contínuum entre contextos formales e informales. Gutwill y Allen (2012) sugieren el diseño de actividades que unen el aprendizaje formal con el no formal para la promoción y práctica de habilidades científicas que brindan a estudiantes ventajas significativas orientadas a la alfabetización científica y tecnológica (como se citó en Kornelaki y Plakitsi, 2018). De otra parte, como se indica en la investigación de

Martin, et al. (2016), existe un debate sobre las mejores formas de promover el aprendizaje y participación en museos (ver Schwan et al., 2014, para una revisión; Cox-Petersen et al., 2003), siendo necesario considerar las dimensiones psicológicas que sustentan el compromiso y el aprendizaje de los jóvenes. Incluso el estudio de Leinhardt (2014), bajo el enfoque sociocultural, muestra que los grupos de visitantes a un museo aprenden más cuando estos tienen alguna previsión e intencionalidad. En esencia, el modelo de aprendizaje en el museo implica el compromiso con el material de una exposición, de modo que, el aprendizaje se considera como un proceso y resultado de carácter lingüístico.

Como proyección para futuras investigaciones quedó sugerido un análisis semiótico para estudiar la descodificación y recodificación de mensajes, si se consideran las exposiciones como textos pedagógicos multimodales (Anyfandi et al., 2010, como se citó en Filippopoliti y Koliopoulos, 2014). Esta opción resulta sugerente, incluso más si se tiene en cuenta una de las conclusiones del estudio de Valbuena y Morales (2017), en la que se esclarece la naturaleza de la comunicación –verbal y escrita– en la producción expositiva del museo; según los autores refiriendo estudios como los de Gilbert y Priest (1997) y Marandino (2002), los textos de los museos de ciencias generalmente corresponden a los mismos textos científicos, encontrándose semejanzas en aspectos como gramática y vocabulario.

Por último, siguiendo a Allen (2004) se requiere producir evidencia acerca del lenguaje narrativo, pues hasta ahora ha sido relativamente ineficaz para mejorar el aprendizaje a partir de la exhibición de fenómenos naturales; resulta relevante determinar si la ineficacia se debe a deficiencias en la implementación o, por el contrario, se debe a la naturaleza no anecdótica de la ciencia.

#### ***3.4.4. Lenguaje y experiencia en los museos***

En este descriptor, se catalogaron once investigaciones: nueve fueron realizadas en diferentes instituciones museales, una de ellas se ocupó de auscultar páginas web y recursos interactivos de más de una decena de instituciones museales, y el undécimo es un artículo de revisión practicada sobre literatura de investigación; el lapso de las publicaciones va de 2005 a 2020.

Los objetos de estudio se ocupan de: la experiencia del visitante (Massarani, et al., 2019; Massarani, et al., 2019a; Neitzel et al., 2020; Mejía y Runge, 2010); la dimensión comunicativa (Angulo, 2014; Serrano, 2014; Souza y Santos, 2005), y el discurso expositivo (Marandino, 2014; Marandino, 2005; González, 2014; Fogelberg, 2014). Las perspectivas teóricas usadas están basadas en modelos que analizan el aprendizaje, a pesar de que este no sea objetivo central de las pesquisas; aun cuando resulte cierto que la investigación del aprendizaje informal sea un proceso que todavía se entiende poco, como lo sugiere Marandino (2005), futuras investigaciones aportarían a solventar las limitaciones que el uso de estos modelos imprime a la comprensión de la dimensión educativa y comunicativa.

También aparece la interactividad vinculada a la experiencia del visitante. En unos casos, se toma como aquella que provoca la conversación del visitante desde emociones inteligibles. (Wagensberg, 2001, como se citó en Massarani, et al., 2019a). En Angulo (2014) se identifica como experiencia interactiva asociada al aprendizaje de libre elección (Falk y Dierking 1992). Serrano (2014) la conceptualiza como medio que hace posible la comunicación bidireccional con el público; en cambio, como se citó en Neitzel et al. (2020) la experiencia es un espacio para varios que fomentan el mecanismo semiótico, porque estos abren posibilidades para que el público lance proyecciones sobre una determinada pieza museística. Dado que las exposiciones científicas también buscan lo bello, lo maravilloso, lo extraordinario y se preocupan por la contemplación y

las emociones, para llegar a un público más atraído por lo estético; en cualquier caso, cabe interrogar si el interés por la apreciación sensible de una exhibición museal transforma y en qué medida la codificación de los textos e imágenes de contenido científico (Souza y Santos, 2005).

La investigación de Marandino (2014) deja al descubierto la influencia de las demandas políticas y sociales que interfieren en la configuración del discurso expositivo, pudiendo verse interrumpida su correspondencia con el discurso científico original que se quiere comunicar en los museos; por lo tanto, emergen posibilidades para concentrar la atención en el análisis de textos e imágenes que dan cuerpo a una exposición, pues de acuerdo con Jacobi (1998) es el texto el que da sentido a la exposición, porque eso es lo que guía y dirige el trabajo de orientar al visitante, especialmente en las exposiciones científicas (como se citó en Marandino, 2017).

#### ***3.4.5. Análisis semióticos en la educación en ciencias***

Fueron catalogadas ocho investigaciones: seis de ellas realizadas en aula de ciencias, una que corresponde a un estudio exclusivamente teórico, otra de reflexión acerca del código semiótico en procesos de alfabetización científica, y no se encontraron artículos de revisión sobre literatura de investigación; el lapso de las publicaciones va de 2001 a 2020.

Se configuran objetos de estudio como la interacción verbal en la clase de ciencias (Franks y Jewitt, 2001; Strömdahl, 2012; Yeo, 2009), las representaciones múltiples y aprendizaje de las ciencias (Åhman y Jeppsson, 2020; Vaughan y Waldrip, 2006; Jewitt, et al., 2001) y la creación de significado en el aprendizaje de las ciencias (Jaipal, 2009).

Las perspectivas usadas incorporan el concepto de acción visto como un sistema semiótico parcialmente articulado, dado que la acción implica participar en una práctica cultural haciendo uso de un código semiótico. Esta manera de entender la enculturación se corresponde con la alfabetización científica de tipo cultural, en la que los estudiantes deben usar el código y adjuntar

símbolos disponibles de forma abstracta a cosas o circunstancias y, por lo tanto, postular algo sobre ellas. (Sewell, 1999, como se citó en Brady, 2017). De modo semejante en Jewitt, et al. (2001), el aprendizaje se asume como la remodelación del significado que hacen los estudiantes, creando nuevos significados. Esta producción de significados o signos es un fenómeno "multimodal", ampliándose la comprensión del fenómeno al reconocer la multiplicidad de modos de comunicación que ocurren simultáneamente; al respecto, con la semiótica social se aborda la acción organizada en función de la creación de signos, componente clave en la construcción de significado, tanto en dominios psíquicos como en el mundo social. (Franks y Jewitt, 2001).

Un primer debate identificado se sitúa en el uso de lenguaje cotidiano de los estudiantes en función de la adquisición del conocimiento científico; al respecto, mientras algunos autores sostienen que el lenguaje cotidiano no tendría mayores aportes y, por tanto, debería ser remplazado por el lenguaje propio de las ciencias (Chi et al., 1994; Vosniadou 2008, como se citó en Strömdahl, 2012), otras, por el contrario, consideran que las formas nativas de comprender el mundo tienen el potencial de apoyar la comprensión conceptual de los estudiantes acerca de la ciencia (Brown y Klosser como se citó en Yeo, 2009). Otro debate lo representa el alcance de las múltiples modalidades semióticas en el aprendizaje en la clase de ciencias. En la investigación de Jaipal (2009) se retoman los hallazgos de estudios de Prain y Waldrip (2006) y Tang et al. (2009), en los que se sostiene que el compromiso de los estudiantes con múltiples modalidades no necesariamente apoya el aprendizaje.

El análisis realizado sugiere una forma de recodificación basada en las representaciones multimodales para la construcción de significados científicos, apoyada en altos niveles de sistematicidad en las interacciones y en el carácter estructurado de la experiencia educativa;

además del carácter alfabético-argumentativo de los contenidos propios de las disciplinas escolares.

Por lo anterior, resulta inspirador indagar cómo los museos de ciencias proceden para recodificar en forma de mensajes, un conocimiento que originalmente se encuentra codificado para que una comunidad especializada haga uso de un conjunto único de signos y símbolos para comunicar su interpretación del mundo (Lemke 1990, 1998a). El carácter multimodal de las representaciones que se usan para construir y comunicar el conocimiento científico toma el texto y la imagen como formas generales, en el marco de la cultura occidental, y, por tanto, obedecen a una codificación específica que estructura los mensajes a transmitir.

### **3.5. Conclusiones revisión de literatura**

El estudio del aprendizaje es una tendencia que se mantiene en el tiempo y, por tanto, se constituye en una continuidad en el desarrollo teórico en el campo, eso sí, con transformaciones que configuran diferentes acepciones del concepto de aprendizaje, y con un creciente desarrollo de nuevas perspectivas de investigación, de este modo se arriba a las siguientes consideraciones:

En primer lugar, el nivel de formalización del campo y su estructura manifiesta en las perspectivas y objetos de estudio predominantes, hace evidente la inclinación hacia la dimensión pragmática del fenómeno educativo y comunicativo. Lo que desemboca en la consolidación de los estudios de visitantes en la segunda mitad del siglo XX, con amplia tradición en museos de ciencias; de allí el inusitado despliegue de los estudios enfocados en el aprendizaje informal de las ciencias, lo que impulsó una transición de los enfoques conductistas hacia los de carácter interpretativo para responder a la pregunta por el sujeto que aprende en los museos.

En segundo lugar, los estados del arte analizados muestran que es procedente afianzar la concepción de museos como medios de comunicación (McManus, 1992), ahora llamados

entidades mediatizadas (Kyprianos et al., 2019, como se citó en Bovolenta y Colombo, 2020). Además, teniendo en cuenta el proceso de digitalización de colecciones favorecido por el desarrollo de las TIC con su aplicación al ámbito museal, el campo investigativo se proyecta hacia la realización de estudios sobre la influencia de la digitalización electrónica de colecciones.

En tercer lugar, la alfabetización científica muestra su carácter pragmático bajo la investigación del papel preponderante que cumplen los museos como complemento de la educación escolarizada; no obstante, se pudo evidenciar que hay vacíos en la comprensión de la alfabetización científica como adquisición y dominio del código semiótico de la ciencia, de modo que esclarecer este dominio haga posible potenciar los sentidos derivados o pragmáticos de la alfabetización.

En cuarto lugar, la investigación del proceso enseñanza-aprendizaje en museos presenta un marcado acento hacia el estudio del aprendizaje informal, en tanto que los estudios que tienen por objeto la enseñanza son poco frecuentes; se mantiene un álgido debate alrededor de los aprendizajes formal e informal, observándose como tendencia que el aprendizaje parece producirse en un contínuum que vincula diferentes contextos de aprendizaje.

En quinto lugar, se evidenció predominancia del enfoque basado en el aprendizaje para abordar la producción de experiencia en los visitantes a museos; otras investigaciones podrían interrogar si el interés por la apreciación sensible de una exhibición museal transforma y en qué medida la codificación de los textos e imágenes con las que se pretende comunicar el contenido científico. Asimismo, resulta sugerente abordar el discurso expositivo, a razón de las demandas extrasemióticas que pueden interferir en su configuración; de esta manera, emergen posibilidades para concentrar la atención en el análisis de los textos e imágenes que dan cuerpo a una exposición. Futuros análisis de carácter semiótico podrían ocuparse de la recodificación y descodificación de

mensajes que se usan en los museos, habida cuenta de la naturaleza comunicativa de las exhibiciones, como también de las transformaciones que trae el auge del pensamiento y uso del lenguaje narrativo.

En sexto lugar, la semiótica social es la perspectiva teórico-metodológica predominante en los estudios aplicados en la clase de ciencias, aunque se mantiene abierto el debate acerca del uso de las múltiples modalidades semióticas y el logro en el aprendizaje de las ciencias. Con la marcada concentración de la educación en museos y en aulas de ciencias orientadas hacia el aprendizaje, sea como fenómeno psíquico o social –en todo caso extrasemiótico– se evidencia una brecha de conocimiento en el campo de investigación de la educación en museos.

Por último, así, quedó demostrada la ausencia de estudios que hubieran asumido la relación entre educación y comunicación como objeto formal de conocimiento, lo que justificó la necesidad de auscultar, desde su carácter semiótico, el fenómeno educomunicativo –aquel mediante el cual se transmiten mensajes, es decir textos y discursos–. Ello desde un marco teórico centrado en la Teoría de los Códigos y aplicado en instituciones museales orientadas a la divulgación de cultura científica, vista esta como expresión y estandarte de la cultura ilustrada, alfabética y paradigmática en cuanto a la tradición que produce y la forma de pensamiento que encarna. (Narváez-Montoya, 2019).

## 4. MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación se sustenta en que la educación y la comunicación constituyen un mismo fenómeno –solo separable para fines analíticos–, que consiste en procesos de ‘transmisión’ cultural. Entendida como transmisión cultural, la educomunicación es una práctica de transmisión simbólica, lo que quiere decir que involucra principalmente las representaciones, las significaciones y los sentidos (Narváez, 2019a). Por tanto, el problema de conocimiento configurado se inscribe en el campo discursiva teórica.

Asimismo, la investigación que se propone es académica de tipo empírico, pues asume la educomunicación como objeto formal centrado en las mediaciones culturales<sup>11</sup>, y en tanto tal, se asume “como objeto de investigación la codificación cultural que está en la base de los textos”. (Narváez, 2019a, p. 60), analizado en un locus a través de la organización de un corpus empírico compuesto por mensajes mediáticos.

### 4.1. Diseño de investigación

Teniendo en cuenta el carácter disciplinar de la investigación propuesta, el diseño construido integra tres niveles subrogados entre sí, que van del epistemológico pasando por el metodológico hasta el de las técnicas; de acuerdo con Ibáñez (2016),

Las tres operaciones que Bourdieu (1976) señala como necesarias para el dominio científico de hechos sociales: una «conquista contra la ilusión del saber inmediato» –epistemológica–, una «construcción teórica» –metodológica– y una «comprobación empírica» –tecnológica–, se encuentran jerarquizadas, en la

---

<sup>11</sup> Como se ha venido sosteniendo, esta investigación se apartó de considerar el objeto de estudio, a la manera de procesos de interacción entre los visitantes –poblaciones o audiencias– en los museos de ciencias; es decir, no del papel social de los mensajes en los sujetos. Se ocupa parcialmente de la mediatización tecnológica que se estilan cada vez con mayor frecuencia en los procesos de modernización en los museos, en cuanto a las sustancias con las cuales se conforma la muestra en su aspecto más concreto –objetos y artefactos–.

medida en que cada una da razón de las siguientes y constituye un metalenguaje sobre ellas.

En consecuencia, retomando los objetivos propuestos en este documento, a continuación, se describen los fundamentos del diseño en el estudio propuesto.

#### ***4.1.1. Nivel epistemológico***

Desde la forma de objetivación del mundo se asume que es de la tradición disciplinar del campo al habitus investigativo, lo que conduce al objeto formal (Narváez, 2019a). En virtud de ello, el abordaje del objeto educomunicativo se configuró bajo el enfoque semiótico que ubica la perspectiva del investigador frente a “la cultura como mecanismo que crea un conjunto de textos y hablar de los textos como realización de la cultura.” (Lotman-Uspenkij, 1973 como se citó en Wolf, 1985, p. 144). Bajo esta tesitura, el objeto formal, que para el caso “Son las formas generativas y no los productos generados, es un objeto estructural, el cual, al mismo tiempo, exige un método, unas técnicas y unos instrumentos de generación de información acordes con ese objeto” (Narváez, 2019a).

#### ***4.1.2. Nivel metodológico***

Se asume la metodología de análisis comunicacional con el que se abordarán las formas generadoras de los mensajes –textos y discursos–. Pues, para que el texto llegue a ser discurso tiene que pasar por las formas de expresión y por las formas de contenido. (Narváez, 2019a). Este análisis es de carácter estructural, pues implica analizar las relaciones entre elementos de una estructura, ya sea elemental (compuesta por pocos elementos y pocas relaciones) o compleja, es decir, lo contrario (Greimas, 1987 como se citó en Narváez, 2019).

A partir de lo anterior, el modelo analítico propuesto establece, siguiendo a Narváez (2019a), los siguientes niveles de abstracción de mayor a menor.

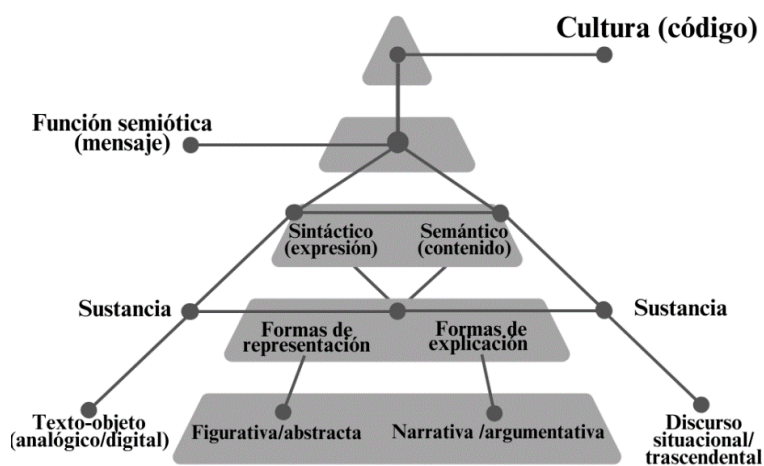
En el primer nivel, se tiene la cultura asumida como código, ella es el código que permite producir funciones semióticas (mensajes). Estos a la vez tienen un componente sintáctico y otro semántico que son la expresión y el contenido del mensaje. Tanto la una como el otro se componen a la vez de forma y sustancia. La sustancia de la expresión es el texto y la sustancia del contenido es el discurso transmitido.

El modelo se sustenta en la semiótica, que como disciplina estudia las posibles variedades de los signos, y en tanto tal, puede emplearse como técnica de investigación dado que busca explicar de manera bastante precisa “cómo funcionan la comunicación y la significación” (Eco, 1994, p. 12).

La siguiente figura representa los niveles de abstracción que componen el modelo semiótico explicado previamente en la tabla 1, en el marco conceptual.

### Figura 1

#### *Niveles del modelo de análisis*



Nota. Elaboración propia, datos tomados con base en el modelo (Narváez, 2019).

Este modelo hace posible analizar las gramáticas que generan los mensajes, es decir, la relación entre las formas de contenido y expresión, en tanto se aparta de considerar el intercambio comunicativo entre emisores y receptores.

#### **4.1.3. Nivel Tecnológico**

El estudio propuesto asume los procesos educomunicativos en la acepción de educomunicación mediática, en virtud del carácter mediático de algunas instituciones –como es el caso de los museos, según evidenció el estado del arte que sustenta este proyecto. (McManus, 1992; Kyprianos et al., 2019, como se citó en Bovolenta y Colombo, 2020)–. Por ende, el corpus empírico o de información que será analizado con el modelo semiótico previamente enunciado, corresponde al conjunto de mensajes –textos y discursos– disponibles en una exhibición museal.

El análisis propuesto tendrá comienzo con una descripción museográfica que haga posible segmentar los textos mediáticos de interés, de modo que sea posible analizarlos a partir de unidades –a modo de sintagmas<sup>12</sup>–. De esta manera, posteriormente, al analizar sintagma por sintagma se obtendrán cantidades, en las que

La mayor o menor cantidad de casos, de unas formas o sustancias en relación con otras, modifica la estructura, [...] Aun así, lo cuantitativo solo tiene importancia en la medida en que ayuda a precisar la cualidad interna del mensaje como totalidad. (Narváez, 2019)

No obstante, conviene agregar que, aunque los datos construidos en algún momento hay que traducirlos en cantidades, no se trata de muestras cuantitativamente representativas sino estructuralmente significativas en relación con el texto (Narváez, 2019a). Por ende, cabe agregar

---

<sup>12</sup> Bajo el presupuesto de que una unidad sintagmática (fragmento textual con sentido completo) contiene en sí la estructura de las unidades mayores y de la totalidad de las unidades.” (Narváez, 2019a)

que el análisis propuesto no se corresponde a la dicotomía cualitativo/cuantitativo; a pesar de que se plantee hacer una descripción cualitativa de las sustancias expresivas y de contenido, y una descripción cuantitativa de las formas correspondientes; tales descripciones son necesarias para realizar un análisis de carácter estructural, que implica “análisis de relaciones entre los elementos de una estructura, ya sea elemental –compuesto por pocos elementos y pocas relaciones– o compleja –muchos elementos y relaciones.” (Greimas, 1987, como se citó en Narváez, 2019, p. 165)

#### **4.2. Ruta metodológica**

El proyecto fue desarrollado en dos años de trabajo organizados en las siguientes fases:

Fase 1 que corresponde al primer año, desde junio 2020 a junio 2021, con actividades como son: Lectura y análisis de material bibliográfico y documental, de referentes teóricos y antecedentes de investigaciones nacionales e internacionales referidas al tema objeto de estudio.

Elaboración del *Estado del arte sobre la educación en museos (2000-2020): demarcación de un estudio acerca de los procesos educomunicativos en museos de ciencias*. Presentación artículo a Revista universitaria Tecné, Episteme y Didaxis.

Definición de marco teórico y metodológico. Fundamentación preliminar de categorías de análisis.

Elaboración y presentación del proyecto.

Fase 2 que corresponde al segundo año, desde agosto de 2021 a agosto de 2022, con actividades como las siguientes:

Evaluación del proyecto

Ajuste de marco teórico y metodológico, complementación y profundización, categorías de análisis.



5. Análisis semiótico-textual										
6. Edición del informe final										
7. Socialización de resultados										

*Nota.* Elaboración propia.

### 4.3. Locus del análisis

Los análisis fueron realizados en un locus compuesto por dos museos de ciencias, a saber: El Museo del Espacio que hace parte del Planetario de Bogotá y el Museo de La Plata adscrito a la Universidad Nacional de La Plata en Argentina. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de ellos.

El Planetario de Bogotá es una institución de carácter oficial adscrita al Instituto Distrital de las Artes –IDARTES–, inaugurada el 22 de diciembre de 1969 como equipamiento cultural y de divulgación científica para los bogotanos. La declaración misional se dirige a acercar, inspirar y fomentar la cultura científica de una manera comprensible y entretenida, mediante experiencias que involucran el arte, la ciencia y la tecnología. Esta institución museal ha cumplido recientemente 50 años de existencia y se ha consolidado como “un escenario de puertas abiertas en el que las personas pueden comprender las maravillas del universo y empezar a vislumbrar el origen y el lugar que tiene el Planeta Tierra en la inmensidad del cosmos” (Planetario de Bogotá, 2020a)

En cuanto a la oferta de contenidos científicos a la ciudadanía, conviene señalar que el Planetario de Bogotá fue remodelado en 2013, año en el que fue entregado a la ciudad como un escenario totalmente renovado y adecuado para la divulgación de la astronomía y las ciencias del espacio; en la actualidad el Planetario cuenta con un domo con capacidad para 376 personas, el

Museo del Espacio, auditorio, sala infantil, sala múltiple, Astroteca, una terraza con vista al Parque de la Independencia y una cafetería que brinda un espacio de encuentro.

El Museo del Espacio se concibió como un lugar que hace posible la indagación y la exploración de los visitantes sobre temas relacionados con la astronomía y la observación del cielo. Compuesto por cinco salas que ofrecen diferentes experiencias visuales, audiovisuales e interactivas, en recorridos que guían los educadores de museo y que aprovechan los módulos disponibles sobre diversos temas relacionados con la estructura del Universo, el estudio de las Ciencias del Espacio.

La institución museal abrió sus puertas al público en el año 2013 cuando se culmina una de las remodelaciones del Planetario y se constituye en una nueva área dentro de este complejo haciendo posible los encuentros de la ciudadanía en torno al conocimiento científico. Este Museo estuvo en funcionamiento hasta finales del año 2023, momento a partir del cual, a propósito de la reciente renovación del Planetario de Bogotá, se reorganizan algunos de los módulos en una de las denominadas Salas Interactivas que empezaron su funcionamiento en 2024.

En cuanto a la exhibición museal, las salas 1 y 2 de este espacio se orientan hacia el estudio de todo aquello que el ser humano puede ver, es decir lo que la astronomía ha logrado desarrollar y descubrir usando la franja de luz visible en el espectro electromagnético. Mientras que, la sala 3 está enfocada a ver lo invisible, es decir, el entendimiento que el ser humano ha construido sobre el universo, a partir de otros tipos de radiación, como son las ondas de radio, rayos gamma y ultravioleta. La sala 4 ofrece las interpretaciones que el ser humano ha logrado construir sobre fenómenos y objetos de indagación como los agujeros negros, colecciones de galaxias, choques de asteroides entre otros. Una descripción pormenorizada de los módulos de las salas 2 y 4 se encuentra disponible en el anexo A. Por último, la sala 5 ofrece experiencias inmersivas dirigidas

al público a través de la proyección de videos que suscitan conversaciones sobre los diferentes objetos celestes que se pueden vislumbrar en el cielo.

De manera específica, la sala 3 titulada *Mirar lo Invisible* fue examinada de forma exhaustiva en sus 10 módulos, a través de los cuales se presenta el rol de la observación astronómica del espacio exterior en los espectros de radiación diferentes a la franja visible para el ser humano, y su importancia para estudiar objetos de cielo profundo o para explicar el origen del universo. La siguiente tabla ofrece información detallada sobre su composición.

**Tabla 4**

*Descripción general módulos Sala tres Museo del Espacio*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propósito</b>	<b>Contenido</b>	<b>Experiencia</b>
PBO 0301	Radiación cósmica de fondo	Mostrar cómo la radiación cósmica de fondo está presente en todas partes.	Un televisor de tecnología de rayos catódicos sin señal y con interferencia en la pantalla encendida funciona como muestra de parte de la radiación del fondo de microondas relacionada con la teoría del Big Bang para el origen del universo.	Experiencia visual Televisor de tubos catódicos
PBO 0302	El álbum familiar del universo	Mostrar la inmensa variedad de objetos que componen el universo.	Una pantalla táctil que presenta una galería de fotografías seleccionables una a una y que muestran tanto ejemplo de objetos de	Experiencia interactiva Pantalla táctil

			<p>cielo profundo estudiados por todo el espectro de radiación, como la secuencia de tamaños de los objetos celestes desde la Tierra hasta el universo al estar organizados en ese orden.</p>	
PBO 0303	El radiotelescopio	Mostrar el mecanismo de transmisión de ondas en grandes distancias.	<p>Dos antenas con forma parabólica y cóncava, dispuestas una frente a la otra en extremos opuestos de la sala, hacen una analogía entre la concentración del sonido por este dispositivo con la concentración que permite un radiotelescopio con la radiación de ondas de radio.</p>	<p>Experiencia interactiva 2 Platos alineados</p>
PBO 0304	Fluorescencia y nebulosas	Demostrar la apariencia de los objetos celestes en diferentes frecuencias de luz.	<p>Un cuarto semicerrado, con imágenes de nebulosas en sus caras internas y con bombillas de luz visible y ultravioleta que alternan la iluminación con un interruptor, hace una</p>	<p>Experiencia interactiva Imágenes y luminarias</p>

			analogía entre lo que es posible ver y no ver con cada bombilla en los cuadros, haciendo uso del fenómeno de fluorescencia, con lo que se puede ver y no ver en el espacio exterior dependiendo del espectro de radiación con que se haga la investigación.	
PBO 0305	Luz infrarroja	Mostrar la apariencia de los objetos celestes en luz infrarroja.	En un televisor, que tiene adaptada una cámara para radiación infrarroja que apunta hacia la superficie de una mesa, muestra un mensaje en un dispositivo sobre la mesa y que al estar en luz infrarroja es imperceptible a la vista humana.	Experiencia interactiva Imágenes y luminarias
PBO 0306	El gran observatorio solar	Mostrar la física solar con videos en diferentes filtros de luz.	Un proyector, que apunta al techo de la sala y rodeado por dos muebles en los que se puede sentar el público, proyecta una secuencia de imágenes del Sol captado en algunas de las diferentes franjas del espectro electromagnético.	Experiencia visual Lopp de 6 minutos

PBO 0307	Filtro de luz infrarroja	Mostrar objetos visibles solo con luz infrarroja	En un cuarto semicerrado el público observa en un televisor, que tiene adaptada una cámara de infrarrojo que apunta hacia una pantalla oscura tras la cual está el centro de la sala, permite captar la radiación infrarroja emitida por el cuerpo de las personas o instrumentos allí presentes.	Experiencia interactiva Panel de leds, cámara
PBO 0308	Cámara térmica	Mostrar las imágenes de los objetos al frío y calor.	Un televisor dispuesto en la pared, que tiene una cámara térmica que apunta a la zona en frente, permite visualizar la temperatura corporal de las personas que se ubiquen frente a este.	Experiencia interactiva Cámara térmica, placas
PBO 0309	Campo magnético	Mostrar la interacción del magnetismo con la radiación	Un televisor de tubo catódico incrustado en la pared, encendido y con interferencia, permite visualizar en su pantalla patrones que producen dos imanes al apoyarlos y moverlos sobre esta. Los imanes están dispuestos justo debajo del televisor.	Experiencia interactiva Televisor de tubos catódicos, imanes

			Los patrones muestran tanto la forma del campo magnético de los imanes que se asocian al campo magnético de la Tierra, así como una configuración de colores que de asociación al fenómeno de las auroras boreales y australes.	
PBO 0310	Cielo de todos los colores	Ilustrar el concepto de espectro electromagnético con la visión de la Vía Láctea en diferentes longitudes de onda	Un televisor muestra una fotografía de la Vía Láctea y tiene adaptadas siete perillas, manipulables por el público, cada una asociada a una franja del espectro electromagnético, y que al ser giradas alternadamente proyectan en el televisor cómo se observaría la imagen según cada tipo de radiación.	Experiencia interactiva Pantalla, perillas

*Nota.* Elaboración propia a partir de la descripción disponible en el Planetario de Bogotá (2012)

La siguiente fotografía corresponde a una interacción con público visitante en la sala en mención.

**Figura 2**

Público familiar apreciando la exhibición museal en sala 3



*Nota.* Fotografía realizada por Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte 2015.

De otra parte, el Museo de Ciencias de La Plata cuenta con una larga trayectoria en el tiempo y además ha estado asociado de manera directa con el desarrollo académico de la Universidad de La Plata, lo que le confiere actualmente el carácter de museo universitario. Un recorrido por la historia de este museo que inicia con su fundación en 1884 bajo el modelo del “Smithsonian Institution”, muestra una serie de cambios que permiten evaluar diferentes modalidades de organización institucional. Según Riccardi (2014):

Entre 1884 y 1905 el Museo fue un organismo provincial con proyección nacional, centrado en la exploración, investigación y exhibición pública. A partir de 1906 pasó a ser parte de la Universidad Nacional de La Plata y, como tal, centro de educación superior con diferentes “escuelas” de ciencias. La mayor parte de los objetivos y funciones originales se retomaron entre 1920 y 1946. Para fines de la

década de 1940 la institución pasó a llamarse Facultad de Ciencias Naturales y Museo, al tiempo que prevaleció la actividad educativa. Durante la mayor parte de la segunda mitad del Siglo XX los objetivos y funciones del Museo sufrieron modificaciones circunstanciales, sin una planificación definida. A partir de 1983 el proceso institucional tendió hacia la conformación de un Museo Universitario, en la medida que la Facultad de Ciencias Naturales fue desarrollando sus actividades independientemente. Falta sin embargo definir si el Museo quedará acotado a lo que es en la actualidad o iniciará una expansión como la que han tenido otros museos con un origen similar y, en tal caso, si lo hará en forma independiente o como núcleo de una red de museos ya existentes. (p. 1).

En la etapa fundacional que va de 1885 hasta 1905, fue Francisco P. Moreno el llamado a establecer las primeras orientaciones misionales para la institución bajo la figura de museo provincial. En propias palabras del fundador, el Museo de La Plata debería cumplir con el propósito de “propender a desarrollar entre los argentinos el espíritu de investigación [...], realizar exploraciones e investigaciones geográficas, geológicas, biológicas y etnológicas, sociológicas e históricas, [...] y alentar por medio de publicaciones, conferencias, cursos y excursiones todo cuanto pueda contribuir a la intelectualidad.” (Moreno, 1894 como se citó en Riccardi, 2014, p. 3).

Las sucesivas transformaciones acaecidas en este museo dieron paso a la figura de museo universitario, a partir de 1983, etapa en la que se destacan los siguientes hitos: la creación de un Área de Educación y Difusión Científica, con un Servicio de Guías que funciona desde 1986, y un área de Conservación y Exhibición, y la recuperación de iniciativas con respecto a exhibiciones y actividades de extensión (Riccardi, 2024)

En la actualidad, el Museo de La Plata pertenece a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Su misión declara además de la contribución al conocimiento de la naturaleza, el ser humano y su cultura, la difusión “de ese conocimiento por medio de tareas de investigación y divulgación científica, exhibiciones, actividades educativas y visitas, en un marco de respeto por el patrimonio natural y cultural de todos los pueblos”. (Museo de La Plata, 2020).

### Figura 3

Fotografía aérea Museo de Ciencias de La Plata



*Nota.* Fotografía publicada con ocasión del aniversario 132 de la inauguración del Museo.

La exhibición permanente se organiza a través de 20 salas mediante las cuales se busca representar la teoría evolutiva de la naturaleza, desde la formación del universo y el planeta Tierra hasta el origen del ser humano y sus culturas, pasando por los sucesos del pasado y sus testimonios fósiles (Museo de La Plata, 2020).

De manera puntual, la sala titulada *La Tierra una historia de cambios* de la que se hizo un examen exhaustivo en las sub-salas 2 titulada El origen del universo y la Tierra, y 3 denominada

Cambios geológicos: la Tierra dinámica, que contienen un total de 7 módulos. A través de ellos, se pretende comunicar la imagen científica de La Tierra como entidad compleja que, a su vez, integra un sistema mayor: el cosmos o universo. El discurso científico se desarrolla alrededor de la teoría del Big Bang –elaborada en la década de 1940– y nos permite imaginar los inicios de este, hace unos 15.000 millones de años, como una enorme explosión. Luego se originaron las galaxias, las estrellas y sistemas como el solar, del cual forma parte la Tierra, cuya existencia data de hace alrededor de 4500 millones de años. La siguiente tabla ofrece información detallada sobre su composición.

**Tabla 5**

*Descripción general módulos Sala dos Museo de Ciencias de La Plata*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propósito</b>	<b>Contenido</b>	<b>Experiencia</b>
1	Big Bang Formación de cuerpos del cielo profundo y Sistema Solar	Mostrar cómo el universo inicia su evolución a partir de una explosión que origina el tiempo y el espacio.	Una maqueta de un cuerpo celeste muestra los cuerpos celestes que componen el Sistema Solar, como resultado de la conformación de galaxias.	Experiencia visual Maqueta y panel informativo
2	Evolución del planeta Tierra	Mostrar los cambios geológicos de la Tierra.	Una infografía y una línea de tiempo muestran la construcción y resultados de evidencia científica correspondiente a la evolución del planeta Tierra en sus primeros millones de años.	Experiencia visual e interactiva con objeto fósil

3	Formación del sistema Tierra	Mostrar la evolución de la hidrósfera, la atmósfera, la biosfera y la geosfera	Una maqueta del interior y superficie terrestre, acompañada de rocas representativas de la litosfera.	Experiencia visual maqueta e infografía
4	Continentes en movimiento	Demostrar mediante fósiles pertenecientes a diferentes periodos geológicos cómo se fue modificando, en el transcurso del tiempo geológico, la distribución de las tierras y mares	Una colección de fósiles de fósiles de los periodos pérmico y neo triásico permite demostrar la teoría de la deriva Continental	Experiencia visual
5	Los continentes viajan sobre placas	Mostrar cómo mediante la teoría de la tectónica de placas se explican múltiples procesos que ocurren en la Tierra	El visitante, mediante un mapamundi que contiene las doce placas tectónicas, accede a la explicación del movimiento que da lugar a terremotos y vulcanismo, y la generación de cadenas montañosas. Además observa en una pantalla un video alusivo a las erupciones volcánicas.	Experiencia visual inmersiva

6	Volcanes ¿un agente destructivo?	Mostrar cómo el proceso de construcción de la corteza terrestre y de la atmósfera primitiva es efecto de la actividad volcánica que aporta gases a la atmósfera y genera suelos fértiles.	Observando un conjunto de muestras de material volcánico, el visitante puede reconocer la importancia de la actividad volcánica y desvirtuar la imagen de agente destructivo.	Experiencia visual
7	Cronología del pasado geológico	Mostrar las temporalidades de la evolución del universo y el tiempo geológico	Frente a una vitrina-cronograma el visitante puede apreciar las escalas de tiempo geológico: eones, eras, periodos, épocas y acontecimientos, y su relación con la formación de las rocas más antiguas de la Tierra.	Experiencia visual

*Nota.* Elaboración propia a partir de fotografías en visita de campo

Para terminar, cabe mencionar que la selección de las instituciones museales más favorables a este objetivo investigativo se hizo al constatar que el Museo del Espacio y el Museo de la Plata cumplieron con los siguientes criterios: en primer lugar, es una institución museal centrada en la divulgación de la cultura científica; en segundo término, es una institución museal

en la que se llevan a cabo procesos educomunicativos y, por último, es una institución disponible para la realización del estudio.

## 5. HALLAZGOS

Los procesos comunicativos se asumen como fenómenos educativos, cuando estos constituyen una práctica con posibilidad significativa para el sujeto, dado que “a través del aparato heurístico y hermenéutico con el que cuenta, es capaz de propiciar en los ambientes escolares una simulación de las actividades comunes o especializadas que tienen cabida en la semiosfera de la cultura.” (Oliveros-Rodríguez, 2020, p. 9). En ese tenor, esta afirmación es extensible a otros ámbitos educativos como los museos de ciencias en los que a través de exhibiciones museales se divulgan, y enseñan contenidos procedentes de diferentes disciplinas científicas.

Esta investigación se ocupó en indagar dichos procesos educativos y comunicativos en este tipo de locus dedicado a la divulgación de conocimientos acerca del cosmos y reconociéndolo en su naturaleza mediática, para distinguirlos de aquellos de carácter escolar. Aunque “las modalidades de comunicación y transmisión de saberes hagan posible poder actuar socialmente (más allá de la escuela).” (Huerdo y Fernández, 1999, p. 268). En efecto, a la educación mediática, visto el asunto desde la perspectiva culturalista, le corresponde una cultura que a través de “[...] sus procesos de ritualización reproducen conocimiento mediatizado, es decir, imágenes y representaciones de dicho conocimiento, procesos que además son afectados por los condicionamientos técnicos de las narrativas mediáticas.” (Moreno, 2018, p. 153).

Con base en el anterior preámbulo, los resultados que a continuación se presentan corresponden a un análisis comprensivo acerca de la recodificación de la cultura científica y la mediatización educativa que se encuentra a la base de los procesos educomunicativos llevados a cabo en los museos de ciencias, mediante los cuales estas instituciones museales contribuyen, en cierta medida, a la apropiación del conocimiento científico. El análisis logrado se basó en un principio teórico que se traduce en términos metodológicos en forma de pertinencia; ella concierne,

siguiendo a Barthes (1993) por definición “a la significación de los objetos analizados: se interroga a los objetos sólo con relación al sentido que detentan, sin hacer intervenir, [...] los otros determinantes (psicológicos, sociológicos, físicos) de esos objetos; [...]” (p. 79).

El apartado que sigue expone los resultados logrados en el proceso investigativo, a partir de la organización, selección y descripción del corpus empírico acotado, y sigue para tal fin el mismo orden de los objetivos específicos trazados.

En primer término, se establecieron los modos en que se produce la recodificación de mensajes en dos exhibiciones museográficas: una en Colombia y otra en Argentina, esta última en el marco de la pasantía internacional realizada con el Grupo de Didáctica de las Ciencias –DGC– de la Universidad Nacional de la Plata<sup>13</sup> y con lo cual fue posible desarrollar un contraste entre las dos muestras; para ello, se precisó realizar un análisis descriptivo de las *sustancias* tanto expresivas como de contenido y seguidamente se realizó similar análisis con las *formas* expresivas y de contenido. Con base en lo anterior, se realizó una cuantificación por clases y en el aspecto cualitativo fue posible poner en evidencia las formas predominantes y en cuáles de las clases conformadas recae el peso del relato museal.

En segundo término, al analizar las relaciones presentes entre la recodificación y los procesos educomunicativos en los museos de ciencias se logró abordar la tensión entre enseñanza de las ciencias y el aprendizaje mediático, sugiriéndose las condiciones de posibilidad que ostentan las dos muestras para la alfabetización científica; ella basada en el dominio de los códigos argumentativos en el plano del contenido y tanto alfabéticos como figurativos en el plano expresivo.

---

<sup>13</sup> Interlocución realizada en los meses de junio y julio del año 2023 en la Ciudad de La Plata con los miembros del grupo bajo mencionado, bajo la asesoría de la Dra. Silvina Cordero.

En tercer término, se caracterizó la museografía didáctica del corpus empírico a partir de un marco interpretativo enmarcado en las demandas de modernización y seguidamente se analizó la mediatización educativa con su influencia en los procesos educomunicativos.

Por último, se constituyó una valoración acerca de las contribuciones y alcances de la transmisión cultural que tiene lugar en los museos frente a la apropiación del conocimiento científico, sugiriéndose aquellos aspectos formales que favorecen la función didáctica de los mensajes en los museos de ciencias.

### **5.1. Corpus empírico**

En la determinación del corpus se reconoció al analista como aquel que se encuentra en una situación de inmanencia, la que en palabras de Barthes (1993) “no puede versar inicialmente más que sobre un conjunto heteróclito de hechos que habrá que tratar para conocer su estructura: [...]” (p. 80). Por ende, para evitar cierta (ineludible) arbitrariedad en la escogencia de la colección finita de materiales (Barthes, 1993) se estableció, como primer criterio, la frontera respecto de determinantes extra semióticos –psicológicos, sociológicos o físicos–; de tal suerte que, el análisis sobre los elementos pertenecientes al sistema investigado hiciera posible la reconstrucción de la totalidad de este; de esta manera, para la reconstrucción del sistema recodificador de mensajes en un museo de ciencias fue necesario seleccionar los mensajes, como elementos del sistema, que representan el todo.

En el proceder práctico, se siguieron las recomendaciones señaladas por Barthes (1993), a saber: la primera, que el corpus sea suficientemente amplio como para que se pueda suponer razonablemente que sus elementos saturan un sistema completo de semejanzas y de referencias; la segunda, que el corpus sea lo más homogéneo posible; en primer término, homogeneidad de la sustancia; aunque haya que aceptar corpus heterogéneos, pero procurando estudiar

cuidadosamente la articulación sistemática de las sustancias participantes, es decir, dar a su heterogeneidad misma una interpretación estructural; en segundo término, homogeneidad en la temporalidad, que consiste en que en el corpus deban poderse eliminar al máximo los elementos diacrónicos haciendo posible coincidir con un estado del sistema, puesto que el corpus tiene que aprehender lo más estrictamente posible los conjuntos sincrónicos del sistema de signos.

De esta forma, las exhibiciones museales existentes en el Museo del Espacio y el Museo de Ciencias, fueron considerados como un sintagma; cada uno de los cuales fue fragmentado en sintagmas menores que son las salas, y seleccionadas estas se subdividieron en los módulos que los componen.

Siguiendo esta operación, cada módulo se fragmentó en mensajes, los que se seleccionaron como unidades representativas para el análisis estructural; estos sintagmas resultantes de la división del módulo en partes, al ser analizados representan el todo, siendo así definidas las unidades sintagmáticas de cada sala.

En primer término, para el Museo del Espacio se tuvo en cuenta un corpus documental parcial que requirió ser complementado con un pormenorizado registro audiovisual y con la realización de una entrevista efectuada a un versado divulgador científico, quien ha participado durante los diez años transcurridos desde que el Museo del Espacio abrió sus puertas al público con la actual exhibición (ver anexo B); esta fuente de información fue relevante, ante la inexistencia de documentos que declaren la orientación temática y expositiva del Museo. Aspecto que constituye una limitación del estudio desarrollado.

Siguiendo el testimonio, desde el año 2013 la temática central del Museo del Espacio se concentra en exponer diferentes interpretaciones del universo generadas en la historia de la humanidad. Con ella se buscó profundizar en el dominio conceptual de los conocimientos

astronómicos mediante el análisis de la luz y las ideas acerca del cosmos como principal eje conceptual. Así, en la sala dos se busca que el visitante entienda el universo a partir de la luz, esto es en lo visible. En la sala tres el foco se encuentra en lo no visible, es decir, otras radiaciones presentes en el universo. Mientras que en la sala cuatro se exponen diferentes ideas y orientaciones que el ser humano ha usado para entender el universo, nuevos desarrollos y exploraciones en el campo de las ciencias del espacio. En todo caso, un rasgo común a las diferentes salas es el contenido temático propio de la astronomía que se encuentra disgregado a través de los diferentes módulos, dando cierto orden en los recorridos. Adicionalmente, en cuanto al concepto museográfico, es posible identificar características físicas similares en todo el museo como son la altura de los módulos, la forma y la distribución de los mismos en las diferentes salas. Entre una sala y la contigua se dispuso un cubo que expone historias complementarias a la temática exhibida. (Entrevistado 1, comunicado personal, 2022).

Para mayor ilustración, se presenta un ejemplo de mensaje, perteneciente a la sala 2.

#### Figura 4

*Etiqueta de apoyo exhibición museal Sala 2, módulo PBO 0208, Museo del Espacio.*



*Nota.* Datos tomados de Documento apoyos exhibición. Planetario de Bogotá (2012)

## Figura 5

Reproducción de Dibujos de Galileo sobre las manchas de la Luna (1913)  
 Imagen de apoyo exhibición museal Sala 2, módulo PBO 0208, Museo del Espacio



Nota. Datos tomados de Documento apoyos exhibición. Planetario de Bogotá (2012)

Como puede observarse, el mensaje busca comunicar, a través de una imagen, el aporte de Galileo a la ciencia positiva y en particular a la astronomía, al poner en primer plano el valor epistémico de la observación de los cuerpos celestes, con lo cual ha sido posible hacer una construcción mental a la que se denomina *Esfera Celeste*.

El conjunto de mensajes que componen la exhibición museal contenida en las salas 2 y 4 puede ser consultado en el ANEXO A.

Mientras que, garantizando un corpus adecuado se seleccionó la sala tres, por ser aquella que contiene los elementos necesarios garantizándose así el criterio de saturación; dado que, esta sala cumple con el criterio de homogeneidad tanto en la sustancia como en la temporalidad; dicha sala, titulada *Mirar lo Invisible*, a su vez, se fragmentó en sintagmas que corresponden a los módulos. Estos son 10 en total, a través de los cuales se desarrollan temáticas en torno a la

observación astronómica del espacio exterior en los espectros de radiación diferentes al espectro visible humano, y su importancia para estudiar objetos del cielo profundo o para explicar el origen del universo.

La siguiente tabla presenta la caracterización general de los sintagmas correspondientes a la sala tres.

**Tabla 6**

*Sintagmas de la sala tres*

<b>Sintagma</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Temática</b>	<b>Descripción contenido</b>
1	PBO 0301	Radiación cósmica de fondo	El satélite COBE; El Big Bang y el origen del universo; la radiación cósmica de fondo	Un objeto (televisor de tecnología rayos catódicos), una imagen, tres objetos tridimensionales y una caja informativa (cuatro textos e imágenes)
2	PBO 0302	El álbum familiar del universo	Nebulosas, cúmulos estelares y galaxias; astrofotografía; El telescopio espacial Hubble	Un objeto (pantalla táctil que proyecta imágenes a selección con información de cada una de ellas) y un panel en lengua castellana e inglesa
3	PBO 0303	El radiotelescopio	El radiotelescopio; el radar; el proyecto ALMA	Dos objetos (antenas con forma parabólica y cóncava) y dos etiquetas en lengua

				castellana e inglesa (mismo texto)
4	PBO 0304	Fluorescencia y nebulosas	Espectro electromagnético; astrofotografía	Cuatro fotografías de nebulosas y un panel en lengua castellana e inglesa
5	PBO 0305	Luz infrarroja	El telescopio espacial Spitzer; discos protoplanetarios; planetas extrasolares	Un objeto (televisor, que tiene adaptada una cámara para radiación infrarroja) y un panel en lengua castellana e inglesa
6	PBO 0306	El gran observatorio solar	El sol; evolución solar; química solar; el ciclo solar y las manchas solares; telescopios solares en la Tierra y el espacio	Un objeto (proyector que muestra una secuencia de imágenes del Sol y dos paneles en lengua castellana e inglesa
7	PBO 0307	Filtro de luz infrarroja	Historia de la astronomía infrarroja; vida y obra de William Herschel; grandes observatorios en infrarrojo; futuros telescopios espaciales en infrarrojo	Un objeto (televisor, que tiene adaptada una cámara de infrarrojo) y un panel en lengua castellana e inglesa
8	PBO 0308	Cámara térmica	La visión infrarroja y ultravioleta en el	Un objeto (televisor, que tiene adaptada

			reino animal; ¿Cuáles son las partes más frías y más calientes del cuerpo humano?	una cámara térmica) y un panel en lengua castellana e inglesa
9	PBO 0309	Campo magnético	Magnetosfera, campo magnético terrestre; auroras; campos magnéticos de otros planetas	Un objeto (televisor de tecnología rayos catódicos, encendido y con interferencia y un panel en lengua castellana e inglesa
10	PBO 0310	Cielo de todos los colores	Espectro electromagnético; los colores de las estrellas; la espectrografía	Un objeto (televisor que muestra una fotografía de la Vía Láctea, con siete perillas manipulables por el público, cada una asociada a una franja del espectro electromagnético, un panel en lengua castellana e inglesa y una caja informativa (cuatro textos e imágenes)

*Nota.* Elaboración propia a partir de fichas y manuales de actividades interactivas y audiovisuales del Planetario de Bogotá (2012).

En segundo término, para el Museo de Ciencias de La Plata se tuvo en cuenta la información disponible en una publicación en formato físico, en la página web de la institución, y

la obtenida en varias visitas de campo, constituyéndose un acervo fotográfico. Con base en los criterios de amplitud y homogeneidad se seleccionó la sala *La Tierra: una historia de cambios*, que introduce al visitante al recorrido por el museo, muestra los principales procesos de cambio que ocurrieron en la Tierra, desde su origen hasta la aparición y diversificación de la vida, haciéndose una breve antesala de la evolución del universo, en su apariencia visible –materia y energía visible–.

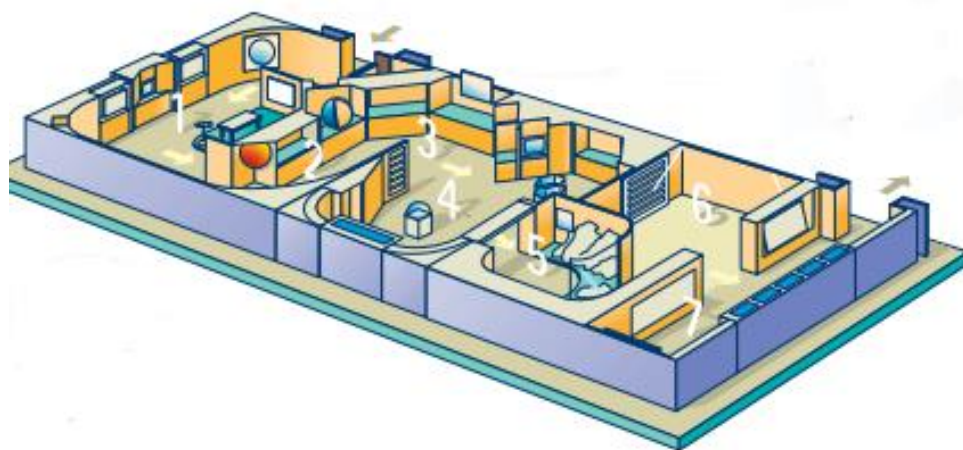
Según la manifestación de la institución museal, en ella

Se explica el origen del Universo, mediante la teoría del Big Bang, la formación del Sistema solar y los principales cambios ocurridos en la Tierra. Algunos de los procesos característicos de la dinámica de nuestro planeta, como la tectónica de placas, los ciclos de las rocas y los fenómenos de vulcanismo, se ilustran mediante maquetas, esquemas, y vídeos. (Museo de La Plata, 2010).

La sala está compuesta por siete secciones como se muestra en la siguiente figura.

### Figura 6

*Secciones de la sala La Tierra: una historia de cambios*



*Nota.* Guía para el visitante. Datos tomados página web Museo de La Plata (2023).

De las secciones se eligieron las subsalas dos y tres, y se tomó de allí el corpus empírico.

### Figura 7

*Croquis de la exposición*



*Nota.* Datos tomados de Tam Muro - Museo de La Plata (s.f.).

Dicha sección a su vez se dividió en sintagmas menores, que corresponden a los módulos como se muestran en el siguiente mosaico fotográfico.

### Figura 8

*Sintagma 1 Big Bang. Formación de cuerpos del cielo profundo y Sistema Solar*



*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 9***Sintagma 2 Evolución del planeta Tierra*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 10***Sintagma 3 Formación del sistema Tierra*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 11***Sintagma 4 Continentes en movimiento*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 12***Sintagma 5 Los continentes viajan sobre placas*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 13***Sintagma 6 Volcanes ¿un agente destructivo?*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

**Figura 14***Sintagma 7 Cronología del espacio geológico*

*Nota.* Archivo de la investigación (2023).

Tomando los anteriores sintagmas como corpus fue posible realizar tanto el análisis descriptivo como formal, como se presenta a continuación.

## **5.2. La recodificación de mensajes en la exhibición museográfica**

El modelo semiótico presentado en el marco metodológico (ver figura 1) fue implementado en la fase de análisis, y los resultados se presentan a continuación. Para ello se tuvo en cuenta, como punto de partida, un reconocimiento descriptivo de las sustancias; para las expresivas se identificaron los objetos/textos que componen la exhibición museal, mientras que para las sustancias del contenido se identificaron aquellos temas o fenómenos que conforman el discurso científico que está de base.

Con base en lo anterior, seguidamente se emprendió una revisión de los mensajes contenidos en la exhibición y en los que se encarna la función semiótica mediante la cual se correlacionan los sistemas: sintáctico –o de la expresión– y semántico –o del contenido–; de modo que comprender el talante que adquiere la relación entre los fúntivos, llamados forma expresiva y forma de contenido, hace posible la comprensión de aquellas características fundamentales del ejercicio recodificador efectuado en los museos de ciencias al momento de establecer una exhibición museal, como la que fue tomada como corpus, según se mostró en la sección anterior.

En el proceder metodológico fue necesario caracterizar los mensajes al establecer, en primer lugar, si las sustancias expresivas son predominantemente analógicas o digitales, así como si las sustancias de contenido tienen como tendencia el discurso situacional o trascendental; en segundo lugar, si las formas son figurativas o alfabético-numéricas en la expresión, y narrativas o argumentativas en el contenido.

En todo caso, como lo manifiesta Narváez (2019):

La mayor o menor presencia de casos, de unas formas o sustancias en relación con otras, modifica la estructura, por lo que es necesario cuantificar estas ocurrencias [...]. Aun así, lo cuantitativo solo tiene importancia en la medida en que ayuda a precisar la cualidad interna del mensaje como totalidad. (p. 165).

A continuación, se detallan los resultados encontrados tanto en el análisis descriptivo como en el formal.

### ***5.2.1. Análisis descriptivo***

Para tal fin, en primera instancia se usó una matriz descriptiva en la que se ubicaron los diez sintagmas que componen la sala *Mirar lo Invisible* y los siete que, a su vez, componen la sala *La Tierra: una historia de cambios* (subsala 2 y 3), identificándose las sustancias y formas en clases concebidas dicotómicamente; a partir de esta clasificación se analizaron los mensajes producidos por las instituciones museales en sus exposiciones permanentes. La información detallada está disponible en los anexos C y D.

#### ***5.2.1.1. Descripción de la sustancia***

La siguiente sección muestra la descripción de la sustancia expresiva y de contenido, en las dos muestras museales, y terminando con un contraste entre lo hallado en cada una de ellas.

##### **5.2.1.1.1. Descripción de la sustancia expresiva**

Las sustancias expresivas constituyen el continuum material mediante el cual se hace posible la producción de cualquier expresión (Narváez, 2013). Su caracterización requirió la identificación de los objetos presentes en cada sintagma para luego ser discriminados en cuanto a si los materiales de fabricación se pueden catalogar como analógicos –continuos– o digitales –discretos–.

Para la sala *Mirar lo Invisible*, la muestra museal descrita está compuesta por un total de 34 objetos con prevalencia del cristal como material para la fabricación tanto de pantallas como lentes, en las sustancias digitales; mientras que en las analógicas aparecen con mayor recurrencia materiales como papel adhesivo y acrílico, en estas últimas cabe acotar que el vidrio y las pantallas fluorescentes son el soporte material del osciloscopio analógico, marcándose una diferencia con las pantallas digitales. La siguiente tabla especifica la clasificación llevada a cabo.

**Tabla 7**

*Clasificación de las sustancias expresivas presentes en la sala Mirar lo Invisible*

Analógico	Digital
(28)	(6)
Osciloscopio analógico (tubo de rayos catódicos fabricado en vidrio y pantalla con sustancia fluorescente) (2)	Pantalla capacitiva fabricada con capas de cristal y plástico, recubiertas con un material conductor como cobre u óxido de indio y estaño (1)
Cajas informativas en material adhesivo sobre acrílico (2)	Pantalla plana de cristal líquido (bifenilo) contenido entre dos placas de vidrio (1)
Cuerpos esféricos en polietileno (3)	Proyector (sistema de lentes convergentes y focalizadoras fabricados en cristal) (1)
Reproducción del mapa CMB impreso en papel (1)	Pantalla plana de cristal líquido (bifenilo) contenido entre dos placas de vidrio y sensores metálicos (1)
Paneles impreso en material adhesivo/acrílico (14)	Pantalla plana de cristal líquido (bifenilo) con cámara infrarroja y conversor (1)
Cuerpos parabólicos y cóncavos en fibra de vidrio (2)	Panel Led fabricado con la combinación de aluminio, Indio, Galio y Nitrógeno (1)
Fotografías impresas en papel sobre retablos (4)	

*Nota.* Elaboración propia.

Tomando más en detalle las sustancias predominantes en la sala *Mirar lo Invisible*, se destaca la presencia de 14 paneles en total, fabricados en material adhesivo o acrílico, varios en cada módulo –a excepción del primero que no lo tiene– y sumado el general de ingreso a la sala, asimismo sucede con el uso de 2 televisores con tecnología de rayos catódicos que se encuentran

en los módulos PBO 0301 y PBO 0309 y que pueden considerarse un tipo de osciloscopio analógico –compuesto por uno o varios canales verticales, canal horizontal, base de tiempo, sistema de disparo y por supuesto, módulo de tubo de rayos catódicos–; dicha sustancia es necesaria para garantizar: en el primer caso, la observación del *ruido de fondo* o *nieve* que muestra la pantalla cuando no está conectada a la antena y que son restos perceptibles en la banda de microondas; y en el segundo caso, la observación de la interacción entre un campo magnético y partículas de la pantalla del televisor encendido y con interferencia.

Mientras que, entre las sustancias digitales tienen predominancia de pantallas con un total de 6. Entre ellas se destaca el uso de 4 televisores de tecnología digital, pantalla plana; uno de ellos ubicado en el módulo PBO 0302 con función táctil que hace posible la interactividad<sup>14</sup> del visitante con el mosaico de fotografías correspondientes a nebulosas, cúmulos estelares y galaxias, el cual está organizado de una manera peculiar para lograr una explicación descriptiva de los conglomerados de materia visible y su constitución en el tiempo; asimismo, el uso de televisores a los que se ha hecho adaptación de cámaras que permiten visualizar radiación infrarroja como los que se disponen en los módulos PBO 0305, PBO-307 y PBO-308. Con estas sustancias digitales se hace posible la visualización de diferentes propiedades de la radiación infrarroja, mediante una modificación factual de las longitudes de onda. Así la cámara que capta el infrarrojo tiene incorporado un dispositivo conversor de infrarrojo a visible, tomando el rango de longitudes de

---

<sup>14</sup> La siguiente diferenciación conceptual entre interactividad e interacción se hizo necesaria al momento de analizar el uso específico de las sustancias. La primera implica “un conjunto de técnicas y procedimientos destinados a un objetivo común: *facilitar o permitir la interrelación o la relación activa entre el visitante y el objeto a exhibir*” (Serrat y Font, 2007 como se citó en Arias, 2018, p. 116 énfasis en original); un equipamiento interactivo es un artefacto diseñado con la intención de propiciar en el público diversas experiencias que sirvan como sustento a la construcción de conceptos, nociones y habilidades, así como actitudes o valores relacionados con la ciencia y la aplicación del conocimiento (Arias, 2012 como se citó en Arias, 2018, p. 118). En tanto que la segunda, por el contrario, implica un intercambio de significados cara a cara, en el sentido de que “Las interpretaciones de significado no solo reflejan las historias idiosincráticas de los individuos, sino también las formas canónicas de construir la realidad de una cultura. Nada está «libre de cultura», pero tampoco son los individuos simples espejos de su cultura. Es la interacción entre ellos lo que da un carácter comunal al pensamiento individual y a la vez impone una cierta riqueza impredecible a la forma de vida, pensamiento o sentimiento de cualquier cultura.” (Bruner, 2000, p. 44).

onda del infrarrojo y las convierte al rango de longitudes de onda del visible para hacer la equivalencia: si el infrarrojo fuera visible ¿Cómo se vería? En el caso de la cámara térmica hay un elemento adicional a considerar y es que a la equivalencia se añade un “falso” color, que no es nada distinto a una convención para distinguir las escalas de temperatura y por eso se ve la figuración humana en rojo y azul.

En tanto que en la sala *La Tierra: una historia de cambios* se encontró una muestra museal compuesta por un total de 86 objetos; en ella se encontró predominancia de sustancias analógicas, la mayoría de ellos de origen natural entre ellas: fósiles, rocas, minerales, y en menor medida los artificiales como son el papel adhesivo y el polietileno, sobre las digitales que en su gran mayoría se ubican en el primer sintagma y en otro con una pantalla que reproduce un video concerniente a las erupciones volcánicas.

De esta forma, el rasgo diferencial más relevante entre las muestras analizadas lo constituye el uso de sustancias de origen natural en la sala *La Tierra: una historia de cambios*, lo que se presume es debido al énfasis discursivo en torno a la evolución de la Tierra, mientras que son más las similitudes marcadas en la prevalencia de sustancias analógicas sobre las digitales en ambos casos.

#### **5.2.1.1.2. Descripción de la sustancia del contenido**

La sustancia de contenido está conformada por los productos del pensamiento humano a la manera de entramado conceptual que mueve la cultura: saberes, valores y sensibilidades (Narváez, 2013). El siguiente análisis muestra las unidades culturales encontradas en cada muestra a partir de la identificación de los temas o fenómenos que componen los conjuntos discursivos.

Para la sala *Mirar lo Invisible*, el sistema de significados propio de la astrofísica se clasificó de la siguiente manera. Se encontraron 6 teorías a saber, la termodinámica y 5 teorías evolutivas:

del Universo, de las estrellas, de los cuerpos celestes, del Sol y su evolución, de los planetas; 4 fenómenos como: campo magnético terrestre y de otros planetas, auroras boreal y austral, manchas solares y ciclo de emisión solar, visión infrarroja y ultravioleta en el reino animal; 3 temas de exploración: del cielo profundo, del universo frío y de las nebulosas; 3 temas del desarrollo de instrumentación científica: método espectroscopia de estrellas, astrofotografía mediante espectros de radiación, y telescopios solares en Tierra y en el espacio; y por último, 4 técnicas de exploración del cosmos: espectro electromagnético en la exploración, exploración con luz infrarroja, historia y desarrollo de la astronomía infrarroja, y espectrografía sobre las estrellas.

A continuación, se describe el discurso que se desarrolla en la sala, identificando los temas o fenómenos que lo componen.

**Tabla 8**

*Composición del discurso científico por sintagmas en la sala Mirar lo Invisible*

<b>Módulo</b>	<b>Tema o fenómenos</b>
1 PBO 0301 Radiación cósmica de fondo	1) Vestigios evolución del universo. modelo del Big Bang basado en la "superficie de última dispersión" de los fotones (370.000 años después del Big Bang). Radiación Cósmica de Fondo CMB (Cosmic Microwave Background) 2) Evolución de cuerpos celestes Marte, Luna y un geoide 3) Origen cósmico de los elementos químicos. Composición química de las estrellas. 4) Método: Espectroscopia de estrellas
2 PBO 0302 El álbum familiar del universo	5) Exploración del Universo sobre cuerpos del cielo profundo
3 PBO 0303 El radiotelescopio	6) Exploración del Universo frío a través del Proyecto ALMA (desde el gas molecular y el polvo, hasta los vestigios de la radiación del Big Bang)
4 PBO 0304 Fluorescencia y nebulosas	7) Características fisicoquímicas de las nebulosas y exploración de nebulosas (Hélix, del Cangrejo, Orión y Cúmulo de la Bala) 8) Astrofotografía mediante diferentes espectros de radiación (uso de la fluorescencia y luz visible)

5 PBO 0305 Luz infrarroja	9) El telescopio espacial Spitzer. Exploración con luz infrarroja de planetas extrasolares 10) Evolución de los planetas a partir de discos protoplanetarios
6 PBO 0306 El gran observatorio solar	11) Telescopios solares en la Tierra y en el espacio. 12) Manchas solares y ciclo de emisión solar en sus diferentes rangos del espectro electromagnético de emisión, su respectiva temperatura y asociación con las diferentes capas del Sol. 13) El Sol y su evolución
7 PBO 0307 Filtro de luz infrarroja	14) Historia y desarrollo de la astronomía infrarroja
8 PBO 0308 Cámara térmica	15) Teoría termodinámica (energía térmica, temperatura, calor o radiación infrarroja) 16) Visión infrarroja y ultravioleta en el reino animal
9 PBO 0309 Campo magnético	17) Campo magnético terrestre (magnetosfera) y de otros planetas 18) Auroras boreal y austral
10 PBO0310 Cielo de todos los colores	19) Espectro electromagnético en la exploración del Universo 20) Espectrografía y los colores de las estrellas

*Nota.* Elaboración propia.

El análisis realizado arroja una predominancia absoluta de sustancias de tipo trascendental con un total de 18; de ello, resulta necesario admitir que no se encontró contenido manifiesto o explícito acerca de temas cotidianos o circunstanciales que resultaran necesarios en la concepción temática de la sala *Mirar lo Invisible*. El único mensaje que generó una revisión más detenida fue el que se refiere la historia y desarrollo de la astronomía infrarroja, presente en el módulo PBO 0307 denominado *Filtro de luz infrarroja*, cuya forma de contenido es figurativa, por cuanto refiere la narrativa biográfica acerca de los aportes de William Herschel al desarrollo de la astronomía infrarroja, concretado en su hallazgo del infrarrojo con termómetros; sin embargo, el carácter del tema o fenómeno no podría relacionarse con un discurso circunstancial, pues el desarrollo de la exploración del universo con radiación infrarroja no refiere asuntos cotidianos,

como bien pudo ser si se hubiese hecho alusión al uso cotidiano en la telefonía celular o de fuentes de calor en actividades domésticas.

De acuerdo con la anterior descripción, la sala *Mirar lo Invisible*, en su pretensión divulgativa y educomunicativa, expone un discurso que es trascendental porque se corresponde con importantes teorías científicas acerca de cómo el universo, el Sol y otras estrellas, además de diferentes cuerpos celestes –entre ellos los planetas– se manifiestan como transformaciones de la materia y la energía desde hace 15 mil millones de años aproximadamente. Esta clasificación permite sostener el carácter trascendental de las sustancias de contenido mediante el cual se explica la evolución del universo en su aspecto visible, siendo éste parte en la construcción de la teoría cosmológica.

Para la sala *La Tierra: una historia de cambios*, el discurso científico tratado en la sala analizada se dispone en un total de 12 temas o fenómenos correspondientes a: 2 teorías a saber, la de la evolución y la de la deriva continental; 2 fenómenos naturales, tales como la tectónica de placas y la erupción volcánica; 8 temas alusivos al valor de los fósiles como evidencia científica, así como su función en la datación de eventos geológicos, y a los cambios hasta llegar a la actual estructura de la geosfera. Todas las sustancias de contenido son de carácter trascendental, a pesar de que los temas y fenómenos tienen que ver con vivencias quizás más familiares para los visitantes como lo son los movimientos telúricos que desde tiempos pretéritos han generado temor en los seres vivos que habitan el planeta Tierra.

#### ***5.2.1.2. Síntesis descriptiva de las sustancias***

El análisis de las sustancias expresivas arrojó predominancia de sustancias analógicas, en la sala *Mirar lo Invisible* con 28 de ellas y menor recurrencia de sustancias digitales con un total de 6, característica compartida con la sala *La Tierra: una historia de cambios*, en la que también

predominan este tipo de sustancias con escasa diferencia de materiales y en los mismos objetos a manera de cuerpos esféricos para representar planetas y figurar así algunas características físicas tales como: volumen, forma y color; en cambio, sí se encontró diferencia en el uso de sustancias interactivas siendo nulo en la sala *La Tierra: una historia de cambios*; mientras que, para la sala *Mirar lo Invisible* resultó recurrente en varios de sus módulos.

En cuanto a las sustancias del contenido, queda sugerida cierta concomitancia en las dos muestras museales. Puede aseverarse que, aunque parezcan sintagmas fragmentados en tanto sus objetivos de instrucción, las exhibiciones se desarrollan a partir de un discurso configurado a la manera de lo que Palma (2016) denomina como metáfora científica o también llamada metáfora epistémica, dada la función heurística que cumple al poder explicar unas metáforas en términos de otras: es decir, como cambios de significado nuevos y creativos en términos de paráfrasis que utilizan antiguas categorizaciones familiares y que son, sin embargo, ellas mismas metáforas (Hesse, 1993). De este modo, la teoría evolutiva ha fungido como metáfora con una función eminentemente explicativa.

Pese a todo, el uso de las metáforas epistémicas puede envolver el discurso en lo que Palma (2016) advierte como tentación panmetafórica, por la cual buena parte de los procesos de constitución del conocimiento científico opera mediante la apropiación, legitimación, abandono, descarte o recuperación de las metáforas epistémicas disponibles en un momento determinado, lugar desde el que puede entenderse la prevalencia de la teoría evolutiva en el estudio geo y astrofísico.

### ***5.2.2. Análisis formal***

El análisis de las *formas* expresivas y del contenido se realizó mediante la caracterización de las formas de representación del contenido y de las formas de explicación de los mensajes

transmitidos; en cada plano, la discriminación correspondiente se realizó entre formas dicotómicamente concebidas.

Con las siguientes tablas se dan conocer las predominancias encontradas en las salas *Mirar lo Invisible* y *La Tierra: una historia de cambios*, cuyo análisis será desarrollado en los acápites subsiguientes.

**Tabla 9**

*Predominancias en las formas expresivas y de contenido en la sala Mirar lo Invisible*

Código Cultura Función semiótica Mensaje			
Sistema Sintáctico		Sistema Semántico	
<i>Expresión</i>		<i>Contenido</i>	
<i>Forma</i>		<i>Forma</i>	
Figurativa Icónica/no icónica	Abstracta Alfabética	Figurativa Narrativa Sintagmática Sintética	Abstracta Argumentativa Paradigmática Analítica
(20) <u>Icónicas (16)</u> Mapa (1) Infografías (8) Maqueta (1) Índice (1) Mosaico de fotografías (3) Animación (1) Señal sonora (1) <u>No icónicas (4)</u> Visualizaciones (4)	(144) Enunciados lengua castellana e inglesa (30) Pie de foto (114)	(4) Alegoría (1) Infografías (1) Narrativa biográfica (1) Narrativa descriptiva (1)	(29) Verificación abductiva (1) Representación cartesiana (1) Explicación basada en analogía (7) Explicación descriptiva (16) Descripción de registro fotográfico/créditos de autor (4)

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 10**

*Predominancias en las formas expresivas y de contenido en la sala La Tierra: una historia de cambios*

<b>Código</b> Cultura <b>Función semiótica</b> Mensaje			
Sistema Sintáctico		Sistema Semántico	
<i>Expresión</i>		<i>Contenido</i>	
<i>Forma</i>		<i>Forma</i>	
Figurativa Icónica/Pseudoicónica	Abstracta Alfabética	Figurativa Narrativa Sintagmática Sintética	Abstracta Argumentativa Paradigmática Analítica
(26) <u>Icónicas (24)</u> Maquetas (3) Mosaico fotográfico (1) Audiovisual (1) Línea de tiempo (3) Planisferios (4) Ilustración científica (12) <u>Pseudoicónicas (2)</u> Infografías (2)	(39) Enunciados lengua castellana (28) Pie de foto (11)	(8) Modelo a escala (1) Narrativa descriptiva (7)	(12) Explicación descriptiva (7) Explicación descriptiva/analógica (1) Caracterización (4)

*Nota.* Elaboración propia.

### **5.2.2.1. Análisis de la forma expresiva**

Para la sala *La Tierra: una historia de cambios*, las formas expresivas predominantes en la muestra fueron las abstracto/alfabéticas con un total de 39, seguidas de las figurativas con 26, icónicas con un total de 24 y 2 infografías que se clasifican como pseudoicónicas. De la variedad de formas figurativas es necesario destacar la presencia de otras formas de representación como es el caso de: líneas de tiempo, maquetas, infografías, planisferios, el video y los iconos –dibujos– usados en forma de ilustración científica representando algunos fósiles. Mientras que las

alfabéticas, todas en lengua castellana, se usaron para identificar mediante enunciados algunas fotografías, objetos naturales como rocas, minerales y fósiles, y algunos alusivos a cada módulo.

Igualmente, en la *Mirar lo Invisible* también se encontró marcada predominancia de las formas abstracta/alfabética con un total de 144, tipificadas en dos clases: 30 enunciados en lengua castellana e inglesa y 114 pie de foto –la mayoría de estos últimos codificados también en las dos lenguas mencionadas–; estos enunciados alfabético/numéricos se usan para expresar el contenido presente en los dispositivos; es decir, su uso se considera sustantivo en cuanto representan los conceptos de la astrofísica–. Entonces, los enunciados expresan la forma explicativa y, por tanto, requieren una forma abstracta/alfabética porque son declarativos.

En cuanto a las formas figurativas, se encontraron 20 en total con mayor presencia de infografías con 8 de ellas dispuestas en las 2 cajas informativas, aunque estas se consideran una forma intermedia entre las figurativas y abstractas, por eso se les llama textos pseudoicónicos (Narváez, 2013).

Las visualizaciones son otra forma figurativa de las cuales se reconocieron 4 en total. Estas consisten en formas de representar un contenido en otras radiaciones del espectro electromagnético diferentes a la luz visible –la radiación infrarroja o térmica, la radiación gamma, etc. – o fenómenos cuya evidencia se basa en otro tipo de interacciones de la materia –eléctrica o magnética–; en efecto, son formas figurativas mediante las cuales se hace visible por algún dispositivo<sup>15</sup> o procedimiento<sup>16</sup> lo que sin ellos no se puede observar a simple vista, figurando así la observación que hacen los científicos al auscultar el universo visible; sin embargo, aunque figurativa, las

---

<sup>15</sup> Como es el caso de filtros, cámara para radiación infrarroja o ambos.

<sup>16</sup> Por ejemplo, cuando el visitante se ubica frente a una pantalla que sirve de filtro, permitiendo solamente el paso de luz infrarroja. Al otro lado hay una cámara de radiación infrarroja, justo detrás de ella hay un televisor en el cual otras personas pueden ver la emisión infrarroja de la primera. O cuando el visitante observa la mutua acción entre un campo magnético y partículas de la pantalla del televisor encendido y con interferencia.

visualizaciones no son una forma icónica porque la visualización se basa en una imagen equivalente: por ejemplo, cómo veríamos el infrarrojo si fuera luz visible, esto a diferencia de la percepción visual de las fotografías.

Un ejemplo encontrado en la sala *La Tierra: una historia de cambios*, se expresa a través del siguiente enunciado alfabético: El ejemplar de la izquierda es una piña de araucaria, de las que se encuentran en cualquier plaza o jardín. El de la derecha, que no puedes tocar, es también una piña de araucaria, pero fosilizada, de 195 millones de años de antigüedad. ¡Ubícala en la escala de tiempo! Aquí, el ejemplar fosilizado se convierte en organismo de la especie a la que pertenece porque guarda las cualidades o características que se consideran representativas, entonces, la forma metafórica está implícita al sostener que esta es como aquella. Este sintagma bien pudo ser clasificado como una forma interactiva, pero en el fondo, es una forma de hacer palpable lo que no puede ser apreciable al tacto; bien porque no se logre acceder al fósil o porque manipular el ejemplar acarrea riesgos de contaminación biológica.

Respecto a las fotografías, estas son *formas* icónicas y fueron 3 las organizadas en forma de mosaicos y dispuestas para ser perceptibles a simple vista, pues al ser *formas* figurativas icónicas “crean la misma sensación perceptiva que la realidad empírica, o sea que tratan de imitar el mundo existente.” (Narváez, 2013, p. 46). Al respecto, el uso de fotografías como expresión de cierto referente fáctico –llámese cuerpo celeste, energía radiante, entre otros–, puede ser objeto de percepción visual sin estar apoyado en la explicación verbal o en la gestualidad del mediador o educador de museo; antes bien, la fotografía en tanto forma expresiva comunica aspectos del objeto representado a través de unidades como forma, volumen y color, es decir, que la fotografía puede representar solamente aquello que es factible de ser simulado o asemejado al objeto ausente; esto

es posible, en virtud de que la imagen visual es capaz de representar ciertas características del fenómeno u objeto, analizables mediante descripciones macroscópicas.

#### ***5.2.2.2. Análisis de la forma del contenido***

En la sala *La Tierra: una historia de cambios* se encontró una predominancia de las formas abstracto-argumentativas en con un total de 12 sobre las figurativas que fueron 8. Entre las primeras, las explicaciones descriptivas y las caracterizaciones fueron las formas de explicación más aplicadas, en tanto que, en las segundas se hallaron las narrativas descriptivas que fueron la forma de contenido figurativa más asidua en esta muestra; a su vez en la sala *Mirar lo Invisible* también se encontró la misma predominancia de formas abstracto-argumentativas con un total de 29 entre las que se tienen: 16 explicaciones de carácter descriptivo y 7 explicaciones basadas en analogías, y en menor número formas de explicación narrativa: una de ellas biográfica acerca de los aportes de Herschel al desarrollo de la astronomía infrarroja y otra descriptiva enfocada al desarrollo de la astrofotografía lograda con el telescopio espacial Hubble sobre nebulosas, cúmulos estelares y galaxias.

Para las dos muestras, el ejercicio de tipificación mostró el uso recurrente de explicaciones cuyo carácter analítico consiste en que las partes que componen el sintagma son intercambiables, puede ser una relación de la causa al efecto o del efecto a la causa; se trata de formas de explicación de relaciones en ausencia del referente fáctico, por ser propias de la actividad mental, no son observables a simple vista y no siempre representables narrativamente.

De esta clase son las explicaciones basadas en analogías que se encontraron únicamente en la sala *Mirar lo Invisible*; sobre estas conviene destacar que se encuentran apoyadas en la generación de un modelo, a modo de “objeto, concepto o conjunto de relaciones, que se utilizan para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica”

(Ríos, 1995, p. 24). Pese a ello, como lo señala Palma (2016) “se trata de la semejanza que se establece entre términos, conceptos o cosas que se comparan. Mediante la analogía [...], pueden agruparse distintos conjuntos de cosas de las que se afirma una característica común por semejanza” (p. 22). Así, la explicación basada en analogías consiste en asumir que hay fenómenos equiparables dada su semejanza<sup>17</sup>, pues la analogía que, “proviene del griego *αναλογία*, (*ana* – reiteración o comparación– y *logos* razón) refiere a actividades más ligadas a la comparación racional o con una finalidad cognitiva [...]” (Palma, 2016, p. 22).

Sin embargo, este análisis hace necesario referir la digresión ya consolidada en el campo filosófico de la ciencia, aquella mediante la cual se plantea una dicotomía entre el lenguaje literal y el metafórico. Según una de las perspectivas que toma parte en el debate, con el lenguaje literal se procura una lectura referencial<sup>18</sup> de hechos y sucesos que acaecen en el mundo, y por lo cual se “[...] asume que la ciencia puede explícitamente capturar la estructura en un isomorfismo de verdaderas categorías naturales y descripciones verdaderas.” (Hesse, 1993, p. 53).

Mientras que desde la orilla opuesta se busca poner de relieve la preponderancia del lenguaje metafórico sobre el literal, cuando se sostiene que “los significados metafóricos tienen prioridad lógica sobre los significados literales en una forma análoga a la prioridad de lo teórico sobre los significados ‘observacionales’ en la ciencia.” (Hesse, 1993, p. 54). Visto así, la metáfora es una forma figurativa del contenido, pero su sentido lingüístico no se reduce a tropo semántico o forma desviada del lenguaje, presupondría la existencia previa de un lenguaje literal del cual se

---

<sup>17</sup> Valga aclarar que tales fenómenos son signos que guardan entre sí una relación analógica; sin que esta haga referencia a una semejanza entre un objeto empírico y el fenómeno que lo representa y por ello, no se incurre en una visión ingenua como la que Eco cuestiona en su crítica al iconismo, cuando manifiesta como necesario evitar ideas ingenuas, entre las cuales “que los signos icónicos son semejantes o análogos al objeto” (2000, p. 288)

<sup>18</sup> A ese respecto, en la teoría de la producción de signos Eco manifiesta como problemática la relación referencial que se asume existe entre los estados del mundo y el contenido de la función semiótica. Para rebatir lo que el autor denomina falacia referencial, manifiesta que: “a la teoría de los códigos sólo le interesa una semántica intensional, mientras que el problema relativo a la extensión de una expresión incumbe a una teoría de los valores de verdad o a una teoría de la referencia (o de la mención)” (2000, p. 100)

desvían los significados de las metáforas (Hesse, 1993). Lo que, a juicio de Gadamer, se debe al talante prejuiciado con el que una teoría lógica –que es ajena al lenguaje– establece si el uso metafórico de una palabra se considera alejado de su sentido real. (como se citó en Hesse, 1993, p. 58).

De esta manera, se justifica el surgimiento de metáforas epistémicas manifestadas como metáforas muertas, en el sentido de que no sostienen más esa tensión significativa inicial, porque se ha olvidado su origen metafórico, pero también porque cuando los científicos usan metáforas, no tienen otro lenguaje específico, especializado y técnico que haría las veces de literal (Palma, 2016). Así, toda metáfora epistémica surge siendo metáfora y posteriormente se va lexicalizando en la medida en que el sentido se va transformando en una creencia o idea aceptada en la comunidad científica.

Sin embargo, desde la perspectiva culturalista se concibe como una falsa dicotomía pues agota el argumento en la prevalencia de un lenguaje sobre otro, pero además porque el lenguaje literal remite a los valores de verdad que se le pueden atribuir a los signos cuando con el lenguaje científico se busca hacer referencia a los estados del mundo físico: esto constituye una falacia, visto el asunto, desde la perspectiva culturalista, en palabras de Eco (2000):

[U]na expresión no designa un objeto, sino que transmite un contenido cultural. [...]: los códigos, por el hecho de estar aceptados por una sociedad, constituyen un mundo cultural que no es ni actual ni posible [...]: su existencia es de orden cultural y constituye el modo como piensa y habla una sociedad [...]. (p. 102 énfasis suprimidos)

Por lo anterior, el uso de metáforas responde a la necesidad de explicar un contenido cultural y para ello se requiere de formas de representación que pueden ser alfabéticas o figurativas; entre estas formas y las de explicación se establece una relación que conforma un

código específico. En otras palabras, todo tipo de lenguaje está referido a las *formas* –de contenido y expresión– y estas, a su vez, asociadas a la aspiración de producir una significación determinada.

Aplicado esto último, tómesese un primer caso, el de la exhibición en el módulo PBO 0309 Campo magnético mediante la cual se expone el estudio de la magnetosfera terrestre. En ella se hace manifiesto lo señalado por Alonso et al. (2017) quienes aseguran que “mediante el lenguaje traducimos las cosas, la realidad, a términos y/u oraciones descriptivas” (p. 28); en efecto en el módulo se describe dicho campo a partir del texto *El traje invisible de la Tierra* como aquel que brinda protección de la radiación solar

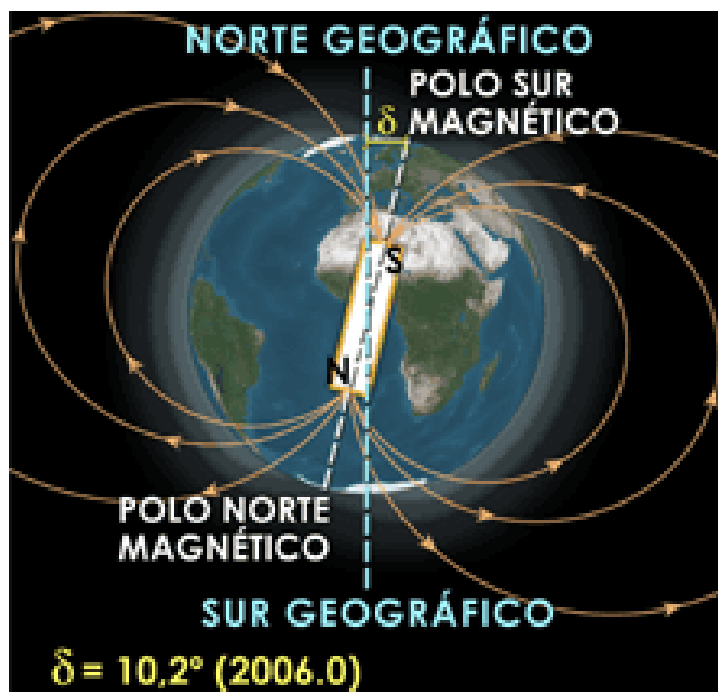
Así, pues, cuando en las ciencias geofísicas –en el modelo explicativo del magnetismo terrestre– se asegura que el planeta Tierra se comporta como un imán gigante no se está apuntando a que la Tierra sea o tenga incrustado un imán en su núcleo, así se afirma la composición del núcleo con material ferromagnético; en tal caso, lo que se está haciendo es recurrir a un símil, esto es, a una forma de representación figurativa; se tiene narración –comportarse– y metaforización –imán gigante–. De hecho, cuando los físicos hablan o escriben se refieren a modelos analógicos utilizando sistemas de metáforas conceptuales, suelen decir "X es Y" en lugar de "X es como Y" (Brookes, 2006 como se citó en Strömdahl, 2012).

Con lo anterior queda en evidencia la función que en la recodificación practicada en este módulo cumple la visualización –forma expresiva no icónica– de la interacción física entre un imán natural y las partículas de la pantalla del televisor –que se encuentra encendido y sin recibir señal por la antena–, para transmitir un contenido que se explica con base en una analogía con la causa del campo magnético terrestre, poniendo de presente la función cognoscitiva, aunque los mensajes producidos no refieran a una realidad concreta que no puede ser conocida por observación directa.

En efecto, es muy frecuente encontrar recodificaciones referidas a la causa del magnetismo terrestre haciendo del imán natural una alegoría, pues con aquella se busca representar el comportamiento magnético de ciertos materiales y sus efectos, como se muestra a continuación.

### Figura 15

*Lámina usada para expresar la declinación magnética*



*Nota.* Datos tomados de Instituto Geográfico Nacional (s.f).

Lo anterior se refuerza a través de la otra forma expresiva usada en el mismo módulo. Se trata del texto en el que se enuncia: *las brújulas funcionan porque la Tierra es un gran imán* como forma alfabética concatenada con la explicación descriptiva de las propiedades de los materiales que exhiben propiedades magnéticas. Pero lo cierto es que, a la base se encuentra una forma de contenido explicativa que sustenta la hipótesis referida a la existencia de corrientes eléctricas en el núcleo de la Tierra<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Compuesto por materiales ferromagnéticos como el hierro (Fe) que en su estado natural es sólido, pero cambia a estado líquido debido a que está sometido a temperaturas superiores a los 4.000 °C generando corrientes eléctricas en el núcleo terrestre.

Con esto último, se logra la analogía entre la causa eléctrica del magnetismo terrestre y la interacción entre campos eléctricos y magnéticos que se usan en la recodificación mediante la relación entre *formas* figurativas –visualizaciones– y *formas* abstracto/argumentativas –explicaciones basadas en analogías, como forma de contenido metafórica–; por lo que queda en evidencia la posibilidad de reconocer a estas últimas como argumentativas, pues se las usa para explicar, desvirtuando que estas tengan un carácter narrativo intrínseco, por el que a las formas metafóricas se les presupone como función retórica la de “transponer lo semejante del análogo (lo familiar y conocido) al tópico (lo desconocido y abstracto)” (Galagovsky, 2001 como se citó en Palma, 2008, p. 102).

Lo anterior encuentra aún más evidencia analizando el módulo PBO 0302 *El álbum familiar del universo* en el que mediante formas figurativas se busca transmitir un contenido que también es una nueva forma figurativa del contenido, que se ha denominado “narrativa basada en analogías”<sup>20</sup> para exponer la temática relativa a la exploración del Universo sobre cuerpos del cielo profundo, a través del desarrollo de la astrofotografía lograda con el telescopio espacial Hubble sobre nebulosas, cúmulos estelares y galaxias.

En este módulo se observó que la forma de representar es un mosaico de fotografías digitales organizado del pasado al presente y de lo simple a lo complejo y a él se recurrió para expresar una narrativa figurativa evolucionista acerca de la generación, crecimiento y transformaciones de cuerpos del cielo profundo, entre ellos las estrellas, de modo análogo a como lo hacen los organismos vivos; esta forma de explicación narrativa guarda concordancia con el

---

<sup>20</sup> Que a diferencia de las explicaciones basadas en analogías no son de carácter argumentativo sino figurativo, pues en este caso en específico se hace uso de una narrativa para representar la evolución análoga entre lo vivo y lo no vivo. Es figurativo, además, porque en el mundo natural la dicotomía entre lo vivo/lo no vivo está anclada en la capacidad adaptativa que poseen lo primero y de la cual carece lo segundo.

planteamiento del zoólogo Haeckel, según la cual la ontogenia recapitula la filogenia, y que consiste en que:

[...] los individuos a lo largo de su desarrollo –ontogenia– atraviesan una serie de estadios que corresponden, en el orden correcto, a las diferentes formas adultas de sus antepasados. En suma, cada individuo recorre en forma acelerada la escala de su propio árbol de familia –filogenia– hasta sus antepasados más remotos, [...]. (Palma, 2008, p. 62)

A mayor abundamiento, este contenido descrito de forma narrativa se refuerza a través de una forma alfabética presente en el módulo PBO 0308 cámara térmica, con el siguiente enunciado: *Los astrónomos usan mapas térmicos para estudiar el Universo como un todo, el nacimiento de estrellas, nuestra propia galaxia y las diferencias de calor en los cuerpos celestes.*

Pero de lo anterior, no se deriva que estas explicaciones se apoyen en modelos análogos para abordar algunos fenómenos o temas mediante otros que pueden ser mejor comprendidos, por tener menor nivel de abstracción y menor complejidad, al modo de transposición; antes bien, son conceptos que se toman análogos por semejanza en el campo fenoménico, como es el caso de las relaciones por analogía que se constituyen entre la propagación de ondas sonoras y el funcionamiento de los radiotelescopios, o las fotografías observadas mediante diferentes tipos de radiación –infrarroja, ultravioleta o visible– y el uso de estas frecuencias en la observación mediante telescopios; como se evidencia, la analogía por semejanza fenoménica se establece entre conceptos culturales y no refiere algún objeto empírico; en otras palabras, no se está incurriendo en alguna de los señalamientos que Eco (2000) promulga en su crítica al iconismo (p. 288), porque el vínculo entre los fónicos está codificado culturalmente y, por tanto, ese vínculo es cultural; en otras palabras, el signo icónico establecido mediante la función semiótica está relacionando formas figurativas icónicas de manera motivada por esa forma del contenido que no necesariamente es

figurativa; lo anterior se aparta totalmente de considerar el objeto empírico como una parte de la correlación cultural, ni porque se esté afirmando que los signos icónicos tienen las mismas propiedades del objeto, o porque sean análogos o semejantes al objeto, o sean motivados por este.

De lo anterior se puede inferir que la predominancia de formas de contenido argumentativas con las que se “producen y relacionan conceptos y categorías, que no cuentan, sino que explica el mundo” (Narváez, 2013, p. 47) responde satisfactoriamente a la pretensión de la astrofísica haciendo posible desarrollar explicaciones de fenómenos mediante abstracciones, como es el caso del espectro electromagnético, las representaciones cartesianas, el modelo del Big Bang, entre otras. En consecuencia, son estas las formas de explicación a las que el discurso científico queda supeditado, en su carácter trascendental y compuesto principalmente por teorías como se anotó en el análisis de las sustancias de contenido, lo que confirma lo señalado por Hjelmslev (1984) “[...] resulta claro que la sustancia depende de la forma hasta tal punto que vive exclusivamente de ella y no puede en ningún sentido decirse que tenga existencia independiente” (como se citó en Narváez, 2013, p. 48).

En cambio, la menor reiteración de formas de contenido narrativas, aquellas que cuentan las ideas con pretensión de que se parezcan a la vida real (Narváez, 2013), se justifica en la importancia de hacer uso de alusiones biográficas a Herschel y al telescopio espacial Hubble, aunque como hechos o acontecimientos ligados al desarrollo de la astronomía.

### ***5.2.2.3. Síntesis del análisis sobre las formas***

Como quedó justificado, la *forma de representación* más recurrente es la alfabético-numérica y en todos los casos referido a enunciados declarativos y no a instrucciones para el funcionamiento de dispositivos presentes en los módulos. De hecho, en la sala *La Tierra: una historia de cambios* no se incorpora ningún enunciado indicativo acerca de lo que el visitante está

llamado a realizar, porque tocar un objeto como lo es la piña de Araucaria a través de un agujero en el acrílico se estima como un acto intuitivo, que no requiere instrucciones de maniobra; en tanto que en la sala *Mirar lo Invisible* se debe a que las indicaciones están contenidas en los mismos enunciados declarativos.

Asimismo, en cuanto a los enunciados alusivos a los módulos —es decir aquellos que ayudan al visitante a identificar la temática expuesta— cabe destacar el uso de un enunciado del tipo “sabías que” en la sala *La Tierra: una historia de cambios*, lo que resulta ser evidencia de ese eslogan museal con el que se buscaba informar datos más actuales o desvirtuar creencias generalmente compartidas; estos dos rasgos aparecen en el enunciado que hace alusión a las erupciones volcánicas así: ¿Sabías que... no hay periodicidad en las erupciones; actualmente existen unos 800 volcanes activos o potencialmente activos en el mundo; los volcanes cumplen un ciclo que concluye con su extinción; el calor remanente de un volcán se manifiesta a través de aguas termales y géiseres; y cuando la lava brota de un volcán su temperatura oscila entre 900 y los 1300 °C; en contraste, este tipo de enunciados no está presente en la sala *Mirar lo Invisible*.

Acerca de las *formas de representación* figurativas, se encontró coincidencia en ambas salas en cuanto al uso de infografías como formas pseudoicónicas. En las icónicas, sin duda las fotografías de cuerpos celestes como planetas, galaxias y nebulosas, organizadas en mosaico son necesarias para explicar a los visitantes la conformación de conglomerados de materia y energía. Sin embargo, una diferencia notable reside en que en sala *La Tierra: una historia de cambios* no se hace uso de formas figurativas no icónicas como sí se hace en la sala *Mirar lo Invisible*, con las visualizaciones del tipo *como si pudiéramos ver el infrarrojo* o *como si pudiéramos ver las corrientes eléctricas causa del magnetismo terrestre*. Esto se debe a que en la primera sala

comentada todas las explicaciones son descriptivas, en cambio en la segunda se incluyeron explicaciones basadas en analogías.

De otra parte, en cuanto a las *formas de explicación*, la descriptiva de carácter argumentativo-abstracto y las narrativas descriptivas de carácter figurativo se estilan en las dos salas con notoria frecuencia; la predominancia de las primeras sobre las segundas también es otro rasgo relevante en el contraste realizado; sin embargo, el número de formas de contenido figurativas es mayor en la sala *La Tierra: una historia de cambios* si se le compara con la sala *Mirar lo Invisible*.

En suma, con lo dicho, es posible aseverar que son más las características comunes entre las dos salas que las diferencias encontradas, a pesar de que se trata de muestras localizadas en diferentes países y temporalidades también, pero orientadas a la transmisión de un contenido similar hacia un horizonte destinatario como lo son las visitas escolares y familiares.

#### ***5.2.2.4. Análisis global de la recodificación***

Los mensajes en las muestras analizadas se encuentran organizados estructuralmente en *formas* de expresión y contenido, de la siguiente manera: las primeras, en las que predominan enunciados alfabéticos y numéricos y en las segundas, con primacía de explicaciones de relaciones causales –valga decir abstracciones–; en ese tenor, la recodificación conserva las características formales de la codificación característica del conocimiento científico –*λόγος*– en tanto tipo de pensamiento que constituye, según Tamayo y Salmorán (2001) una auténtica explicación, por la cual la naturaleza queda desmitificada en la medida en que ese discurso la hace inteligible. La hace racional. Es este aspecto el que hace posible la producción de un discurso –o tipo de contenido trascendental– que en sí mismo encarna la racionalidad filosófica.

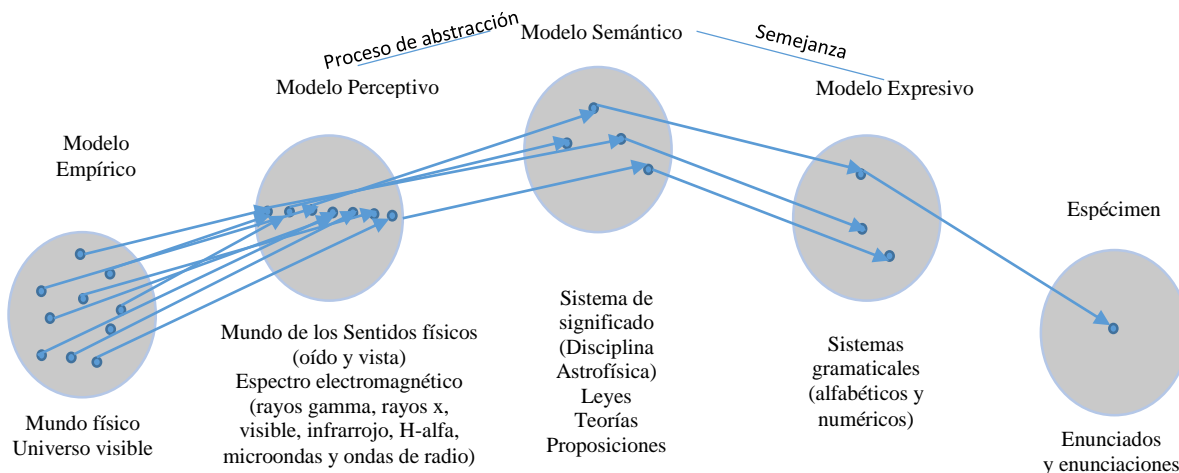
Sin embargo, aunque desde la perspectiva historiográfica se sostenga que “el pensamiento es *logos*. Es *logos* en el sentido de razón, y a la vez en el sentido de palabra. Estas dos acepciones [*sic*] del término son complementarias o recíprocas como el anverso y el reverso de una moneda, [...]” (Nicol, 1965 como se citó en Tamayo y Salmorán, 2001, p. 116), desde la perspectiva culturalista, la racionalidad no se entiende exclusiva del *logos* y por ello no constituye una dicotomía legítima respecto al mito porque éste también encierra una razón –ratio o relación–. Ciertamente es que al mito como *hieroi logoi*, o discurso sagrado para establecer las funciones de la mitología, en tanto conjunto narrativo unificado que representa, por la extensión de su campo y por su coherencia interna, un sistema de pensamiento original tan complejo y riguroso a su manera como puede serlo, en un registro diferente, la construcción de un filósofo (Vernant, 2003). La racionalidad mítica que apela a explicaciones metafísicas hace posible que la humanidad, en su diversidad cultural, haya construido una imagen consistente del orden cósmico. Como lo hace notar Campbell (2019) en el periodo de las altas civilizaciones se llega a la experiencia de un gran *tremendum* misterioso al que solo puede reverenciarse, y en la que los dioses mismos son agentes de ese gran misterio; de todos modos, dicha experiencia puede observarse aun en las ciencias, en las que las matemáticas del tiempo y el espacio son consideradas el velo a través del cual el gran misterio se muestra (Campbell, 2019).

A juzgar por lo anterior, si las *formas expresivas* predominantes en los museos de ciencias que fueron analizados están subordinadas en su carácter funcional a las *formas de explicación* – para el caso, las basadas en analogías y las descripciones–, la recodificación pone a los visitantes frente a códigos similares a los que se usan en la cultura científica, teniendo como base la racionalidad practicada en ella.

Ello permite inferir del conocimiento científico recodificado en los museos de ciencias que: “la motivación ejercida por el contenido sobre la expresión parece ser tan fuerte, que desafía, además [...], al propio concepto de función de signo como correlación codificada” (Eco, 2000, p. 282). Pues dado que ésta se establece por convención social, no es posible aceptar una predeterminación, pero sí un condicionamiento semiótico del significado sobre el significante; lo que queda justificado en el carácter gramaticalizado que asume la cultura científica encarnada en una sociedad que Eco (2000) denomina como ‘científica’, y que está “profundamente gramaticalizada sólo a nivel conceptual –sistemas científicos, clasificaciones, categorizaciones filosóficas –” (p. 218). Para mayor ilustración, se puede representar dicha motivación a través del modelo de codificación empírico como aparece en la siguiente figura:

**Figura 16**

*Proceso de codificación (empírico)*



*Nota.* Datos tomados de la adaptación del modelo de Eco (2000) presentado en Narváez (2013, p. 35).

Este modelo abstracto puede comprenderse mejor mediante un elocuente ejemplo con el que Eco (2000) ilustra esta correlación, justamente con una situación relacionada con la astronomía; en ella, apunta:

[S]i un astrónomo descubre que pequeños elefantes verdes bailan el *tip-tap* en la Luna cada vez que Capricornio entra en la órbita de Saturno, indudablemente su sistema de contenido resulta alterado por ello –y deberá reorganizar su visión del mundo–, pero su sistema de la expresión no resultará perturbado, porque las leyes del código le permiten transmitir ese nuevo estado del mundo y producir nuevas palabras, [...] para las nuevas unidades culturales que tenga que definir, dado que la redundancia del sistema expresivo le permite articular nuevos lexemas. (pp. 282-283)

Adicionalmente en el ámbito de la producción de signos, la prelación de las formas de contenido sobre las formas expresivas implica que entre los dos sistemas –el semántico y el sintáctico, respectivamente– existe *ratio difficilis*, lo que ocurre “cuando la naturaleza de la expresión va motivada por la naturaleza del contenido” (Eco, 2000, p. 276).

De todos modos, como en el mensaje científico se mostró, una relación que es unívoca entre la forma de representar el contenido y su forma de explicación implica que no haya exuberancia sino austeridad en el lenguaje; contrario a lo que sucede en otro tipo de textos, para los que resulta cierto que “cuanto más complejo es un texto, más compleja resulta la relación entre expresión y contenido” (Eco, 2000, p. 107). Esto explica que no se hayan encontrado nebulosas de contenido, sino “un sistema de contenido profundamente diferenciado, en virtud del cual a sus unidades segmentadas puedan corresponder unidades de un sistema de la expresión igualmente segmentado.” (Eco, 2000, p. 278).

Lo anteriormente argumentado autoriza a concluir, frente al primer objetivo específico de la investigación, que:

La relación entre el sistema semántico y el expresivo constituye la característica formal de la cultura científica y se encontró evidencia de que este rasgo estructural se mantiene en las

recodificaciones analizadas en los dos museos de ciencia ya referidos. Con el resultado obtenido se sugiere que el proceso de recodificación efectuado en los museos de ciencias responde al carácter gramaticalizado de la cultura científica, que en su rasgo estructural exhibe univocidad en la relación entre formas de expresión y de contenido; por la cual, además la expresión debe producirse por *ratio difficilis*, en cuyo caso “lo que motiva la organización de la expresión no es el objeto, sino el contenido cultural correspondiente a un objeto determinado” (Eco, 2000, p. 305).

Pero, además la *ratio difficilis* puede comprometer la reproducibilidad del mensaje “porque, aunque el contenido vaya expresado de algún modo, sus intérpretes no pueden analizarlo ni registrarlo” (Eco, 2000, p. 278). Cuando tal es el caso, la *ratio difficilis* debe regular operaciones de institución de código (Eco, 2000) de modo que se solvete la dificultad en la reproducibilidad de expresiones.

Con todo, resulta necesario analizar este condicionante semiótico que surge para los procesos educomunicativos en la institución museal, asunto del que se ocupa la siguiente sección.

### **5.3. Recodificación del conocimiento científico y procesos educomunicativos en los museos de ciencias**

El análisis previo hace posible reconocer que el conocimiento enseñado a través de la exhibición museal es una recodificación que mantiene gran mayoría de los rasgos estructurales de la codificación que se practica en la cultura científica y por lo cual, en sentido estricto, se puede denominar ciencia enseñada. Este ejercicio recodificador constituye el contenido de enseñanza al que se dirigen los procesos educomunicativos en los museos de ciencias, y que se caracteriza por tener una relación más fuerte entre texto y discurso, si se le compara con lo que sucede con otros mensajes como puede ser el caso de los artísticos (Eco, 1994), o en general en las culturas textualizadas; de lo anterior puede colegirse que la doble predominancia, por un lado, del discurso

trascendental sobre el situacional y por otro, de la relación motivada que posiciona el contenido sobre la expresión, trae consigo implicaciones en los procesos educomunicativos en los museos de ciencias.

De manera inicial, los resultados sugieren que la enseñanza en los museos analizados se apoya en los mensajes producidos mediante el establecimiento de una función semiótica; es a partir de la producción de mensajes que se instauran las condiciones de posibilidad para la significación, que está a la base de los procesos educomunicativos.

No obstante, posicionar algunos resultados acerca de la relación entre la recodificación en los museos de ciencias y los procesos educomunicativos que allí tienen lugar implica primero ocuparse de dos tensiones que emanan de: la museografía didáctica –con sus teorías basadas en la transposición didáctica que pretenden una adecuada asimilación de contenidos– y el diseño museográfico –con técnicas que buscan garantizar una adecuada presentación de los mismos–. Lo anterior por considerarse que desde ambas se reclama una intención de enseñanza en los museos, pero, desde perspectivas que desconocen la importancia de las formas en la transmisión cultural; en tanto que la primera se orienta a las adaptaciones de la sustancia del contenido, la segunda, lo hace hacia el manejo de las sustancias mediante las cuales el contenido es expresado.

### ***5.3.1. Procesos educomunicativos y transposición didáctica***

La función educomunicativa también está presente como objeto de investigación y práctica de la museografía didáctica, perspectiva desde la que en su quehacer se declara lo siguiente:

Los expertos, especialistas científicos, etc., de un tema utilizan, en general, un lenguaje propio para comunicarse con la propia comunidad científica, el cual no siempre es comprensible para la gente no avezada [...]. Naturalmente, ni el lenguaje ni la lógica disciplinar experta funcionan cuando lo que se quiere es llegar a horizontes destinatarios

amplios. El museógrafo debe incorporar las aportaciones del conocimiento de las ciencias referentes, complementando y adecuando cuando sea preciso para hacer comprensible el objeto de estudio al horizonte destinatario (Hernández Francesc, 2007, p. 53).

Desde esta perspectiva, el saber museal se construye como correlato del saber escolar, como aquel derivado del saber experto mediante una transposición didáctica<sup>21</sup>, por la que un contenido de saber, que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que lo harán apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza (Chevallard, 1997). Sin embargo, aun aceptando que lo anterior sea cierto en la producción del saber escolar enseñado –asunto que no compete al desarrollo de esta hipótesis– lo cierto es que, desde la perspectiva culturalista y la Teoría de los Códigos, la ciencia enseñada en los museos no puede concebirse como una traducción del llamado lenguaje científico, a la manera en que lo sustenta la perspectiva de la transposición; porque, todavía se encuentra abierto el debate en torno a la hipótesis de Quine (1968), que sustenta la indeterminación de la traducción<sup>22</sup>, y por extensión esta hipótesis ostenta la intraducibilidad que pesa sobre los lenguajes; en palabras del autor: “es posible confeccionar manuales de traducción de una lengua a otra de diferentes modos, todos compatibles con la totalidad de las disposiciones verbales y, sin embargo, todos incompatibles unos con otros” (Quine, 1986, pp. 21-22). De ello se sigue que las adaptaciones propuestas por Chevallard aplicado sobre el lenguaje científico son inconsistentes para explicar la generación de un saber escolar derivado. En efecto, el concepto de transposición didáctica al hacer referencia, justamente, a la idea de traducción (Palma, 2008) haría suponer que el lenguaje

---

<sup>21</sup> En la obra de Chevallard, según nota del editor, en el uso corriente en el español el término académico se emplea para traducir *savant*, para referirse “al ámbito de producción de este saber, a las prácticas relacionadas y a los investigadores y productores de este conocimiento. (1997, p. 11)

<sup>22</sup> Según Lukomski (2012, p. 75) “La indeterminación de la traducción en Quine, como de manera brillante aclara Gibson, tiene dos variantes. Una es *indeterminación de la intención o significado*. La segunda variante es *la indeterminación de la extensión o la indeterminación de la referencia*. Quine llama a esta segunda variedad *inescrutabilidad de la referencia o inescrutabilidad de los términos*. (Gibson, 1988, p. 149, énfasis añadidos).

científico puede trocarse generando otro que el visitante al museo pueda asimilar; sobre esta manifestación es que la museografía didáctica propugna que “entre el saber sabio y el saber enseñado se hace imprescindible una reelaboración didáctica capaz de *traducir* a niveles asequibles de divulgación los contenidos científicos o disciplinares más complejos.” (Hernández, 2007, p. 51).

De lo anterior se colige que mientras no se tome en consideración el código asociado a la gramática disciplinar, como lo sugiere la perspectiva seguida en esta investigación, no será posible la trasmisión cultural en horizontes destinatarios. En consecuencia, popularizar no consiste en modo alguno en traducir el discurso científico produciendo otro –saber enseñado–, pero en un lenguaje más familiar para los visitantes a los museos.

### ***5.3.2. Procesos educomunicativos y el diseño museográfico***

Cuando la elección de sustancias expresivas prima sobre una adecuada función semiótica que relaciona las formas estructurantes, se pone en riesgo que el visitante produzca una significación inestimable sobre la exhibición museal; de esta forma se puede incurrir en los casos en que ésta se convierte en una exposición-espectáculo, como se denomina al trabajo de profesionales de la escenografía, el escaparatismo, la didáctica y el marketing (Santacana, 2007). Cuando este es el caso, el diseño museográfico cumple una función eminentemente estética, haciendo que la instalación suplante la exposición, y con ello se desdibuje el contenido a transmitir (Santacana y Llonch, 2011).

Esta suerte de énfasis técnico en los museos de ciencias puede presentarse cuando las exhibiciones se conciben únicamente desde el juicio profesional de los diseñadores, quienes hacen prevalecer sus ideas por encima de las pretensiones divulgativas de los expertos. En este extremo,

las exposiciones pueden convertirse simplemente en experiencias estéticas sin objetivo científico, desvinculadas del objeto de exposición (Hernández, 2007).

Tal situación resulta ser cuando los diseñadores eligen producir preferentemente una exhibición con novedades científicas de manera lúdica, festiva, estética y alejada de la ciencia, entendida esta como una realidad alejada de la gratificación y demasiado pesada para despertar en el público no especializado algún interés (Hernández, 1998). En tal caso, los procesos educacionales se truncan, pues no hay transmisión del mensaje científico, visto en términos semióticos, aunque incluso el público perciba que ha sido informado. Ciertamente es que:

[...] una exposición es en esencia un acto comunicativo en el cual se expone una determinada visión sobre un objeto de estudio a partir del cual ciencias o disciplinas han generado unos saberes. El estructurante es sin duda un acto o intención comunicativa en torno de los saberes generados por ciencias o disciplinas. Una exposición no es una instalación. (Hernández, 2007, p. 52)

Adicionalmente, esta manera de entender las prácticas de musealización encuentra respaldo en el campo investigativo de la educación en museos. Así se muestra en el estudio de Mello et al. (2023) realizado en el renombrado *Museo Galileo* en Florencia, específicamente en la sala denominada el *movimiento de los cuerpos*, que recibe visitas sin intervención de educadores de museo; según los investigadores, la aplicación del concepto denominado ergonomía cognitiva es fundamental cuando se busca favorecer “la comprensión y comunicación de forma más cómoda y eficaz. En este sentido, la atención se dirige a comprender la percepción humana y cómo las personas interactúan con su entorno y lo comprenden.” (Mello et al., 2023, p. 1200). Con base en dicho concepto, luego de obtenidos los resultados específicamente sobre uno de los módulos: a saber, un planetario mecánico no participativo que ilustra los modelos cosmológicos de Ptolomeo

y Eudoxo, los investigadores recomiendan lo siguiente, buscando evitar el reconocimiento equívoco de los cuerpos celestes y corregir los errores en la apropiación del conocimiento acerca del movimiento retrógrado:

[...] cambiar los colores de las esferas y agregar texturas similares a planetas para mejorar el reconocimiento y comprensión. En el Sistema de Eudoxo, sería posible cambiar el globo naranja a una visualización de la Tierra más reconocible, complementando el color azul con dibujos de continentes. De esa forma sería más intuitivo. La otra esfera podría estar representada por un planeta más reconocible, como Saturno, con sus anillos alrededor y explicando que este planeta es un ejemplo de cualquier planeta del Sistema Solar. (Mello et al., 2023, p. 1213)

De modo complementario, siguiendo con el concepto ergonómico enfatizan en la importancia de resaltar las palabras más significativas: en este caso el movimiento retrógrado, en el texto de apoyo en las paredes (Mello et al., 2023).

De lo anterior es posible inferir que, tales soluciones técnicas por sí mismas no aseguran la transmisión cultural porque se desligan del aspecto formal que, en este caso, correspondería a un modelo explicativo abstracto y un medio expositivo figurativo como lo es la maqueta. Por el contrario, se está sugiriendo que mediante un reconocimiento intuitivo e inmediato de los cuerpos celestes –en una forma figurativa como lo es una maqueta– se resuelve la exigencia de hacer inteligible el movimiento aparente de los cuerpos celestes; lo que puede juzgarse como una conclusión ingenua debido al carácter contra fáctico del movimiento retrógrado. En suma, poca efectividad tendría solamente considerar la modificación de la sustancia expresiva y, por lo tanto, dicha teoría se agota en la pretensión de ayudar e inspirar a futuros diseñadores de exposiciones

científicas; por ejemplo, en el desarrollo de maquetas científicas o exposiciones en un entorno museístico (Mello et al., 2023).

Lo anteriormente argumentado autoriza a concluir, frente al segundo objetivo específico de la investigación:

En primer término, el posicionamiento de la categoría recodificación engloba y resemantiza la transposición didáctica para analizar la producción de la ciencia museal enseñada, al estar sustentada en la generación de una función semiótica que conserva las principales características formales del lenguaje científico como son, de una parte, la “integración sinérgica de palabras, diagramas, imágenes, gráficos, mapas, ecuaciones, tablas, diagramas y otras formas de expresión visual y matemática” (Lemke, 1998, p. 6), y de otra, las formas de razonamiento científico – descriptivas y explicativas del mundo físico.

En segundo término, la univocidad implica, en el ámbito de los museos de ciencias analizados, que los destinatarios en los procesos educomunicativos tendrán como posibilidad para la interpretación directamente aquello que los emisores proponen a través de la exhibición; lo anterior, como quedó en evidencia, se debe a dos condicionantes semióticos: en primer lugar, porque la recodificación mantiene, grosso modo, las características de la cultura científica que se reconoce como una cultura gramaticalizada, y en segundo lugar, debido a la *ratio difficilis* que se impone a la reproducción de signos científicos; para efectos de lograr procesos educomunicativos efectivos en el sentido de propiciar prácticas de transmisión simbólica, la exhibición encarna tales condicionamientos para la descodificación de los mensajes que compete a los destinatarios.

En otras palabras, la significación unívoca se extiende al ámbito de la producción de expresiones regidas por *ratio difficilis*; por la cual tanto las posibilidades de denotación como de connotación para los receptores adquieren la estabilidad como característica, pues esta “concierno

a la fuerza de la convención codificadora” (Eco, 2000, p. 95). De ello se sigue que, para los mensajes científicos a diferencia de otros, no se cumpla la siguiente estipulación: “cuanto más abierto está el mensaje a diferentes descodificaciones, tanto más influenciada está la selección del código y de sus subcódigos por las predisposiciones ideológicas del destinatario, además de las circunstancias de la comunicación”. (Eco, 1989, p. 156).

Por último, la educomunicación en los museos de ciencias se entiende como mediática siendo el saber museal producido mediante la recodificación, a partir de formas de representación figurativas –icónicas, pseudoicónicas y no icónicas– y también formas expresivas alfabéticas, todas ellas supeditadas a formas de contenido “analítico, categorial y argumentativo–” (Narváez, 2004, pp. 99-100). Por lo que, con dichos procesos se considera que los Museos del Espacio y de La Plata cuentan con las condiciones de posibilidad para favorecer la consolidación de los dominios cognitivos y conceptuales de los visitantes, además de actitudes científicas, como es el caso de la curiosidad. Esta manera de enseñar la ciencia museal es un modo de hacer alfabetización científica, aquella que se expresa cuando los estudiantes saben usar el código y adjuntar símbolos disponibles de forma abstracta a cosas o circunstancias y, por lo tanto, postular algo sobre ellas (Sewell, 1999, como se citó en Brady, 2017).

Estos hallazgos contribuyen a refutar uno de los hallazgos preliminares en el estado del arte realizado para esta investigación (Gómez, 2022, p. 273) cuando se sostiene que el potencial de los museos de ciencias se concentra en los aspectos actitudinales y motivacionales de los ciudadanos, por sobre el aprendizaje conceptual de los contenidos en ciencias y/o al desarrollo cognitivo (Allard, 1999; Gardner, 1994; Mitcham, 1989; Scrive, 1989 como se citó en Segarra et al. (2008).

Los anteriores resultados pueden ser orientadores en futuros procesos de renovación de las museografías; como por ejemplo sucede con en la renovación que se espera completar durante el

año 2023 en una de las instituciones y que está justificada en los cambios de tendencia disciplinar –sustancia del contenido–, dada la necesidad de fortalecer y actualizar la mirada que se construye sobre el universo y sobre nuestra interacción con él (Planetario de Bogotá, 2020).

#### **5.4. Implicancias de la mediatización educativa en los procesos educomunicativos**

Los escenarios educativos no convencionales han venido transformándose; tal es el caso de los museos, que han pasado de la versión decimonónica hasta los actuales fuertemente permeados por las TIC, bajo la demanda de compromiso con la función de diseminadores del conocimiento (Gómez, 2022), originando diferentes nexos entre exhibiciones y visitantes, siendo los instrumentos que proporcionan los desarrollos tecnológicos la clave para acercarse a los públicos (Castellanos, 2006).

Asimismo, en el espacio museal tales desarrollos tienen lugar a través de salas de proyección, aplicaciones ubicuas o interactivas de varios tipos (Antoine, 2013) lo que se traduce en el marcado aumento de la interactividad vinculada a la experiencia del visitante y mediante la cual se provoca la conversación del visitante desde emociones inteligibles (Wagensberg, 2001, como se citó en Massarani et al., 2019a).

Por lo que los dispositivos tecnológicos –presentes o ausentes– siguen estando asociados a la interactividad, lo que, a su vez, determina el nivel de modernización de los museos en su intento por establecer vínculos con horizontes destinatarios más amplios, quienes son los usuarios últimos de la exposición; de esta manera, tales circunstancias extra semióticas influyen en el lenguaje expositivo y los recursos museográficos, cuando se asume de este modo el impulso democratizador de la cultura y la incorporación de la cultura al mercado, características propias de la sociedad contemporánea (Hernández, 2007). Aunque, como lo señala el autor:

La cultura ha penetrado en los circuitos del mercado y cualquier iniciativa cultural debe tender a la rentabilidad [...]. El término rentabilidad, naturalmente, no debe entenderse sólo a nivel económico, ya que existen rentabilidades políticas y sociales que justifican sobradamente determinadas inversiones. (Hernández, 2007, p. 53-54)

Así pues, pueden comprenderse los cambios que desde hace varios años vienen ocurriendo en el Museo del Espacio encauzados a “seguir fortaleciendo su interacción con los visitantes contemplando el enfoque diferencial” (Planetario de Bogotá, 2020).

Sin embargo, esta apertura hacia horizontes destinatarios más amplios hace que la educación en los museos de ciencias se vea forzada por mecanismos de mediatización que consisten en la “tecnificación o a la industrialización, en términos técnicos [...] de la cultura” (Narváez, 2013, p. 341). Entonces, en tal caso, “el problema ya no es de producción de contenido sino de reproducción técnica, no es de sustancias de contenido, sino de sustancias de expresión” (Moreno, 2018, p. 153).

Este proceso modernizador, siguiendo lo dicho por Roncancio (2010) puede representar cambios en las sustancias expresivas, en cuanto al paso de medios analógicos a medios digitales; el paso de interacción cara a cara a la interactividad; el paso de la palabra oral y escrita a la imagen –incluyendo la imagen de la palabra que es el audiovisual– [...] (como se citó en Narváez-Montoya, 2019, p. 12).

De este modo, reiterando los resultados obtenidos, tanto en el Museo del Espacio como en el Museo de La Plata, que ponen en evidencia la predominancia de sustancias analógicas sobre las digitales, dada la sobresaliente cantidad de paneles impresos en papel, se arroja evidencia acerca de la alta tendencia hacia la reproducción tipográfica y baja en la reproducción electrónica; lo que no niega la presencia e importancia de las pantallas digitales en el uso que tienen en la actual

exhibición de estos museos. Sin embargo, como se logró demostrar, las definiciones de las sustancias están articuladas a las formas de expresión y éstas, a su vez, supeditadas a las de contenido; por lo que se reafirma la vigencia de las exhibiciones museales por cuanto se encontró que estas favorecen la consolidación de los dominios cognitivos y conceptuales en aquellos visitantes que se encuentran encaminados a la adquisición del código, mediante el cual se recodifica el conocimiento de las ciencias presente en ambas instituciones.

Pese a ello, en algunas instituciones museales se contribuye a sostener la creencia según la cual a falta de modernización en las técnicas museales sobreviene la caducidad de las exhibiciones; en el caso del Museo del Espacio ha sido esta la razón para considerar que:

Los museos de los planetarios se han considerado un complemento perfecto e indispensable desde tiempo atrás, pero, [...] tienen una vigencia aproximada de cinco a ocho años ya que su función es enlazar los contenidos del escenario con las experiencias mencionadas anteriormente, razón por la cual se hace oportuna su renovación. (Planetario de Bogotá, 2020)

Sin embargo, conviene tomar en consideración la poca influencia que, se presume, ejerció el modelo de museo interactivo preconizado por el Exploratorium de San Francisco y el Ontario Science Center de Toronto sobre las muestras museales analizadas, como sí la tuvieron otras instituciones museales y centros de ciencias; sobre la primera institución modelo se afirma que, además de ser pionera en concebir e implementar exhibiciones prácticas:

[...] se ha convertido en el modelo estándar de aprendizaje de los museos de ciencias. El énfasis estaba en brindarles a los visitantes una experiencia directa con los fenómenos naturales, físicos y tecnológicos, bajo el supuesto de que estos les permitirían desarrollar

la confianza y las habilidades para comprender el mundo que les rodea. (Allen, 2004, p. 19).

Lo cierto es que, en breve, esta modalidad interactiva fue adoptada por muchos museos en Latinoamérica, entre otros el Museo de Caracas, Maloka, el Museo de la Ciencia y el Juego y el Explora de Colombia, el Abremate en Argentina, el Museu da Vida en Brasil y el Universum de México y muchísimos más que han surgido en los últimos 30 años. (Sánchez-Mora, 2022, p. 3)

La anterior inferencia ayuda a evidenciar que algunos museos de ciencia se han diseñado a partir de la reproducción técnica del modelo estándar, entendiendo por ella “la posibilidad de reproducir, a partir de un modelo único, de un prototipo, un infinito número de copias de un mensaje o producto cultural, todas iguales al original y, por consiguiente, inmunes a la manipulación individual” (Narváez, 2013, p. 341).

A continuación, se describirá cómo en los museos de ciencias analizados ha tenido lugar la mediatización en el horizonte misional, para luego establecer las principales implicaciones para los procesos educomunicativos.

#### ***5.4.1. Caracterización de la museografía didáctica***

El Museo de La Plata data de 1888. Según información que suministra la institución:

Las primeras colecciones fueron donadas por el naturalista Francisco Pascasio Moreno, fundador y primer director del Museo. Se incrementaron gracias a los viajes de exploración realizados por naturalistas viajeros convocados a trabajar en la institución en sus primeras décadas; a compras, donaciones e intercambios con otras instituciones; y a los viajes de campaña que realizan sus investigadores y técnicos. En la actualidad alcanzan alrededor de 4 millones de piezas y ejemplares, la mayoría procedentes de la Argentina y de otros países sudamericanos (Museo de la Plata, 2020).

En lo que respecta a la sala La Tierra: Una historia de cambios, la actual exhibición museal data del año 2002. Como sostiene la entonces directora de la entidad Silvia Ametrano, “la remodelación de la sala fue el resultado práctico de un seminario de entrenamiento para personal técnico de museos de ciencias naturales [...] conducido por los especialistas [...] de la *Smithsonian Institution* de Washington” (Museo de La Plata, s.f.). Por demás, no se conoce que esta sala, en específico, haya tenido cambios a lo largo de las dos décadas en que ha estado en funcionamiento; razón por la cual el siguiente análisis se concentrará en el Museo del Espacio, pues esta muestra ha pasado por un proceso modernizador moderadamente documentado.

El Museo del Espacio fue concebido en el marco de la renovación general del Planetario de Bogotá, llevada a cabo en 2013 y ha conservado –grosso modo– la museografía diseñada desde entonces, con algunos cambios que se detallan a continuación. Según el testimonio de un divulgador con trayectoria en la institución, de la exhibición original del año 2013 solamente se ha suprimido el módulo que contenía seis televisores a través de los cuales se proyectaba una discusión entre igual número de científicos precursores de la explicación científica acerca de la evolución del universo durante los siglos XVII y XVIII; salvo esta modificación, durante los primeros seis años, aproximadamente, el Museo del Espacio mantuvo su exhibición original como soporte para los recorridos, rutas y conversaciones tanto para grupos como para visitas escolares. En ese largo periodo se incorporaron a la exhibición algunos objetos museales aportados por la Fuerza Aérea Colombiana y el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez.

Los paneles –escritos en lengua castellana e inglesa– tienen textos para el entendimiento de los visitantes y sin excepción se incluyeron las referencias académicas que sustentan las citas allí plasmadas. En la mayoría de los casos *se usaban para informar acerca del funcionamiento de los elementos y dispositivos, que, aunque no eran autocontenidos, a pesar de eso tratábamos de*

*estar pendiente pero la gente se podía apoyar en las instrucciones puestas en los habladores.* (Entrevistado 1, comunicado personal, 2022). De esta manera, los mensajes, si bien incluyen instrucciones para el funcionamiento, en el fondo, indican al visitante lo necesario para la interacción con el módulo que representa un tema o fenómeno natural, y para ello, es necesario incluir la instrucción para operar los dispositivos, principalmente en aquellas sustancias interactivas; después de todo, el interés y la participación más profunda en la actividad del museo se concentra en la comunicación y lectura de las etiquetas, y no principalmente en que los visitantes visualicen videos e interactúen con pantallas digitales (Serrell, 2015 como se citó en Mello et al, 2023).

Un primer aspecto a considerar es la presencia de sustancias expresivas interactivas en la museografía de la sala *Mirar lo Invisible*, en la que se identificaron un total de seis en diez módulos y aunque éstas en número pueden dar la apariencia de saturación, lo cierto es que no hay más de una sustancia interactiva por cada módulo, mientras que la interactividad a lo sumo llega a nivel medio en la mitad de las sustancias, tomando como base la escala propuesta por Wagensberg (2006) que establece como nivel bajo el *hands on* o acción manual; el nivel medio el *minds on* y nivel alto el *heart on*. Siguiendo al autor, estos niveles de interactividad establecen extremos entre un mínimo en el que la puesta en marcha de una experiencia tiene una solución única, y un máximo, que, por el contrario, se presenta cuando el usuario controla el mayor número de grados de libertad del fenómeno en cuestión (Wagensberg, 2000).

La siguiente tabla resume lo encontrado.

**Tabla 11**

*Descripción de sustancias interactivas sala tres*

Módulo	Sustancia	Nivel de interactividad
PBO 0302 El álbum familiar del universo	Digital, pantalla táctil	Medio. El usuario puede manipular el dispositivo cuando selecciona alguna de las 110 fotografías de nebulosas, cúmulos estelares y galaxias que componen el mosaico.
PBO 0303 El radiotelescopio	Analógica, cuerpos parabólicos y cóncavos en fibra de vidrio	Medio Un visitante emite un sonido en el centro de uno de los cuerpos (amplificador) para que otro visitante pueda escuchar en el otro (antena receptora). Si hay visitantes en el trayecto de la onda sonora, la señal no podrá ser percibida.
PBO 0304 Fluorescencia y nebulosas	Analógico, fotografías impresas en papel sobre retablos, dos bombillas con diferente emisión de luz.	Bajo El visitante puede seleccionar entre dos tipos de luz (visible y ultravioleta) para observar las fotografías.
PBO 0308 Cámara térmica	Digital Televisor + cámara térmica + dos placas metálicas (sensores) + una placa acrílica y una placa aluminio	Media La persona se ubica frente al dispositivo y pone sus manos sobre las placas metálicas, visualiza la imagen en el televisor y compara las partes más frías y más calientes del cuerpo, siguiendo los índices de temperatura. Otra persona puede interponer, entre el usuario y el dispositivo,

		una placa de acetato que es traslúcido a la luz visible pero no al infrarrojo. También puede hacerse con una placa de aluminio con resultados similares para la luz visible e infrarroja.
PBO 0309 Campo magnético	Analógica Televisor de tecnología rayos catódicos	Bajo el visitante observa la interacción entre un campo magnético y partículas de la pantalla del televisor encendido y con interferencia
PBO0310 Cielo de todos los colores	Digital Pantalla planta	Media el visitante manipula un total de 7 perillas que están asociadas a una franja del espectro electromagnético. En cada una de las opciones además puede cambiar la intensidad de la imagen que reproduce la pantalla.
Seis dispositivos interactivos	Tres digitales y tres analógicas	Cuatro de media interactividad y dos de baja interactividad

*Nota.* Elaboración propia.

De esta manera, la mayor o menor presencia de sustancias interactivas, así como el nivel de interactividad es evidencia de la mediatización en los museos de ciencias como cuando se concibe que “el «objeto-interactivo», [...] capaz de relacionarse con las personas [...]. Aquél deja de presentarse como un objeto-signo que es portador de diversos significados para convertirse en un elemento activo y hacer de interlocutor con el usuario [...]” (Hernández, 1998, p. 58)

Desde esta perspectiva teórica, la sustancia interactiva es parte del sistema expresivo como cualquier otro objeto-signo; así resulta ser para la museología de la idea, cuando en lugar de

prescindir de los objetos, éstos son considerados como elementos que han de estar al servicio de la idea o del mensaje que se desea transmitir (Davallon et al., 1992).

Un segundo aspecto lo constituyen las intervenciones que datan del año 2019. Estas quedan justificadas, según el testimonio del divulgador entrevistado, en la progresiva articulación entre los procesos educomunicativos del Museo del Espacio y el Domo. Al respecto, en cuanto a los módulos, el cambio más significativo ha sido la incorporación de algunos dispositivos que proyectan videos según la necesidad expositiva. En cuanto a los paneles han venido siendo modificados por necesidades de exposiciones temporales, guardando la tipografía original; por lo general, *los escribía alguien de la línea intentando mantener más o menos el mismo estilo usado en los anteriores, es decir, escritos de manera clara y concreta.* (Entrevistado 1, comunicado personal, 2022). Para el caso de exposiciones permanentes, los habladores de la sala 4, por ejemplo, *fueron elaborados por pocas personas con el propósito de atender el cambio en un dispositivo, pero no hubo una discusión de fondo en el equipo misional.* (Entrevistado 1, comunicado personal, 2022).

No obstante, estos cambios no implican un esfuerzo revelador tendiente a la modernización del Museo que lleve a afirmar que se han adoptado técnicas de digitalización electrónica o aumento de sustancias interactivas; de todos modos, se han llevado a cabo exiguos intentos por mediatizar algunos contenidos, debido a que los módulos requieren percepción visual, y por ello, restringen a personas en condición de ceguera o con baja visión; para ello, las adaptaciones, que son de carácter técnico, no resuelven por sí solas las necesidades de algunos usuarios haciéndose necesaria la mediación que realizan los educadores de museos en su interacción con el público, puesto que, para la institución “es relevante que las personas se puedan aproximar al museo sin ningún tipo de

limitación y en el enfoque diferencial incluye [...] personas en situación de discapacidad”. (Planetario de Bogotá, 2020).

Esta tendencia puede ser explicada como consecuencia de las metas de cobertura demandadas por políticas del sector y lo que:

[E]xige, [...] cada vez más, que cualquier gran inversión repercuta directamente en el máximo de personas. Obviamente, para que esa repercusión sea efectiva se necesitan acciones museográficas basadas en la comprensividad; es decir, es necesario desarrollar intervenciones que permitan que el máximo número de personas comprendan los conocimientos, contenidos, mensajes, etcétera, que se quieren dar a conocer mediante la exposición o intervención. (Hernández, 2007, p. 54)

No obstante, la mediatización, que es una operación a nivel de las sustancias expresivas, no resuelve los impedimentos en la transmisión cultural, pues, aunque se disponga de un sistema transmisor “auditivo para recibirla; pero si no se conoce el código, [...], ningún sonido, aunque se transmita a través del más sofisticado aparato, será significativo; por consiguiente, no será mensaje sino sólo una señal” (Narváez, 2010, p. 11), lo que aplica de igual forma, si se tratara de un sistema táctil.

Con lo anterior se han descrito los desarrollos asociados a la mediatización en uno de los museos de ciencias analizados, debido a que en este se han atendido, hasta cierto punto, las demandas de modernización y, además, fue posible documentar los cambios realizados en un periodo de tiempo. En la siguiente sección se analiza la influencia que estas modificaciones traen a los procesos educomunicativos.

#### 5.4.2. *La Mediatización y la educomunicación en los museos de ciencias*

El análisis anterior muestra la prevalencia del aspecto técnico en la musealización de un objeto cultural y la manera en que, en específico, éste ha trazado el rumbo de la mediatización de educativa en el Museo del Espacio; estos resultados permiten dirigir la mirada hacia las implicaciones en los procesos educomunicativos, al estar los museos de ciencias constituidos a la manera de un medio educativo.

Como se mostró, la prevalencia de las técnicas que exhiben algunas posturas museográficas e investigativas, situadas en la importancia de tener en cuenta el horizonte destinatario, son una expresión más de la tendencia desde la cual:

Se otorga a los medios de información (sustancias expresivas) condiciones o posibilidades que son propias de las sustancias y las formas de contenido. Es decir, [...] se privilegia el lugar de la técnica sobre las formas y las sustancias de contenido y las formas expresivas, o sea la codificación en sentido estricto. (Moreno, 2018, p. 82)

Con todo, en la exhibición del Museo del Espacio se evidenció un uso adecuado de las sustancias expresivas en concordancia con la relación establecida en el ejercicio recodificador; lo que resulta fundamental en el despliegue del modelo constructivista en los procesos educomunicativos en los museos de ciencias. Al respecto, en el caso del *Exploratorium*, Allen (2004) sostiene:

Aunque el modelo educativo de Oppenheimer era complejo y *no prescriptivo*, la base de su enfoque de las exhibiciones, [...] intentaba presentar al alumno una experiencia problemática de la que él/ella podría realizar una *investigación genuina*. También es compatible con la noción piagetiana de desequilibrio como impulsor del aprendizaje a través del *cambio de los esquemas de conocimiento existente*. (p. 19)

Los anteriores son argumentos necesarios para comprender las razones que llevaron a que, en el Museo del Espacio, en la organización museográfica original no haya contemplado la mediación entendida como agente de interacción entre la exposición y el visitante, por lo que, se le endosa a este último “un papel muy activo como aprendiz: experimentando, formulando hipótesis, interpretando y sacando conclusiones” (Allen, 2004, p. 20). A fin de cuentas, desde este modelo educativo, los museos de ciencias comparten la característica del museo de arte moderno que “ya no exige una visita «guiada», sino que el visitante tiene acceso directo a las obras sin que sea necesario ningún intermediario” (Hernández, 1998, p. 27).

Pero lo cierto es que la mediación ha generado controversias en algunos museos, como es el caso del Museo del Espacio; en este, se ha debatido por qué se opta por tener mediadores, si el museo debería poder funcionar sin guías, según como fue originalmente concebido bajo el modelo constructivista adoptado.

Si bien una parte de los visitantes puede haber adquirido la competencia necesaria frente a la “cultura letrada, en la que tanto productores como consumidores requieren formación especializada, típicamente, aprender a leer y a escribir, además de las competencias de pensamiento que exige la lectura.” (Frith, 2000, pp. 204-205, como se citó en Narváez, 2013, p. 12), lo que sucede, según el testimonio consultado, es que a las personas les gusta mucho que les cuenten, que se les indique cómo funciona, al colombiano le gusta que le conversen, hablar desde sus experiencias y relacionarlo con lo que pasaba en el dispositivo; por ejemplo, de lo cotidiano de la gente de aquí: de la luna y el corte del pelo, del Almanaque Bristol, del cultivo y corte de las cosechas. En cambio, en Estados Unidos en el Exploratorium no hay mediación, no hay interacción directa con un mediador. Aquí, la gente exige que la traten, sentirse atendidos, y dicen: “quien me atiende, quien me guía, yo pagué por un servicio”. Muy idiosincrático. La gente prefiere estar en

un grupo en el que se siente atendido. No me han contado nada, ¡reclaman! (Entrevistado 1, comunicado personal, 2022).

El testimonio deja entrever la familiaridad que el público lego muestra hacia los discursos situacionales, aunque el Museo se esfuerce por construir y transmitir un relato sobre temas o fenómenos trascendentales; de allí que los procesos educomunicativos en los museos de ciencias encuentren un desafío a considerar en cuanto a cómo aquilatar y aprovechar, en públicos cada vez más amplios y heterogéneos, sus conocimientos previos, y actitud de indagación sugerida, pero sobre todo su mayor o menor capacidad de recepción efectiva, pues:

Para que un mensaje pueda llegar a su destinatario [...], a través de canales adecuados, aquél ha de realizar un proceso de [...] decodificación que presupone la existencia de un código o conjunto de reglas que hacen posible la reconversión de los mensajes.” (Sebeok, 1996, p. 25 como se citó en Hernández, 1998, p. 32).

Lo anteriormente argumentado autoriza a concluir, frente a este tercer objetivo específico de la investigación, que: la incorporación de horizontes destinatarios más amplios en los museos de ciencias ha impulsado los procesos de modernización, amparando así una consigna democratizadora de la cultura científica; sin embargo, las modificaciones practicadas a la museografía del Museo del Espacio corresponden al aspecto técnico y, por tanto, no buscan intervenir el aspecto formal de la exhibición en el que se sostiene la recodificación. En los cambios realizados en década de funcionamiento no se encontró evidencia suficiente que permita asegurar un proceso consistente de modernización en el Museo del Espacio; al contrario, esta institución incorporó la figura del educador de museos, favoreciendo a los visitantes que presentan limitaciones en la percepción visual, de cara a la aproximación del contenido científico.

A su vez, el modelo educativo constructivista que orienta los procesos educomunicativos encuentra respaldo en la organización museográfica. Se comprende así que la educomunicación mediática que ofrecen los museos de ciencias queda justificada, en su aspecto técnico, en la cultura mediatizada pues dicha organización está concebida de tal forma que la comunicación pueda lograrse sin interacción directa entre el visitante y los educadores de museos.

Sin embargo, dado que el horizonte destinatario tiende a ampliarse y con ello a hacerse más heterogéneo, en cuanto a su competencia frente al dominio del código, la alternativa parece ser el rol mediador de los educadores de museo, en vías de garantizar la recepción de los mensajes. Consecuentemente con la perspectiva culturalista, en la siguiente sección se analizan las condiciones más favorables para una adecuada recepción de los mensajes; además, se ofrece una valoración del proyecto pedagógico de los museos de ciencias en cuanto a la apropiación de conocimiento.

### **5.5. Transmisión cultural en los museos de ciencias: contribuciones a la apropiación del conocimiento científico**

Al carácter histórico de la enseñanza se debe la complejización de las tareas ligadas a dicha actividad y la diversificación de sus ámbitos (Cols, 2007) justificándose así el papel cultural de las exhibiciones museales que buscan transmitir el contenido científico. Por ello, un posicionamiento pedagógico respecto de decisiones que atañen al para qué, para quiénes y qué enseñamos puede promover mayor o menor posibilidad de apropiación del conocimiento científico (Cordero y Dumrauf, 2017), pero incluso más importante es comprender que dicha apropiación envuelve la alfabetización vista en su sentido fundamental como adquisición de los códigos.

En el presente acápite, desembocando en el último objetivo de la investigación, se analizará la pertinencia de esta premisa en escenarios educativos no convencionales, como es el caso de los

museos de ciencias, situando el orden de la discusión en la relación pragmática entre emisor y destinatario de los mensajes que componen las exhibiciones en museos de ciencias. En otras palabras, se trata de justificar la manera en que los procesos educomunicativos en dichas instituciones aportan a la consolidación del conocimiento en los visitantes, cuando estos se motivan a hacer suyas preguntas como: ¿el universo es tal cual como lo vemos? ¿cuál es la teoría que mejor explica su evolución? ¿cuál es la historia de evolución de una estrella? ¿cómo está compuesta químicamente? ¿cómo se formaron los cuerpos celestes? ¿hay planetas como el nuestro en otros sistemas?

Para ello, manteniendo distancia con la larga tradición de estudios centrados en el aprendizaje de los visitantes en los museos de ciencias –de marcado enfoque psicológico o social–, se tomó la enseñanza –objeto selecto de didactas– para ubicar en él la importancia de la transmisión cultural y desde allí emitir una valoración con miras a favorecer la apropiación del conocimiento.

A continuación, se desarrollan los principales argumentos acerca del lugar que ocupan los saberes previos y la importancia didáctica de los mensajes museales en su carácter de lenguaje científico.

### ***5.5.1. Los saberes previos y la apropiación del conocimiento científico***

En el ámbito museal, la exhibición contiene ese *nosotros* que se pronuncia frente a los saberes previos de los visitantes, y su significado didáctico al determinar, también, las características que les atribuimos frente a la descodificación de los mensajes que les son transmitidos. Respecto del rol que juegan los saberes previos, según Mortimer (1996) hay consenso en dos aspectos esenciales:

[...] el que indica que el aprendizaje se produce a través del compromiso activo por parte del alumnado en la construcción del conocimiento. El otro [...] que las ideas previas juegan un rol fundamental en el proceso de aprendizaje y que aprender es posible sólo sobre la base de lo que ya se conoce. (como se citó en Cordero y Dumrauf, 2017, p. 7).

Entonces, es necesario interrogar el origen de las ideas previas que tienen los visitantes al museo, asunto a considerar en la educación mediática.

Al respecto y referido a la educación escolar, Pozo (1996) plantea que las ideas previas de los estudiantes deberían tener un tratamiento curricular, de modo que éstas se puedan integrar en estructuras de conocimientos más próximas a las teorías científicas. Desde esta perspectiva psicológica y siguiendo al autor se establecen tres posibles orígenes de ideas previas que corresponden a tres formas de adquisición de saberes previos, a saber: el primero, llamado origen sensorial mediante el cual se construyen *concepciones espontáneas* basadas en reglas de inferencia causal; el segundo denominado origen cultural con el que se forman *concepciones sociales*; y, por último, el origen escolar en el que se generan *concepciones analógicas* (Pozo, 1996).

Antes bien, desde la perspectiva culturalista, las tres fuentes de saberes previos están enmarcadas en lo social y cultural, por lo que tomar en cuenta dichas concepciones como presupuesto para la enseñanza del conjunto de significados científicos implica considerar en qué consiste una propuesta integradora de los sistemas culturales de los que provienen dichos saberes previos.

Entonces, sorteando el *error didáctico* que señala Pozo cuando el conocimiento científico se presenta de modo indiferenciado con otras formas de saber y cuya “consecuencia más directa es una incompreensión de la propia naturaleza del discurso científico, al confundirlo y mezclarlo con su conocimiento sensorial y social.” (Pozo, 1996, p. 4), es posible reconocer que gran mayoría

de los saberes previos tienen origen en la experiencia sensorial mediante la cual se da cuenta del mundo físico, gracias a las posibilidades asociadas a la interacción de la materia con la luz visible; entonces, nuevas formas de observación basadas en otros rangos del espectro electromagnético y sobre fenómenos que están más allá del mesocosmos, constituyen una oportunidad para la apropiación de nuevo conocimiento. Ello, pudiendo entrar en tensión con los saberes previos cuando se revela el aspecto aparente de la realidad –relativo al espectro de luz con que se observe– y también el carácter contra fáctico de la experiencia inteligible.

De esta manera, la integración del conocimiento científico con los saberes previos presupone tensiones como las señaladas, de allí que resulte clave la comprensión acerca del sistema de conocimiento científico claramente diferenciado del intuitivo, que es el que se implementa para organizar la experiencia sensorial en el mundo cotidiano. Así, la apropiación de nuevo conocimiento requiere que la enseñanza se conciba más allá de mantener o cambiar los saberes previos, de lo que se trata es de ofrecer a los visitantes una práctica de significación al “proporcionarles modelos o teorías alternativos [...], haciéndoles reflexionar sobre los diferentes niveles de análisis del mundo en el que vivimos.” (Pozo, 1996, p. 4).

De otra parte, el contenido expresado en la exhibición de los museos de ciencias constituye uno de los elementos para un análisis didáctico; en efecto, se reconoce al objeto de conocimiento como polo de la tríada didáctica (Herbart, 1939). Tomando en referencia el modelo del autor, son cuatro las etapas necesarias para la adquisición de las ideas; la primera etapa nominada como demostración del objeto se concentra en la manera clara en que ha de presentarse el contenido; la segunda etapa, denominada de comparación, consiste en la asociación de un contenido con otro que ha sido asimilado previamente; la tercera llamada de generalización se reconoce en tanto sistema por el cual el nuevo elemento es colocado dentro de un conjunto ordenado; por último, la

cuarta etapa llamada de aplicación se refiere a las posibilidades de asignación de los conocimientos adquiridos a situaciones concretas.

Tomando las etapas descritas anteriormente, en el caso del locus analizado y en consonancia con el enfoque culturalista, es factible coincidir en que el punto de partida para la apropiación de conocimiento se encuentra situado en las características de la exhibición museal; en todo caso en su aspecto formal, de todos modos, la claridad se encuentra supeditada a la manera en que el nuevo código –el generado en la recodificación– produce enunciados inteligibles en virtud de los argumentos y razonamientos que se usan; para lo cual resulta ser presupuesto que haya cierta familiaridad en el uso del mismo código en anteriores situaciones escolares y/o divulgativas, más que con el contenido temático mismo.

De este modo, las siguientes etapas que demanda la secuencialidad propuesta por Herbart representa una dificultad mayor, pues: la segunda de ellas establece la necesidad de asociar el nuevo contenido en la red semántica que domina el estudiante, pero esto tiene que ver con el dominio de los códigos en cuanto a las formas de representar el contenido como de los medios para expresarlo y no con el dominio del discurso (como temas o fenómenos) que se entienden por extensión, situación similar ocurre con la tercera, pues la generalización exige la colocación de cada nueva idea como parte de un conjunto que solo puede organizarse a partir de las formas, lo que incluye las del sistema expresivo y no solamente las del semántico; por último, la cuarta etapa, que atribuye una conexión del contenido asimilado con su manejo en situaciones concretas, porque esto presupone un carácter aplicativo del contenido asimilado y son abundantes las situaciones en las que esto no se puede cumplir, porque el conocimiento científico no está construido exclusivamente para explicar el mesocosmos; así las cosas, el método propuesto por Herbart (1939) conduce a una estructuración del trabajo didáctico en torno al contenido de enseñanza y

ante este deber ser pragmático, los códigos reciben mínima relevancia en contraste con las ideas adquiridas, lo cual resulta problemático para la apropiación del conocimiento científico, pues las ideas están codificadas y además las científicas no son de naturaleza exclusivamente discursiva.

### **5.5.2. Aspecto didáctico del mensaje**

El aporte didáctico de los mensajes en museos de ciencias, visto desde el enfoque semiótico, encuentra fundamento en la teoría de producción de los signos, entre cuyos objetos de indagación está “la relación pragmática entre emisor y receptor, que constituye la base para cualquier investigación sobre la naturaleza de los actos comunicativos” (Eco, 2000, p. 421). Para mayor claridad, esto no implica ocuparse de auscultar si los signos tienen efectos funcionales o disfuncionales, en el sentido de si producen o no los efectos deseados respecto de cualquier orientación prescriptiva.

Efectivamente no se trata de valorar el papel que cumple la transmisión cultural, en el sentido de los efectos de los signos sobre los destinatarios como es pretensión en las ciencias sociales –por ejemplo, cuando se demanda la democratización en el acceso a los museos, impugnando una suerte de elitismo connatural a la institución–. Como tampoco si los signos son verdaderos o falsos respecto del mundo empírico como resulta ser en las ciencias naturales, pues los códigos no responden al valor de verdad, en tanto no se busca la correlación del modelo perceptual al expresivo. En otros términos, como si hubiera “alguna correspondencia entre las ideas de la mente, nuestros conceptos y las realidades del mundo objetivo” (Lemke, 1998, p. 7); la semiótica, en tanto disciplina científica, no satisface ninguna de las anteriores demandas.

Centrado el propósito, el análisis semiótico asume al sujeto de cualquier actividad semiótica “[...] como *un modo de ver el mundo*; para conocerlo, hay que verlo por fuerza como un modo de segmentar el universo y de asociar unidades expresivas con unidades de contenido,

[...]” (Eco, 2000, p. 423). Se trata, por tanto, del sujeto implícito en los mensajes que comunica el museo, denominado sujeto de la enunciación que “[...] con todas sus propiedades y actitudes, va *presupuesto* por el enunciado, debe ‘leerse’ o interpretarse como *uno de los elementos del contenido transmitido*. [...]” (Eco, 2000, pp. 421-422).

Entonces, tomando como referencia algunos hallazgos del análisis formal, la mirada puesta en el destinatario sugiere que el contenido transmitido no representa exuberancia; por lo que ésta no resulta ser una cualidad a destacar en el mensaje científico. Ello, dado que en la experiencia inteligible el esfuerzo consiste en reducir el número de posibilidades interpretativas en el destinatario, en tanto este se dirige a una práctica de significación sobre el mundo físico y sus cualidades objetivas, aunque dependientes del tipo de luz con el que se observan los fenómenos.

Si se toma por ejemplo el mensaje del módulo PBO 0304 denominado Fluorescencia y nebulosas, se verá que en él se hace uso de formas figurativas –fotografías de nebulosas iluminadas con luz visible y ultravioleta– y de enunciados alfabéticos del tipo: Las nebulosas son concentraciones de gas y polvo interestelar. Cuando son iluminadas por estrellas muy brillantes, transforman la luz ultravioleta (invisible para el ojo humano) en hermosas formas y colores. Este fenómeno es conocido como fluorescencia [...], teniéndose como resultante un contenido transmitido categorial que asocia las nebulosas con el fenómeno fluorescente que exhiben dichas concentraciones de materia-energía, en virtud de los gases presentes en ellas; es decir, examinada a detalle la recodificación en este módulo, el discurso científico encuentra por forma de representación una explicación basada en analogías y un medio de presentación mixto: mosaico de fotografías de carácter icónico y el enunciado de carácter alfabético.

Así, se puede inferir que el uso de formas figurativas como las fotografías no se hace con propósito estético sino inteligible, como medio expresivo, ante la imposibilidad del visitante de

apreciar las nebulosas de manera directa en su ambiente cotidiano. En consecuencia, esta percepción no reviste ambigüedad, como sí ocurre cuando la captación resulta ser “un artificio [...], porque hace de vestíbulo para la experiencia estética: cuando, [...] atrae la atención del destinatario y lo coloca en situación de ‘excitación interpretativa’ [...]” (Eco, 2000, p. 370).

En un sentido más general, el mensaje científico de los museos de ciencias puede concebirse como el modelo de un proceso estructurado de interacción comunicativa con el destinatario basada en la estrecha relación establecida entre texto y discurso; se trata del objeto de la enseñanza en los museos orientado a generar prácticas de significación, teniendo en cuenta la relación entre el contenido específico y las características particulares que presenta el aprendizaje de ese contenido (Cols, 2007). Lo que en el correlato escolar vendría siendo enseñanza entendida como “actividad [...] que involucra un flujo constante de situaciones problemáticas que demandan a los profesores la formulación de juicios sobre cómo aplicar de la mejor manera posible sus ideas, [...] a las prácticas del aula.” (Schwab como se citó en Cols 2007, p. 7).

Ahora bien, situado el análisis en el campo específico de la educación en ciencias, y considerando que “el pensamiento didáctico se ha caracterizado en las últimas décadas por una creciente expansión de las propuestas especializadas en áreas del conocimiento.” (Cols, 2007, p. 6), es posible abordar el lenguaje –en su dimensión semántica y sintáctica– en el uso de múltiples representaciones para organizar la mediación pedagógica, como lo conceptualiza la semiótica social; desde esta perspectiva se afirma que lo que distingue al lenguaje de la ciencia:

Es principalmente pero no exclusivamente su semántica: las relaciones específicas de significados científicos y cómo éstas se integran en patrones temáticos. La función de integrar relaciones semánticas en patrones mayores se da en parte a través de la gramática, en parte a través de estructuras retóricas y formas idiomáticas. (Lemke, 1997, p. 37)

Continuando con Lemke (1997), el lenguaje científico sigue tendencias gramaticales, como son:

Voz pasiva, los sustantivos abstractos en lugar de verbos, los verbos de relación abstracta (por ejemplo: ser, hacer, representar) en lugar de verbos de acción. También tiene sus formas idiomáticas preferidas, como la analogía y patrones retóricos (por ejemplo, tesis – evidencia – conclusión). (p. 37)

De esta manera el contenido científico –sea en una clase o en el museo de ciencias– es un conjunto de significados acerca del cual se habla o escribe correctamente cuando se domina “un patrón temático. [...] un patrón de relaciones semánticas que describe el contenido temático, el contenido científico de un área de conocimiento particular” (Lemke, 1997, p. 29). Pero su transmisión es la resultante de una cierta relación establecida entre el modelo sintáctico y el modelo semántico; mediante diferentes formas de representación y formas de explicación, respectivamente.

Adicionalmente, la apropiación de conocimiento científico con apoyo en un museo de ciencias requiere de una práctica de enseñanza; según el pensar de Lemke (1997) mediante el uso explícito de repeticiones y ejemplos y del uso implícito de términos y principios en una amplia variedad de contextos; afirma el autor que “sólo a través y en el curso de este proceso los alumnos parecen captar los patrones semánticos del uso de términos y los patrones temáticos más amplios dentro de los cuales se utilizan los términos y principios” (Lemke, 1997, p. 39).

De allí que la experiencia previa lograda en la clase de ciencias o en otras visitas a museos de ciencias es fundamental, pues

Una simple definición o explicación no es suficiente cuando se introduce un principio o término nuevo. Muy pocos alumnos, sin más experiencia que ésta, podrían utilizar el

término o relacionarlo con otros. Muy pocos podrían adivinar cómo se ha de aplicar un principio si sólo se conoce el planteamiento formal de éste. (Lemke, 1997, p. 39).

### *5.5.3. El mensaje metafórico en los museos de ciencias*

Como se mostró en la descripción detallada de las sustancias de contenido de las muestras que representan las exhibiciones analizadas, las metáforas cumplen una función cognoscitiva en la construcción del discurso propio de la ciencia, y además son fundamentales en los “procesos de apropiación de conocimiento que realizan los estudiantes” (Palma, 2008, p. 67-68). Razón por la que los mensajes producidos con uso de léxico metafórico cumplen una importante función didáctica.

Conforme a ello, cuando en el plano del contenido se recurre a formas de explicación en la que se asume que el visitante puede conocer un fenómeno como si ellos fueran astrónomos o geofísicos, se está refiriendo a una forma argumentativa, pues los científicos no narran, sino que explican el mundo físico; sin embargo, caben excepciones por las cuales es posible también tener narrativas basadas en analogías, aunque con mínima presencia en una de las muestras museales analizadas; todo lo anterior significa que es posible producir mensajes a partir de léxico metafórico –explicaciones basadas en analogías o narrativas basadas en analogías– relacionándolo con enunciados alfabéticos y visualizaciones.

Tómese, a manera de ejemplo, el siguiente, denominado El mensaje oculto en el cielo que aparece en el panel del módulo PBO 0305 Luz infrarroja: “Todos los cuerpos del Universo emitimos luz en infrarrojo, estrellas, humanos, animales, minerales, plantas y galaxias. El infrarrojo es invisible para nuestros ojos y para los telescopios comunes, pero nuestra piel lo siente en forma de calor. Si tuviéramos ojos sensibles al infrarrojo veríamos el cielo nocturno totalmente iluminado. Gracias a los telescopios en infrarrojo los astrónomos pueden observar cuerpos ocultos

por el gas y el polvo, el material que hay entre las estrellas, los planetas extrasolares, y descubrir objetos fríos y tenues. Es lo mismo que sucede con el panel de leds que tienes al frente: luce apagado, pero ¿qué pasa si lo miras a través de una cámara sensible al infrarrojo?”

En este texto se enseñan las propiedades de la luz infrarroja desde sus características principales respecto del aparato sensorial humano, y dada la limitación allí expuesta se pone al visitante en situación de hacer una observación que resulta análoga a la que harían si fuesen astrónomos, usando la tecnología observacional adecuada, así como también asumiendo cómo se vería el universo si el infrarrojo fuese visible; este es un claro ejemplo de que la ciencia enseñada no es una traducción de la ciencia que producen los científicos (Palma, 2008), pero sí una recodificación que lleva consigo una impronta didáctica por medio de la cual la transmisión cultural se logra por la relación entre las formas de expresión alfabéticas o figurativas y del contenido argumentativo/abstractas.

En resumidas cuentas, es la relación entre dichas formas la que cumple una importante función en la producción de mensajes mediáticos y en la enseñanza del contenido científico en museos de ciencias, pues cuando se la establece es porque es la manera adecuada de hacer significativo ese contenido para el horizonte destinatario. En el último ejemplo analizado, el código se establece como relación entre una forma expresiva figurativa y una forma de contenido asociada a un modelo analógico, pero no porque sea posible hacer una traducción para obtener una versión simplificada que el visitante pueda asimilar y con ello se pudiera sustituir otro lenguaje equivalente pero más complejo.

Los anteriores argumentos autorizan las siguientes conclusiones respecto del cuarto objetivo específico de la investigación culminada.

En primer lugar, la transmisión cultural en los museos de ciencias se sostiene en la función didáctica de los mensajes que constituyen la ciencia enseñada, entendida como código, lo que implica aceptar las fortalezas del léxico metafórico como forma explicativa, por las que “enseñar a través de metáforas es introducir un lenguaje nuevo con todas las limitaciones y potencialidades de cualquier lenguaje [...]” (Palma, 2008, p. 83).

En segundo lugar, tratándose de la ciencia enseñada mediante una exhibición museal cuya misión es lograr la transmisión de diferentes contenidos simbólicos a determinado horizonte destinatario, se confirma la relevancia de las didácticas específicas para hacer inteligibles dichos conocimientos. Así, la importancia de la transmisión cultural, que aporta el enfoque culturalista, queda asociada al horizonte de sentido de la apropiación de conocimiento en cuanto a la función socializadora que hace copartícipes a los demás del conocimiento que emana de los objetos, en un acto consciente y voluntario por parte de los museos (Santacana y Llonch, 2011).

En tercer término, la apropiación de conocimiento científico implica la existencia de un proyecto pedagógico museal y por tanto rebasa la creencia sostenida en los proyectos de musealización en los que

Deberán procesarse las informaciones procedentes de las fuentes disciplinares, seleccionando [...], los mejores párrafos, los mejores grabados, los mejores datos, las mejores fotografías, etc., [...]”. Los datos se seleccionarán y se organizarán utilizando, si es preciso, la transposición en gráficas, cuadros, cartogramas, cartografías, etc. (Hernández, 2007, p. 59)

Pues como se analizó, la función didáctica de la museografía no consiste en usar medios más didácticos que permiten mejores traducciones del lenguaje científico en otro llano y más próximo al público lego; antes bien, dicha función se fundamenta en una recodificación que

impulsa la alfabetización científica que las personas van logrando a través de los procesos educomunicativos, de allí la importancia de los saberes previos –en términos del dominio del código alfabético-argumentativo– y el desarrollo de actitudes científicas proclives a la indagación, que promueven gran número de museos de ciencias bajo el enfoque constructivista.

Por último y en consecuencia de lo anterior, las condiciones de posibilidad para la apropiación del conocimiento científico son de carácter estructural más que circunstancial. La relación entre el público y la exhibición museal estriba en el acceso que los primeros tengan al código de la ciencia y con base en la cual ha sido organizado el mensaje mediático; de esta forma, se está reconociendo la posibilidad de que se presenten aberraciones como las que ocurren en la comunicación de masas durante la descodificación de mensajes: bien sea con el rechazo del mensaje debido a la carencia total del código o con la incompreensión del mensaje por disparidad de códigos (Eco y Fabbri, 1978 como se citó en Wolf, 1985, p. 141).

Este es un aspecto a considerar en los procesos educomunicativos en museos de ciencias como parte del desarrollo misional. La limitación que representa el nivel de dominio del código en los visitantes arroja luces sobre la diferencia en la función social del museo de ciencias y la escuela; la primera dirigida a aproximar al vulgo a los productos de la cultura científica, en tanto que la segunda es la llamada a cimentar la alfabetización. De esta forma, se pueden encaminar los procesos educomunicativos de los museos de ciencias y de las escuelas posicionando una relación didáctica complementaria en torno a la alfabetización científica como condición *sine qua non* para algunos sentidos derivados de la misma, como lo es el desarrollo de capacidades para la acción ciudadana que faculta a una persona para la toma de decisiones personales o colectivas que involucran el uso del conocimiento científico en la sociedad (Gómez, 2022).

Con ello, se señala el alcance que tiene la recodificación generada en los museos de ciencias y se confrontan las prescripciones emanadas de las políticas divulgativas de la ciencia; como se desarrollará detenidamente en el siguiente capítulo.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

La perspectiva semiótica constituyó el marco de comprensión que hizo posible entender la función de los museos de ciencias tomando por objeto de estudio los procesos educomunicativos. Con la presente y última sección del documento se comparten los argumentos e impugnaciones emanadas de la respuesta a las preguntas principales que orientaron la pesquisa: ¿En qué consiste la recodificación de la cultura científica y la mediatización educativa en los procesos educomunicativos en museos de ciencias? y ¿De qué manera los procesos comunicativos contribuyen a la apropiación del conocimiento científico en museos de ciencias? interrogantes que tuvieron sustentó en la recodificación de los códigos culturales, bajo la dicotomía estructural entre lo *icónico-narrativo* y lo *alfabético-argumentativo* (Narváez-Montoya, 2019), y en la acepción de mediatización educativa como el aspecto técnico en el desarrollo de los museos como medios educomunicativos; a tal efecto, el capítulo se organiza de la siguiente manera:

Se toma como referente de partida la noción de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, promovida desde la política nacional de divulgación científica, situando desde allí la función de los museos en su dimensión pragmática. Es frente a este lugar discursivo que se posicionan las siguientes secciones del documento, que avanza con la recapitulación de los principales resultados frente a las preguntas auxiliares, y las que a su vez, se corresponden con cada uno de los objetivos específicos.

De esta manera, en primer lugar, se comparten los resultados del análisis mediante el cual se da cuenta de ¿cómo se produce la recodificación de mensajes en la exposición museográfica disponible? en segundo lugar, se presentan los hallazgos en torno a ¿cuáles son las relaciones presentes entre la recodificación y los procesos educomunicativos? seguidamente se presentan los desarrollos acerca de ¿cuáles son las implicaciones de la mediatización educativa sobre los

procesos educomunicativos? y, por último, se participa la valoración en torno a ¿qué posibles contribuciones se derivan de la transmisión cultural que tiene lugar en los museos, en función de la apropiación del conocimiento científico?

Para comenzar, es preciso aludir a la relevancia del papel social cumplido por los museos reflejado en la tasa de acciones apoyadas con recursos públicos. Según COLCIENCIAS (2010), los museos de ciencia y centros interactivos constituyeron el 69% de las acciones apoyadas por la División de Ciencia, Comunicación y Cultura, en el lapso 1995-2004, en tanto que, para las mismas instituciones, las acciones apoyadas para contribuir en la ASCTI representaron un 39% en el lapso 2005-2009. Tales acciones han tenido como marco la Estrategia Nacional<sup>23</sup>, en cuya línea CTS se establece que la comunicación corresponde a las *mediaciones*, entendidas como proceso que hace posible una articulación en la cual se relacionan actores<sup>24</sup> y mediante la cual estos se transforman, más allá de la transposición de conocimientos científicos en materiales que sean posibles de leer, escuchar u observar (COLCIENCIAS, 2010).

De esta manera, los *museos como institución* hacen parte de todas aquellas que, en la nación colombiana, están llamadas a aportar al posicionamiento social de la ciencia, la tecnología y la innovación; desde este lugar, los museos de ciencias configuran una narrativa institucional (discursiva), que hace creíble y están autorizados, en nombre de la sociedad, a divulgar todo aquello reconocido como verdadero, bueno y bello; de esta manera, la ASCTI queda legitimada al manifestarse que: “en un contexto de democratización y participación, [esta] sea el sustrato de las

---

<sup>23</sup> Esta estrategia constituye la generación de un conjunto de mecanismos e instrumentos, con los que el Estado colombiano busca hacer de la apropiación social del conocimiento el fundamento para la innovación y la investigación, con alto impacto en el desarrollo social y económico. El desarrollo de la estrategia se lleva a cabo a partir de cuatro líneas de acción dirigidas a la generación de mecanismos de fomento de la apropiación en diferentes escenarios: Participación ciudadana en CTI, Comunicación CTS, Transferencia e Intercambio del conocimiento y Gestión del conocimiento para la apropiación del conocimiento (COLCIENCIAS, 2010).

<sup>24</sup> Los actores llamados a participar en el desarrollo de proyectos de comunicación son: la comunidad científica, el sector productivo, los gestores de política en CTI, y los ciudadanos en general (COLCIENCIAS, 2010).

capacidades que efectivamente generan desarrollo social y económico.” (COLCIENCIAS, 2010, p. 12).

De igual modo, los *museos como medios* encarnan las maneras en que en el país se forja la comprensión, el diálogo y la formación de opinión sobre las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. Desde este lugar, los museos de ciencias generan una narrativa mediática (icónico-narrativa), que busca transformar la imagen pública de la ciencia y con ella se instaura una imagen del científico como personaje y su quehacer como una actividad humana más cercana, alcanzable, conectada con los problemas que soporta la gente. Esto mediante contenidos que invitan a conversar sobre la ciencia como una actividad social; con el fin de brindarles herramientas a los ciudadanos para la reflexión crítica y el debate público acerca de la ciencia, tecnología y sociedad (COLCIENCIAS, 2010).

Desde esta perspectiva institucionalista, la intención con el discurso de política es destacar la función social de la ciencia y los museos que la divulgan, haciéndola asequible al público lego mediante procesos educomunicativos que, al estar enmarcados en la cultura mediática, hacen que el sentido de la acción comunicativa se oriente a hacer verosímil el conocimiento divulgado; una de las maneras en que se genera verosimilitud es pretender como necesario ir más allá del conocimiento científico como ‘producto final’ para garantizar el acceso público a los contextos, procesos y métodos de producción científica y tecnológica, generando una actitud crítica y reflexiva sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad, que a su vez haga posible medir y evaluar sus impactos (COLCIENCIAS, 2010). Esto en consonancia con la acepción de una cultura mediática que contribuye a la transformación de los actores, porque ella es transformadora de representaciones sociales; en la cotidianidad y también en situaciones de ‘recepción’,

'audienciación' en la que los sujetos se constituyen en 'público', 'consumidores' o 'usuarios' (Huergo, 2010).

El problema reside, visto desde la perspectiva culturalista, en que los límites de cualquier cultura son semióticos y no políticos, por lo que tales rupturas que se endosan a la cultura mediática están sujetas a las condiciones de posibilidad que confieren los marcos culturales en que están inscriptos los productos mediáticos, por lo que la autonomía de la audiencia para recepcionar y transformar el sentido comunicativo no les confiere esa “cierta libertad y creatividad, por ejemplo, para resemantizar los contenidos y formas mediáticas” (Orozco, 1997 como se citó en COLCIENCIAS, 2010, p. 30–31). En otras palabras, solamente una audiencia alfabetizada científicamente, en el sentido de que domina el código, puede resemantizar la ciencia y ser crítico frente a los contenidos que de ella emana, en términos de la gramática científica.

Además, como lo que se persigue con el programa comunicativo oficial es una visión crítica de la ciencia, la ASCTI debe considerarse un equívoco, dado que, en el modelo pedagógico mediático, en su función conativa se cumple justamente lo contrario; esto es, se espera “de los receptores una respuesta positiva en el sentido de coincidir con los intereses sistémicos bien sea en términos ideológicos o en términos económicos, como ciudadanos integrados y como consumidores acrílicos.” (Narváez, 2010, p. 20). En consecuencia, lo que se persigue con la educomunicación en los museos de ciencias, a través de la producción de mensajes mediáticos con preferencia de formas oral–icónicas y narrativas, es instituir un discurso oficial sobre ella y que a su vez está mediatizado con las técnicas más eficientes para su reproducción.

De acuerdo a lo anterior, el contenido de la transmisión mediante el mensaje mediático corresponde a: otros estereotipos sobre quién y cómo produce ciencia, otros valores sociales acerca de para qué se debe producir ciencia; lo que corresponde a una transmisión de los contenidos de

un sistema de valores políticos y democráticos, de allí que, lo que resulta viable para todos los actores sociales –posean o no cultura científica, pero llamados a ser partícipes de la ASCTI– sea, en consecuencia, resemantizar el sentido social de la ciencia, pues este es un oficio en la política y por tanto pragmático.

En cambio, vista la ciencia como un sistema semiótico alfabético-argumentativo, el programa comunicativo de la ASCTI, llevado a cabo en los museos de ciencias, no guarda correspondencia con la transmisión del conocimiento que de ella emana; por lo tanto, el discurso oficial se constituye en un modo de exclusión social encarnado en las intenciones de una política cuando declara como uno de sus principios el de potenciar la participación explícita de innovadores, basada en un ideario de conocimiento científico caracterizado en las sociedades contemporáneas como “fruto de sinergias entre grupos sociales *de diversas clases* adscritos a la sociedad civil, al Estado, a las universidades, a los centros de investigación, a las empresas de diversa clase y tamaño y, finalmente, a ciudadanos, usuarios y consumidores.” (COLCIENCIAS, 2010, p. 33).

Por ello, debe ponerse en cuestión la relación entre la diferencia de clase y el acceso a los códigos que dominan los diferentes grupos sociales ¿cómo construir una imagen crítica y ecuánime, es decir, una valoración social de la ciencia desde el desconocimiento del código de la ciencia? máxime cuando una de las problemáticas estructurales para la ejecución de la Estrategia Nacional ASCTI es “el analfabetismo científico (es decir, la falta de dominio del público en general de los códigos, los lenguajes de las culturas tecnocientíficas) (COLCIENCIAS, 2010, p. 12).

De este modo, cuando los museos de ciencias se ocupan de esta asimetría estructural en el acceso de las personas a los códigos de la ciencia es necesario reconocer que se trata de una contribución de alta pertinencia para la sociedad; labor que cuando se endilga exclusivamente al

sistema educativo formal, termina por desconocer el apoyo de las instituciones museales al ofrecer exhibiciones que contribuyen a la adquisición de la competencia de los visitantes para usar los signos y representaciones del mundo físico; esto sin desconocer el aporte en los sentidos derivados de la enculturación científica, que son extra semióticos como: el desarrollo actitudinal –de carácter psíquico– o ético-político –de carácter social–.

Sobre esta base de discusión, es oportuno dar a conocer los argumentos que sostienen la tesis en esta investigación, con la que se buscó comprender la manera en que una institución mediática –como lo son los museos de ciencias– recodifica el conocimiento científico y además lo mediatiza en función de sus procesos educomunicativos, lo que permitió, a su vez, dar cuenta de los aportes de dichos procesos en la apropiación del conocimiento científico. En otras palabras, los resultados que se comparten ponen en evidencia cómo la educación mediática caracterizada por las formas oral-icónicas en la transmisión de los contenidos, en el caso de los museos de ciencias se conjuga con formas mayoritariamente argumentativas para hacer posibles prácticas de significación en los visitantes, contribuyendo a la apropiación de contenidos científicos; un asunto que le compete al conjunto de instituciones mediáticas y escolares, cada una desde sus especificidades formales.

En consecuencia, la investigación culminada constituye una acepción semiótica de la cultura científica, como una cultura hipercodificada y gramaticalizada; la primera nominación porque establece una función semiótica cuya relación, entre el sistema semántico y el sintáctico mediante el cual se comunican los mensajes científicos, pretende ser unívoca; en la segunda, porque determina formalmente los nuevos códigos que se establecen en el contenido enseñado a nombre de dicha cultura. De allí que deba arribarse a las siguientes conclusiones:

En primer término, respondiendo al primer objetivo específico del estudio concluido puede afirmarse que, la recodificación llevada a cabo en los museos de ciencias analizados se encuentra caracterizada por el uso de sustancias expresivas con predominancia de las analógicas presentes en los paneles –con materiales como el papel adhesivo y acrílico, que se combinan con un menor número de sustancias digitales –en forma de pantallas de distintos materiales, así mismo, las sustancias de contenido resultaron ser todas de carácter trascendental y organizadas a partir de una teoría generatriz centrada en la evolución, que puede catalogarse como metáfora epistémica al tiempo que se reconoce su función cognoscitiva en las ciencias naturales; conforme a ello, la forma metafórica está presente en las sustancias de contenido en gran número de los sintagmas auscultados, cumpliendo con una función eminentemente explicativa.

En el aspecto formal, la recodificación evidenció en el sistema expresivo la predominancia de formas abstractas-alfabéticas sobre las figurativas, sean: pseudoicónicas –infografías–, icónicas –mosaicos de fotografías–, o no icónicas –visualizaciones–; estas últimas constituyen una nueva clase que se agrega a las existentes en el modelo semiótico original y se conceptualizan como formas figurativas mediante las cuales se hace visible por algún dispositivo o procedimiento lo que sin ellos no se puede observar a simple vista, figurando así la observación que hacen los científicos al auscultar el universo visible; sin embargo, aunque figurativa, las visualizaciones no son una forma icónica porque la visualización se basa en una imagen equivalente: por ejemplo, cómo veríamos el infrarrojo si fuera luz visible. Su uso obedece a la necesidad de representar las relaciones causales basadas en un modelo analógico –en la forma de contenido–.

De otra parte, en el sistema del contenido las formas abstracto-argumentativas son predominantes respecto a las pocas formas narrativas encontradas. La forma de explicación característica corresponde a las de relaciones causales, bien sean las de carácter descriptivo o

basadas en modelos analógicos –en los que una cosa es representada por otra, considerando que la estructura de esta es análoga a la de aquella (Palma, 2008), como sucede con fenómenos que se explican como estructuralmente afines en un campo fenoménico compartido.

En consecuencia, puede aseverarse que la recodificación se organiza estructuralmente con formas de representación alfabético-numéricas y formas explicativo-causales, y en tanto tal, conserva la codificación característica formal del conocimiento científico. De esta manera puede afirmarse que en los museos de ciencias no todo es narrativo, aunque se trate de cultura mediática, porque los mensajes son producidos bajo una recodificación cercana a la codificación original en las disciplinas astrofísica y geofísica.

Este hallazgo se explica en la comprensión de ciencia como una cultura gramaticalizada, en el sentido que Eco (2000) le atribuye solo a nivel conceptual, a la manera de sistemas científicos, clasificaciones, categorizaciones filosóficas; adicionalmente en cuanto a la producción y reproducción de signos, –haciendo mención a la interacción comunicativa– a partir del código generado en la recodificación entre el sistema expresivo y el de contenido, se caracteriza por *ratio difficilis* dado que la organización de la expresión está motivada en el contenido cultural –forma y sustancia de contenido– y no en el objeto empírico.

En segundo término, respecto del segundo objetivo específico alcanzado puede aseverarse que, la relación entre la recodificación analizada y los procesos educomunicativos establece el contenido transmitido nominado como *ciencia museal* –subordinada a la cultura científica, aunque involucre algunas formas explicativas de carácter figurativo–. Los resultados sugieren que la función de enseñanza mediante las exhibiciones de los museos *del Espacio* y *de La Plata* buscan ilustrar un discurso trascendental de las disciplinas astrofísica y geofísica respectivamente; sin embargo, esta no constituye un saber museal producido a través de la transposición didáctica, como

lo sugiere los presupuestos teóricos de la museografía didáctica; lo anterior, dado que la ciencia enseñada en los museos no puede concebirse a la manera de un lenguaje obtenido por traducción del científico. Porque todavía hay un debate abierto y en torno a ello, la hipótesis de Quine (1968) manifiesta la indeterminación de la traducción de una lengua en otra y por extensión la intraducibilidad de los lenguajes; en consecuencia, desde la perspectiva culturalista, el lenguaje científico se admite como código y, en tanto tal es inconmensurable y no puede traducirse en otro código más asequible a los visitantes.

Antes bien, la producción del lenguaje museal se sustenta en la recodificación y a ella se supeditan las posibilidades de significación de los mensajes científicos involucrados en los procesos educomunicativos en los museos de ciencias. De esta forma, los resultados obtenidos sugieren que en los Museos del Espacio y de La Plata se han configurado condiciones semióticas en las que el código mediático establecido en la recodificación genera univocidad y, por tanto, falta de exuberancia; de esta manera, es poca la diferencia estructural entre el código científico y el mediático, pues se mantienen las formas de contenido argumentativo/abstractas. De esta forma, los procesos educomunicativos pueden favorecer la consolidación de los dominios cognitivos – formas de pensar y proceder en la ciencia– y conceptuales de los visitantes –sustancia del contenido–. En suma, esta manera de enseñar la ciencia en los museos es un modo de hacer alfabetización científica a través de la educomunicación mediática.

Estos hallazgos resultan reveladores porque en los museos de ciencias no tendría que cumplirse que sus contenidos sean estrictamente científicos –en el sentido formal del término, teniendo que conservar características de la ciencia como: la falta de ambigüedad, la univocidad y la validez que radica en la búsqueda de la verdad–; antes bien, estas instituciones al hacer parte de la cultura mediática suelen fungir como medios mediante los cuales se divulgan contenidos

culturales, llegando incluso a ofrecer diversión y entretenimiento a los visitantes, como sucede con las exhibiciones espectáculo.

Con todo, desde el enfoque semiótico la cultura científica se corresponde con un tipo de mensaje como cualquier otro, en cuanto al valor de significado que este comporta y por el cual en los museos de ciencias lo que cuenta es la verosimilitud que expresa el visitante al considerar que ha entendido algo de la ciencia. Por ende, la ciencia museal configurada en las recodificaciones constituyen un relato acerca de todo aquello que se dice científicamente.

En tercer término, frente al tercer objetivo específico de la investigación realizada se concluye que, la mediatización como aspecto técnico de los procesos educomunicativos en los museos de ciencias, no es ajena a las presiones sistémicas que concita la ampliación del horizonte destinatario de dichos procesos; en efecto, la inclusión de públicos más amplios es la razón por la que en los museos de ciencias se llevan a cabo algunas adaptaciones a la museografía, como en efecto sucede cuando se busca favorecer que personas con limitación visual accedan a una exhibición condicionada por la percepción visual. Sin embargo, atender la inclusión de otros grupos sociales o etarios, en el aspecto técnico, no resuelve las barreras de la transmisión cultural, pues esta se encuentra supeditada al dominio del código.

Otro aspecto tenido en cuenta fue la presencia de sustancias expresivas interactivas en la muestra museografía analizada. Al respecto, se encontró que en ellas se encarna la mediatización con una adecuada cantidad evitando la saturación de los módulos y favoreciendo la significación de los mensajes. Las características encontradas, producto del análisis de las sustancias expresivas, refieren un diseño museográfico que no ha estado sometido a fuertes presiones de modernización vista como aspecto técnico bajo el cual la cultura es mediatizada.

Así, se concluye que los procesos educomunicativos mediáticos en museos de ciencias quedan enmarcados en una cultura mediatizada, y por la cual los grupos de visitantes puede acceder a la exhibición sin que sea necesaria su interacción con los educadores de museos, razón por la que el museo se constituye en un medio para la divulgación y comunicación pública de la ciencia.

En cuarto término, dando alcance al cuarto y último objetivo específico del estudio concluido, se ofrece una valoración sobre la contribución que hacen los museos de ciencias a la apropiación de conocimiento científico en sus visitantes mediante la transmisión de cultura científica.

Las condiciones de posibilidad para la apropiación del conocimiento científico, puede aseverarse, son de carácter estructural más que circunstancial. La relación entre el público y la exhibición museal estriba en el acceso que los primeros tengan al código y con base en la cual ha sido organizado el mensaje mediático; y, por tanto, las instituciones museales se ven comprometidas a mitigar la posibilidad de que se presenten aberraciones como las que ocurren en la comunicación de masas durante la descodificación de mensajes.

Entonces, la restricción que representa el nivel de dominio del código en los visitantes arroja luces sobre la complementariedad en la función social del museo de ciencias y la escuela. La primera que, aunque llamada a ofrecer educación mediática y caracterizada por las formas oral-icónicas y narrativas en la transmisión de los contenidos), en cambio ofrece formas dicotómicamente contrarias (alfabético-numéricas y explicativas). De esta forma, se pueden encaminar los procesos educomunicativos de los museos de ciencias y de las escuelas posicionando la alfabetización científica como condición sine qua non para algunos sentidos derivados de la misma, como lo es el desarrollo de capacidades para la acción ciudadana que

faculta a una persona para la toma de decisiones personales o colectivas que involucran el uso del conocimiento científico en la sociedad (Gómez, 2022).

Después de todo, el análisis de la recodificación y de la mediatización educativa ofrecen las claves para el direccionamiento estratégico y la toma de decisiones, frente a la educomunicación mediática en museos de ciencias.

Pueden afirmarse como alcances de la investigación, en primer término, el esclarecimiento de la función didáctica de los mensajes museales cumple con intensión de enseñanza del contenido favoreciendo una experiencia intelectual –sostenida en la potencialidad de las formas explicativas–, y no principalmente estética, lúdica o informativa, como sucede cuando se “utilizan diversos medios para incorporar mensajes educativos de forma entretenida, o sea, educan entreteniéndose” (Wallden, 2004 como se citó en Américo et al., 2015, p. 4). De lo que se sigue que, la didáctica museal basada en formas explicativas –léxico metafórico– aporta a la transmisión cultural de la ciencia enseñada. Con el uso de mensajes metafóricos se aprovecha el importante papel cognoscitivo que estas tienen, tanto en quien produce conocimiento científico como también en quien lo apropia, por lo que ha de reconocerse también su importante función didáctica.

De igual manera, en segundo término, la elucidación del rol de los museos en apoyo a la alfabetización científica fundamental –por la que se adquiere dominio de los códigos–; sin que esto implique que el museo pueda reemplazar a la escuela en esa que es su función primaria. En consecuencia, el aporte sustantivo de los museos de ciencia, como es el caso del Museo del Espacio y del Museo de La Plata, a la apropiación de conocimiento científico recae en la contribución a la alfabetización científica en el dominio de los códigos. Esta aseveración implica, a su vez la contraparte, es decir la limitación que tiene la apropiación de conocimiento científico en públicos

cuya alfabetización científica se encuentra en ciernes, pudiendo implicar el rechazo o la incompreensión de los mensajes museales.

Como limitaciones del estudio se reconoce la imposibilidad de posible obtener datos de referencia iniciales provenientes de los guiones museográficos del Museo del Espacio, lo que impidió conocer la estructuración original del relato museal. Por lo tanto, las conclusiones expuestas se basan principalmente en inferencias derivadas de la aplicación del modelo en los sintagmas (módulos), tal como estos aparecen enumerados en la fuente documental disponible en la institución museal.

De allí que no fuera posible conocer cómo se concibió la disposición y secuencialidad de las salas y de los módulos, como tampoco la relación de continuidad entre los diferentes objetivos de instrucción definidos en cada uno de ellos. De todas formas, el análisis se basó en la conjetura, según la cual, las salas se ocupan de temáticas y objetivos de enseñanza que van de lo concreto a lo abstracto. Mientras que, de modo similar, en el Museo de Ciencias de La Plata la conjetura se apoya en la línea de evolución de la materia y la energía que va del pasado primigenio al pasado más reciente.

En suma, los resultados a los que arribó esta investigación constituye un conjunto coherente de traslaciones que se consideran relevantes para la educomunicación y que pueden enunciarse como sigue: de la pragmática a la gramática, de la transposición museográfica a la recodificación, de los sentidos derivados de la alfabetización al dominio de los códigos. De la mediatización a la mediación, entre otros.

El aporte al campo investigativo estriba en dejar planteado el esbozo de un modelo basado en la intersección que conforman: la disciplina que se enseña –que para el caso analizado fue la geo y astrofísica–, la semiótica y la pedagogía, y que encuentra sustento en lo expuesto por Kaplún

(2005) en torno a la construcción de mensajes a partir de tres ejes intersectados: el conceptual –los contenidos–, el pedagógico –articulador de los otros ejes y que implica la identificación de las ideas constructoras y los posibles conflictos conceptuales a provocar en los destinatarios– y el comunicacional –la relación con los destinatarios mediante figuras retóricas o poéticas–.

Según Kaplún (2005) “puede entenderse el material como el portador o vehículo de un mensaje, el soporte “material” precisamente los mensajes son materiales educativos” (p. 144). Pero los mensajes de ningún modo pueden ser equivalentes a la sustancia que se usa para expresarlos; asimismo, en cuanto al contenido, Kaplún (2005) lo concibe como una red semántica, con la cual “habrá que establecer cuáles temas son principales y cuáles los secundarios y su interrelación, imaginar algún tipo de red lógica o mapa conceptual tentativo” (p. 145), es decir, se hace referencia a la sustancia de contenido exclusivamente. Con el eje pedagógico se hace referencia al camino pragmático y “es a través de él que establecemos un punto de partida y un punto de llegada tentativos para el destinatario del material” (Kaplún, 2005, p. 146), de lo que se infiere que el contenido cultural no determina el trazado a seguir. Por último, el eje comunicacional, se concibe como:

[B]anco de experiencias: códigos, historias, imágenes que provienen de los propios destinatarios. Olores y sabores, costumbres y jergas, anécdotas y guiños culturales de todo tipo [...]. Y junto a ello una gran creatividad, que es lo mismo que decir una gran capacidad para jugar. Juegos de palabras o de imágenes, juegos de sentido y sentires. Habrá que inventar historias, crear personajes, imaginar paisajes visuales o sonoros. Habrá que componer canciones, inventar juegos, escribir cartas o poemas.” (Kaplún, 2005, p. 152).

En este último eje caben unidades exageradamente heterogéneas en esta colección. Se equiparán los códigos con formas de contenido como las narrativas, con formas expresivas como la imagen o con acciones como componer o escribir.

Sin embargo, a diferencia de lo que ha venido posicionando el mismo autor en torno a las tecnologías y su inclusión en el ámbito pedagógico “desde su potencialidad dialógica, desde sus posibilidades de potenciar la palabra del educando, la interacción con sus pares, con los educadores, con el mundo.” (Kaplún, 2001, p. 7), el modelo proyectado no involucra la mediatización como uno de sus componentes, puesto que el aspecto técnico está supeditado a la mediación cuyo lugar de centralidad se corresponde con la intersección entre los componentes.

Retomando el modelo esbozado con el que cierran estas consideraciones, se reitera la importancia que tienen la semiótica como ciencia de los signos y la significación, desde la cual se arroja luz sobre la ciencia como una codificación con características semióticas particulares y no conmensurables con otras, pero que condicionan las recodificaciones y a su vez la transmisión de mensajes, y por las que en la enseñanza es recomendable tener presente estas especificidades en cuando al valor de significación que se quiere lograr con los destinatarios. Así mismo, el conocimiento disciplinar juega un papel determinante en la producción y transmisión de mensajes, pero no a nivel discursivo, es decir si la ciencia enseñada es legítima en cuanto al valor de verdad que esta tenga en el ámbito disciplinar, y además debido a que la ciencia, en tanto cultura, comporta un código con formas relacionadas que son la base para la producción y transmisión de mensajes.

Así las cosas, son los resultados del análisis formal los que pueden orientar la transmisión cultural hacia la contribución a la apropiación de conocimiento científico para hacerlo más efectivo, en términos semióticos y no en el aspecto tecnológico con la incorporación de otros medios que se juzgan más efectivos para ese propósito.

Para culminar, a partir del modelo propuesto es sugerente que futuras investigaciones se proyecten hacia:

La investigación-creación de material educomunicativo a la manera de texto divulgativo. Esta proyección abre oportunidades al considerar el modelo propuesto en la construcción de mensajes con una intención didáctica para grupos etarios específicos. Tal es el caso de la producción de recodificaciones que establecen un código basado en descripciones narrativas y formas expresivas icónicas y figurativas, buscando con ello la transmisión cultural del conocimiento cosmológico y astrobiológico con grupos etarios para quienes hay baja oferta educomunicativa.

La investigación didáctica en torno a la cualificación del saber didáctico en la formación de educadores de museo. Proyección en la que el modelo propuesto puede profundizar la comprensión de la mediación pedagógica de los educadores de museo, abarcando entre las diferentes tipologías las exhibiciones denominadas interactivas, pero que aun así involucran la mediación con grupos etarios específicos.

Total, el modelo propuesto abre posibilidades investigativas y en el marco de la docencia universitaria, buscando nutrir las sinergias entre una academia comprometida con la formación de educadores y los museos de ciencias.

## 7. REFERENCIAS

- Aguirre, C., y Vázquez, A. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3, (3), 339-362.
- Åhman, N. y Jeppsson, F. (2020). Teachers' and pupils' scientific dialogue in learning about invisible thermal phenomena. *International Journal of Science Education*, 42 (18), 3116-3133. DOI: 10.1080/09500693.2020.1852334.
- Aikenhead, G. S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies. Science Education*, 27, 1–52. DOI:10.1080/03057269608560077.
- Alderoqui, S. y Pedersoli, C. (2012). La educación en los museos. Paidós.
- Allard, M. (1999). Le partenariat cole-muse: quelques pistes de réflexion. *Aster* (29), 27-40.
- Allen, S. (2004). Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits That Do More Than Entertain. Wiley Periodicals, Inc. *Sci Ed*, 88 (Suppl. 1), S17-S33.
- Alonso, M., Ambrosini, C. y Beraldi, G. (2017). Bestiario epistemológico. Metáforas zoomórficas y de otras entidades en la enseñanza de las ciencias y la epistemología. Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- Américo, M., Chade, F. y Tobgyal, J. (2015). Un acercamiento al eduentreñamiento. En *Revista Questión 1* (45) Universidad Nacional de La Plata.
- Anderson, D. y Lucas, K. (1997). The Effectiveness of Orienting Students to the Physical Features of a Science Museum Prior to Visitation. *Research in Science Education*, 27 (n. 4), 485-495.
- Angulo, F. (2014). El papel mediador del museo de ciencias en la estructuración y síntesis del aprendizaje. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, Vol. 8 (n. 15), 123-128.
- Antoine, C. (2013). Comunicación, audiencias y tics en los museos universitarios chilenos, el estado del arte. 1º Congreso Latinoamericano y II Congreso Nacional de Museos Universitarios Facultad de Comunicaciones, Universidad del Pacífico, Escuela de Periodismo, Universidad de Santiago de Chile.
- Arias, J. (2018). Hacia una tipología de los equipamientos interactivos en los museos y centros de ciencias. En *Los museos de ciencias Universum, 25 años de experiencia*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM.
- Asensio, M. y Pol, E. (1999). Nuevos escenarios para la interpretación del patrimonio: el desarrollo de programas públicos. Universidad Autónoma, Departamento de Psicología.
- Ayala, M., Garzón, M., y Malagón, J. (2008). Consideraciones sobre la formalización y matematización de los procesos físicos. En Ayala, M. (Ed.), *Los procesos de formalización*

- y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos. (1 ed., pp. 17-32). Editorial Kimpres.
- Bamberger, Y. y Tal, T. (2008). Multiple Outcomes of Class Visits to Natural History Museums: The Student's View. *Journal of Science and Education Technology*, (17), 274-284.
- Barthes, R. (1993). *La aventura semiológica* (2a ed.). Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Beetlestone, J., Johnson, C., Quin, M. y White, H. (1998). The Science Center movement: contexts, practice, next challenges. *Public Understanding of Science*, (7), 5-26.
- Blanco, A. (2004). Relaciones entre educación científica y divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1 (2), 70-86.
- Blanco, C. (2019). *Centros de Ciencia en Colombia: Intercambio y transferencia de conocimiento para la comunicación social de la ciencia y el fomento de la cultura científica*. Universidad Santo Tomás.
- Borún, M., Massey, C. y Lutter, T. (1993). Naive knowledge and the design of science museum exhibits. *Curador*, 36 (3), 201-218.
- Bourdieu, P. y Darbel, A. (1969). *El amor al arte. Los museos europeos y su público*. Paidós.
- Bovolenta, D. (2015). Panorama de las investigaciones brasileñas sobre educación en museos de ciencias. *Revista de Estudios pedagógicos*, 96 (244), 577-595. <https://dx.doi.org/10.1590/S2176-6681/33891329>.
- Bovolenta, D. y Colombo, J. (2020). Information and Communication Technologies (ICT) in educational research in science museums in Brazil. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 16 (2), 272-286.
- Bozdoğan, K. (2020). A Bibliometric Analysis of Educational Studies About Museum Education. *Participatory Educational Research (PER)*, 7 (3), 161-179. <http://www.perjournal.com>.
- Brady, A (2017). Salt, time, and metaphor: examining norms in scientific culture. *Cult Stud of Sci Educ*, (12), 387-394.
- Bruner, J. (1997). *La educación puerta de la cultura*. Machado Grupo de Distribución S.L.
- Bruner, J. (2000). *La educación, puerta de la cultura*. Machado Grupo de Distribución S.L.
- Camareno-Izquierdo, C., Garrido-Samaniego M., y Silva-García, R. (2009). Generating Emotions through Cultural Activities in Museums. *International Review on Public and non-Profit Marketing*, 6 (2), 151-165.
- Cambre, M. (2017). Centros y museos interactivos de ciencia en América Latina. En *Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos / Luisa Massarani [et al.] – Rio de Janeiro: Fiocruz – COC*.

- Campbell, J. (2019). Tú eres eso. Las metáforas religiosas y su interpretación. Girona: Ediciones Atalanta, S.L.
- Castellanos P. (2006). Los museos tradicionales, su público y el uso de las TIC: el caso del Observatorio Científico de la Ciudad Mediterránea. [Paper]. Razón y Palabra (48), 10.
- Castellanos, P. (2008). Los museos de ciencias y el consumo cultural: una mirada desde la comunicación. Editorial UOC.
- Chevallard, Y. (1997). Del saber sabio al saber enseñado: la transposición didáctica. Aique.
- COLCIENCIAS (2009). Lineamientos para el reconocimiento de centros de ciencia en Colombia. [https://colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/lineamientos\\_centrosdeciencia.pdf](https://colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/lineamientos_centrosdeciencia.pdf).
- COLCIENCIAS (2010). Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. <https://minciencias.gov.co/cultura-en-cte/apropiacion-social>
- Cols. E. (2007). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En Camilloni, A.; Cols, E.; Basabe, L. y Feeney, S. 71-124.
- Consejo Internacional de Museos [ICOM]. (2007). <http://icom.museum/la-vision/definicion-del-museo/L/1/>.
- Cordero, S. y Dumrauf. A. (2017). Enseñanza de las ciencias naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: su consideración y abordaje en las situaciones didácticas. En Revista Trayectorias Universitarias. 3 (5) 3-10 <http://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias>.
- Corradini, E. (2020). Educating to the Scientific Method and Culture in the Italian University Museums. Universal Journal of Educational Research, 8 (10), 4891-4896.
- Cuesta, M, Díaz, P., Echevarría, I., Morentin, M, y Pérez, C. (2000). Los museos y centros de ciencias como ambientes de aprendizaje. Revista Alambique, (26), 21-28.
- Davallon, J., Grandmont, G., Schiele, B. y De Koninck, MC. (1992). L'Environnement entre au Musée. Presses universitaires de Lyon.
- Davidsson, E. (2009). Enhancing Visitors' Interest in Science - A Possibility or A Paradox? Rev. Sci Educ. (39), 197-213.
- Durán, X. (2018). Las funciones diversas de la divulgación científica: conocimiento y ciudadanía. Communication Papers Media Literacy & Gender Studies, 7 (14), 149-157.
- Eco, U. (1989). La estructura ausente. Introducción a la semiótica. Editorial Lumen S.A.
- Eco, U. (1994). Signo. Labor.
- Eco, U. (2000). Tratado de semiótica general. (5ª Ed.). Editorial Lumen S.A.

- Elisondo, R. y Melgar, M. (2015). Museos y la internet: contextos para la innovación. *Innovación Educativa*, 15 (68), 17-32.
- Elórtogui, S. (2015). Historia Natural: la discusión. una revisión del concepto, el conflicto y sus ecos a la educación de las ciencias biológicas. *Estudios Pedagógicos*, XLI N° Especial, 267-281.
- Fabbri, P. (1973). Le comunicazioni di masa in Italia: sguardo semiótico e malocchio de la sociología. 5, 57-109
- Falk, J. et al. (2016). Correlating Science Center Use with Adult Science Literacy: International, Cross-Institutional Study. *Science Education*, 100 (5), 849–876.
- Falk, J. y Dierking, L. (1992). *The Museum Experience*, Whalesback Books.
- Falk, J. y Dierking, L. (2000). *Learning from the Museum*. AltaMira Press.
- Falk, J., Dierking, L. y Adams, M. (2006). Museums and Free-choice Learning. En Macdonald, S. (ed.), *A companion to museum studies*, Blackwell Publishing Ltd.
- Farber, P. L. (2000). *Finding Order in Nature: the Naturalist Tradition from Linnaeus to E. O. Wilson*. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press.
- Filippoupoliti, A. y Koliopoulos, D. (2014). Informal and Non-Formal Education: Outline of History of Science in Museums. *Sci & Educ*, 23, 781-791.
- Fogelberg, K. (2014). Unsilencing voices: a study of zoo signs and their language of authority. *Cult Stud of Sci Educ*, 9, 787-799. DOI: 10.1007/s11422-013-9566-8.
- Franco-Avellaneda, M. (2013). Educación en museos: artefactos, conocimiento y sociedad. El museo y la escuela. *Conversaciones de complemento*. Sello Explora.
- Franks, A. y Jewitt, C. (2001). The Meaning of Action in Learning and Teaching. *British Educational Research Journal*, 27 (2), 201-218. DOI: 10.1080/014119201200371444.
- Gadner, P. L. (1994). Representations of the relationship between Science and Technology in the curriculum, *Studies in Science Education*. (24), 1-28.
- Gerber, G. (2001). Relationships among Informal Learning Environments, Teaching Procedures and Scientific Reasoning Ability. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 535-549.
- Gibson, R. (1986). Translation, Physics and Facts of the Matter. *The Philosophy of Quine*. 139-153. La Salle.
- Gil, D. (1998). El papel de la Educación ante las transformaciones científico-tecnológicas Chapter. *Revista Iberoamericana de Educación*, (enero).

- Gil, D., Vilches, A., González, M. y Edwards, M. (2004). Las exposiciones y museos de ciencias como instrumentos de reflexión sobre los problemas del planeta. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación Científica*, 1(1), 66-69.
- Gilbert, J. y Priest, M. (1997). Models and Discourse: A Primary School Science Class Visit to a Museum. *Science Education*, 749-762.
- Gómez, M.Y. (2022). Estado del arte sobre la educación en museos (2000-2020): Demarcación de un estudio acerca de los procesos educomunicativos en museos de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: ted*, 52, 267-282. <https://doi.org/10.17227/>
- González, A. y Baratas, A. (2013). De gabinete a 'science center': 500 años de coleccionista en Historia Natural. En González Bueno, Antonio, Baratas Díaz, Alfredo. *Museos y colecciones de Historia Natural. Investigación, educación y difusión (9-25)*. Real Sociedad Española de Historia Natural.
- González, C. (2014). Algunas aproximaciones semióticas peirceanas al aprendizaje en organizaciones: análisis en un museo-caso. *Punto Cero*, Año 19 (28), 17-24.
- González, M. Gil, D. y Vilches, A. (s.f.). *Los museos de ciencias como instrumentos de reflexión sobre los problemas del planeta*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Griffin, J. (1998). Learning Science Through Practical Experiences in Museums. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 655-663.
- Griffin, J. (1999). Finding evidence of learning in museum settings. En Scanlon, Hill y Junker (Ed.) (1999). *Communicating science: context and Channels*. Routledge.
- Grupo de Investigación Maloka (2018). Acercar las fronteras entre el museo y la escuela como escenarios educomunicativos. *Revista Nómadas*, (49), 173-187. <https://dx.doi.org/10.30578/nomadas.n49a10>.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2005). Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias, una relación compleja. *Revista Alambique*, (43), 58-66.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (3), 401-414.
- Hein, G. (1998). *Learning in the Museum*. Routledge.
- Hein, G. (2006). *Museum Education*. En Macdonald, S. (Ed.). *A companion to museum studies*. Blackwell Publishing Ltd.
- Herbart, J. F. (1939) *Pedagogía General derivada del fin de la educación*. Madrid: Ediciones de la Lectura.
- Hernández, Francesc. (2007). *Museografía Didáctica*. En Santacana, J. y Serrat, N. (Coords.). *Museografía Didáctica [2ª ed.]*. Ariel.

- Hernández, Francisca. (1998). El museo como espacio de comunicación. Ediciones Trea, S.L.
- Hesse, M. (1993). Models, Metaphors and Truth. In Knowledge and Language. Volume III. Metaphor and Knowledge. Springer Science + Business Media, B.V.
- Hjelmslev, L. (1984). Prolegómenos a una teoría del lenguaje [2ª ed.]. Gredos.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760.
- Hofstein, A. y Rosenfeld, S. (1996). Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning. *Studies in Science Education*, Vol. January (28), 87-112.
- Hooper-Greenhill, E. (1999). *The Educational Role of the Museum*, 2nd edn. London: Routledge.
- Hooper-Greenhill, E. (2006). Studying Visitors. En Macdonald, S. (Ed.). *A companion to museum studies*. Blackwell Publishing Ltd.
- Huergo, J. (2010). Una guía de comunicación/educación, por las diagonales de la cultura y la política. En Aparici, R. (Coord.). *Educomunicación más allá del 2.0*. (1a Ed). Editorial Gedisa.
- Huergo, J. y Fernández, M. (1999). *Cultura escolar, cultura mediática/Intersecciones*. Colegio Académico de Comunicación y Educación – CACE. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ibáñez, J. (2003). Más allá de la sociología. El grupo de discusión: teoría y crítica. Siglo XXI España Editores.
- Ibáñez, J. (2016). Perspectivas de la investigación social. El diseño en las tres perspectivas. En García, M., Alvira, F. y Escobar, M. (Eds.), *El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación* (4ª ed.). Alianza.
- Instituto Geográfico Nacional. (s.f). Geomagnetismo ¿Qué es el geomagnetismo? <https://www.ign.es/web/teoria-geomagnetismo>
- Jacobi, D. (1998). Communiquer par L´eAcrit dans les museAes. In B. Schiele y E. H. Koster (Eds.), *La Revolution de la Museologie des Sciences*. E Aditions Multimondes, Press Universiteires de Lyon.
- Jagošová, L., Kirsch, O. y Tišliar, P. (2019). The Potential of Museums in the Mediation of Science and Technology. *Museum Presentation and Education on the Example of the Technical Museum in Brno (Czech Republic)*. *European Journal of Contemporary Education*, 8 (1).
- Jaipal, K. (2009). Meaning making through multiple Modalities in a biology Classroom: a multimodal Semiotics discourse analysis. *Science Education*. [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com).
- Jewitt, C., Kress, G., Ogborn, J., y Charalampos, T. (2001). Exploring learning through visual, actional and linguistic communication: The multimodal environment of a science classroom. *Educational Review*, 53 (1), 4-18.

- Kaplún, G. (2001). El currículo oculto de las nuevas tecnologías. En *Revista Razón y palabra*. 21. (febrero-abril).
- Kaplún, G. (2005). Contenidos, itinerarios y juegos. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 27, 1, 143-158 Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe.
- Kornelaki, A. y Plakitsi, K. (2018). Thunderbolt hunt. Educational Program for Students from 5 to 9 Years Old in the Archaeological Museum of Ioannina. *World Journal of Education* 8 (4).
- Leinhardt, G. (2014). Museums, conversations, and learning. *Revista Colombiana de Psicología*, 23 (1), 13-33.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Ablex Publishing.
- Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Paidós.
- Lemke, J. L. (1998). *Teaching All the Languages of Science: Words, Images, Symbols, & Actions*. University of New York.
- Lemke, J.L. (1998a). *Multiplying Meaning: Visual and Verbal Semiotics in Scientific Text*. In J.R. Martin & R. Veel (Eds.). *Reading Science*. Routledge.
- Leroi-Gourhan, A. (1971). *El gesto y la palabra. Técnica y lenguaje*. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela.
- Llonch, N. y Santacana, J. (2011). *Claves de la museografía didáctica*. Milenio Publicaciones S.L
- Lombana, C., Angulo, F. y Rickernmann, R. (2011). Un programa de formación continua con profesores de ciencias en el contexto de la relación Museo-Escuela. *Tecné, Episteme y Didaxis*, primer semestre de 2011 (29), 85-97.
- Lotman, I. (1993). La semiótica de la cultura y el concepto de texto. En *Escritos*, Revista del Centro de Ciencias del Lenguaje. 9, 15-20.
- Lotman, I. y Escuela de Tartu (1979). *Semiótica de la cultura*. Ediciones Cátedra S.A.
- Lotman, J. y Uspenkij. B. (1973). *Tipología de la cultura*. (trad. It.), Bompiani, Miln (1975)
- Lozano, J. (1979). Introducción a Lotman y la Escuela de Tartu. pp. 9-37. En Lotman, I. y Escuela de Tartu (1979). *Semiótica de la Cultura*. Ediciones Cátedra S.A.
- Lucas A.M. (1983). Scientific literacy and informal learning. *Studies in Science Education*, (0), 1-36.
- Lucas, A., McManus, P. y Thomas, G. (1986). Investigating learning from informal sources: Listening to conversations and observing play in science museums. *European Journal of Science Education*, 8 (4), 341-352.

- Lukomski, A. (2012). Debate sobre la indeterminación de la traducción lingüística propuesta por W.V. Quine Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades*, 80, 61-84. Universidad Santo Tomás-
- Marandino, M. (2002). A biología nos museus de cincias: A quest o dos textos em bioexposies. *En Ciencia y Educación*, (8) 2, 187-202.
- Marandino, M. (2003). Estudo do processo de transposição museográfica em exposições 2003 do MAST. *En Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências*. Ed. Access e Faperj.
- Marandino, M. (2005). A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *Revista História, Ciências, Saúde, Manguinhos*, 12 (suplemento), 161-81.
- Marandino, M. (2014). The expositive discourse as pedagogical discourse: studying recontextualization in the production of a science museum exhibition. *Cult Stud of Sci Educ*, (11), 481-514.
- Marandino, M. (2016). The expositive discourse as pedagogical discourse: studying recontextualization in the production of a science museum exhibition. *Cult Stud of Sci Educ*. (11). 481-514
- Martin, A., Durksen, T., Williamson, D., Kiss, J. y Ginns, P. (2016). The Role of a Museum-Based Science Education Program in Promoting Content Knowledge and Science Motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, April 2016. [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com).
- Massarani, L., Amorim, L., Falla, S., Martins, A., Norberto, J., Reznik, G. y Rowe, S. (2019). A experiência de adolescentes ao visitar um museu de ciência: Um estudo no Museu da Vida. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Massarani, L., Fazio, M. E., Norberto Rocha, J., Dávila, A., Espinosa, S. y Bognanni, F. A. (2019a). La interactividad en los museos de ciencias, pivote entre expectativas y hechos empíricos: el caso del Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Abremate (Argentina). *Ciênc. Educ.*, Bauru, 25 (2), 467-484.
- McManus, P. (1992). Topics in museums and science education. *Studies in Science Education*, (20), 157-182.
- Megid, J. y Carvalho, L.M. (2018). Pesquisa de Estado da Arte: fundamentos, características e percursos metodológicos. En Eschenhagen, M.L. et al. (2018). *Construcción de problemas de investigación: Diálogos entre el interior y el exterior*. Fondo Editorial FCSH. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Mejía, L. y Runge, A. (2010). Procesos de subjetivación y experiencias formativas: Un Estudio Antropológico Pedagógico en los Centros de Ciencia de la Ciudad de Medellín. Ponencia. II Congreso Internacional de didactiques.
- Melgar, M. y Elisondo, R. (2017). (Comp.). *Museos y educación: Buscando musas*. Cuadernos de Educación 6. Latina.

- Mello, D.A.T., Neves, M.C.D., Mello, A.J.T.S. et al. (2023) A Model-Based Analysis of the Museo Galileo Interactive Area. *Sci & Educ* 32, 1197–1219. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00360-0>.
- Menezes, E. y Pimentel, A. (2019). O espaço não formal e o ensino de ciências: um estudo de caso no centro de ciências e Planetário do Pará. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24 (3), 345-364.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Anthropos Service.
- Moreno, E. (2018). *La Educomunicación como práctica y como objeto teórico.* (Tesis doctoral) DIE – UPN.
- Museo de La Plata (2020). *Historia.* <https://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/museo>.
- Museo de La Plata (s.f.). *La Tierra una historia de cambios. Catálogo de la exposición de una sala remodelada por los profesores y alumnos de un seminario museológico.* Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Museo de La Plata. (2023). *La tierra una historia de cambios.* Universidad Nacional de La Plata. <https://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/latierra>
- Narváez, A. (2004). *Cultura mediática y educación formal: un punto de vista comunicacional.* *Revista Colombiana de Educación.* 80-115.
- Narváez, A. (2010). *Modelos pedagógicos y modelos comunicativos.* En *Pedagogía y Saberes*, 32, UPN, 7-22.
- Narváez, A. (2013). *Educación y comunicación: del capitalismo informacional al capitalismo cultural.* (1ª ed.). Universidad Pedagógica Nacional.
- Narváez, A. (2013a). *Educomunicación: de objeto socio-mediático a objeto teórico.* Inédito. Ponencia. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Narváez, A. (2019). *Educación mediática, institución cultural y nación. Entre el púlpito, el museo e internet.* *Pedagogía y saberes*, (50), 159-172.
- Narváez, A. (2019a). *Educomunicación: ¿investigar en medios o investigar en comunicación?* En Ruiz, A. y Narváez, A. (2019) (Eds.) *Cátedra Doctoral. El método en discusión.* Universidad Pedagógica Nacional.
- Narváez-Montoya, A. (2019). *Comunicación educativa, educomunicación y educación mediática: una propuesta de investigación y formación desde un enfoque culturalista.* *Palabra Clave*, 22 (3), DOI: <http://doi.org/10.5294/pacla.2019.22.3.11>.
- Neitzel, A., Uriate, M. y Franklin, K. (2020). *O museu de ciências como espaço de provocação dos sentidos.* *Eccos - Revista Científica*, São Paulo, n. 53, 1-17. <https://doi.org/10.5585/eccos.n53.16792>.

- Newark Museum (sf). A Museum and Its City. Newark museum: selected Works. <https://www.newarkmuseumart.org/sites/default/files/Selected%20Works-History%20Extract.pdf>
- Niels, E. (1977). Le concept du travail en gnral chez Marx unes anthropologie matrialiste. En *Matières*, 4.
- Olivé, L. (2005). La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento. *Revista de la Educación Superior*. XXXIV (4), 136, octubre-diciembre, 49-63, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Olivé, L. (2012). El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología. UNAM.
- Oliveros-Rodríguez, E. (2020). Iuri Lotman: Interacciones entre semiótica y educación. En *Cultura, Educación y Sociedad*, 11 (1), 139-150.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], (2015). Replantear la educación. ¿Hacia un bien común mundial? ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp)).
- Padilla, J. y Patiño, L. (2007). Impacto de los museos y centros de ciencias: una perspectiva mexicana. En X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad”.
- Palma, H. (2008). Metáforas y modelos científicos. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias. Libros del Zorzal.
- Palma, H. (2016). Ciencia y metáforas. Crítica de una razón incestuosa. Prometeo Libros.
- Pasquali, A. (1990). Comprender la comunicación. Caracas. Monte Ávila Editores.
- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn meets T. Rex: Critical conversations and new directions in science centres and science museums. *Studies In Science Education*, 37, 1-42.
- Peirce, Ch. (1986). La ciencia de la semiótica. Nueva Visión.
- Planetario de Bogotá (2012). Fichas y manuales de las actividades interactivas y audiovisuales. Museo del Espacio. Bogotá.
- Planetario de Bogotá (2020). Un nuevo aire para el Museo del Espacio. [https://planetariodebogota.gov.co/noticia/un-nuevo-aire-para-museo-del-espacio?fbclid=IwAR1P1CuwocFCj\\_4Rxnwjr5b9eX6a\\_rQyxmIcQRcK2xiM44nPkSDhg\\_hDyt-g](https://planetariodebogota.gov.co/noticia/un-nuevo-aire-para-museo-del-espacio?fbclid=IwAR1P1CuwocFCj_4Rxnwjr5b9eX6a_rQyxmIcQRcK2xiM44nPkSDhg_hDyt-g).
- Planetario de Bogotá. (2020a). El Planetario de Bogotá un escenario lleno de historia. <https://planetariodebogota.gov.co/noticia/planetario-bogot-un-escenario-lleno-historia#:~:text=El%20Planetario%20de%20Bogot%C3%A1%20es,la%20ciencia%20y%20la%20tecnolog%C3%ADa.>

- Pozo, J. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. En *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 7, 18-28.
- Prain, V. y Waldrip, B. (2006) An Exploratory Study of Teachers' and Students' Use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Science, *International Journal of Science Education*, 28 (15), 1843-1866. DOI: 10.1080/09500690600718294
- Quine, W.V. (1968). *Palabra y Objeto*. Trad. Manuel Sacristán. Labor.
- Quine, W.V. (1986). *Teorías y cosas*. Trad. Antonio Ziri6n. Editorial Instituto de Investigaciones Filos6ficas.
- Rasino, M., Broiero, X. y Garc3a-Romano L. (2019). Museos virtuales iberoamericanos en espa6ol como contextos de ense6anza y aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Ense6anza y Divulgaci6n de las Ciencias*. Universidad de C6diz. APAC-Eureka, 17.
- Rennie, L. y McClafferty, T. (1996). Science centres and science learning. *Studies in Science Education*, (27), 53-98.
- Revuelta, et al. (s.f.). Efectos a largo plazo de los museos y ferias de la ciencia en Espa6a. Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud de la Universidad Pompeu Fabra <https://ccs.upf.edu/wp-content/uploads/El-impacto-local-de-los-museos-y-ferias-de-ciencia-en-Espa%C3%B1a1.pdf>
- Reynoso, E. (2013). Los museos de ciencia en la sociedad de la informaci6n y el conocimiento. En. *El museo y la escuela. Conversaciones de complemento*. Sello Explora.
- Riccardi, A. C. (2014). El museo de La Plata: su transformaci6n en instituci6n universitaria. En: *Anales de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires*. Tomo XLVII, 2013, pp. 461-487. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59780>
- Rinaudo, M. et al. (2019). The educational role of a scientific museum: a case study. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1287. 012050. DOI:10.1088/1742-6596/1287/1/012050.
- Rios, S. (1995). *Modelizaci6n*. Alianza
- Rocha, M. Massarani, L. y Pedersoli, C. (2017). La divulgaci6n de la ciencia en Am3rica Latina: t3rminos, definiciones y campo acad3mico. En Luisa Massarani [et al.]. *Aproximaciones a la investigaci6n en divulgaci6n de la ciencia en Am3rica Latina a partir de sus art3culos acad3micos*. Fiocruz – COC.
- Roncancio, G. (2010). *Pol3ticas de comunicaci6n educativa en Colombia 1995-2010*. (Tesis de maestr3a – Universidad Pedag6gica Nacional de Colombia).
- S3nchez-Mora, C. y S3nchez-Mora, A. M. (2003). Glosario de t3rminos relacionados con la divulgaci6n: Una propuesta. [http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm\\_send/8549](http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm_send/8549)

- Sánchez-Mora, M.C., (2013), La relación Museo-Escuela: tres décadas de investigación educativa. El museo y la escuela. Conversaciones de complemento. Sello Explora.
- Sánchez-Mora, M.C., (2018). En busca de un punto de partida para estudiar los museos y centros de ciencia. Los museos de ciencias. *Universum*, 25 años de experiencia. UNAM.
- Sánchez-Mora, M.C., (2022). La evaluación del aprendizaje informal en los museos de ciencia a partir de la investigación. En revista *Avatares de la Comunicación y la Cultura* N° 24. Universidad de Buenos Aires.
- Santacana, J. (2007). Museografía didáctica, museos y centros de interpretación del patrimonio histórico. En *Museografía Didáctica*. En Santacana, J. y Serrat, N. (Coords.). *Museografía Didáctica* [2ª ed.]. Ariel.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (1).
- Segarra, A., Vilches, A. y Gil, D. (2008). Los museos ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (n. 22), 85-102. (ISSN: 0214-4379).
- Serrano, C. (2014). ¿Museos del futuro? Comunicación, educación en interactividad. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, (2), 129-140 ISSN: 2386-4303.
- Serrat, N. y Font, E. (2007). Técnicas expositivas básicas. En J. Santacana y N. Serrat. (coords.). *Museografía didáctica*, 253-302. Ariel.
- Shannon, C. (1948). A Mathematical Theory of Communication, *Bell System Technical Journal*, XXVII, 3, 423; 4, 623-656.
- Silverman, L. (1995). Visitor Meaning-Making in Museums for a New Age. *Curator*, 38 (3), 161-170, American Museum of Natural History.
- Simonneaux, L. y Jacobi, D. (1997). Language constraints in producing prefiguration posters for a scientific exhibition. *Public Understand. Sci*, (6), 383-408.
- Sokal, A. (2017). La visión científica del mundo. En revista *El Malpensante*, 182. <https://elmalpensante.com/articulo/3721/la-vision-cientifica-del-mundo>
- Sokal, A. y Bricmont, J. (2008). *Imposturas Intelectuales*. Editorial Paidós Ibérica S.A.
- Souza, S. y Santos, P. (2005). A dimensão comunicativa de uma Exposição de objetos técnicos. *Ciencia y Educación*, 11 (3), 445-456.
- Strömdahl, H. (2012). On Discerning Critical Elements, Relationships and Shifts in Attaining Scientific Terms: The Challenge of Polysemy/Homonymy and Reference. *Sci & Educ*, (21), 55–85. DOI: 10.1007/s11191-010-9335-y.

- Tamayo y Salmorán, R (2001). Thales de Mileto Vs el resto del mundo. Revista Isonomía no. 14. Instituto Tecnológico Autónomo de México. <http://www.isonomia.itam.mx/index.php/revista-cientifica>.
- Tang, K. (2015). Reconceptualising Science Education Practices from New Literacies Research. *Science Education International*. 26 (3), 307-324.
- Tang, K. S., Tan, S. C. y Yeo, J. (2009). Students' multimodal construction of Work-energy concept. Manuscript submitted for publication.
- Trujillo, L.M. (2018). Configuración didáctica y pedagógica de los contextos educativos no convencionales de ciencias naturales en Colombia. Aproximación al estado del arte. [Tesis inédita de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- UNESCO. (2000). La ciencia para el siglo XXI – Un nuevo compromiso. [Conferencia] Conferencia Mundial sobre la Ciencia. Budapest, Hungría, 26 de junio al 1 de julio de 1999. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938_spa)
- UNESCO-ICSU (2000). Conferencia Mundial sobre la Ciencia. La ciencia para el siglo XXI. Un nuevo compromiso. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938_spa).
- Valbuena, E., Morales, D. (2017). Las visitas a museos de ciencias y su relación con la escuela. Una revisión documental. Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, Edición Extra-Ordinaria, 413-424. [revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/download/1568/1510/](http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/download/1568/1510/)
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2008). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista electrónica de investigación educativa*, 9 (1), 1-22. <http://redie.uabc.mx>.
- Vernant, J. (2003). Mito y sociedad en la Grecia antigua. Madrid: siglo XXI Editores.
- Wagensberg, J. (2000). Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Alambique*, 15-20.
- Wagensberg, J. (2001). Principios fundamentales de la museología científica moderna. *B.MM*, 55, 22-24.
- Wagensberg, J. et al. (2006). Cosmocaixa: el museo total por conversación entre arquitectos y museólogos. *Sacyr*.
- Watermeyer, R. (2015). Science engagement at the museum school: teacher perspectives on the contribution of museum pedagogy to science teaching. *British Educational Research Journal*, 41 (5), 886-905.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science; the role of the interactive science centers. *Physical Education*, (25), 247-252.
- Wittlin, A. S. (1949). *The Museum, its History and its Tasks in Education*. London: Routledge and Kegan Paul.

- Wolf, M. (1985). *La investigación de la comunicación de masas. Críticas y perspectivas.* (1a Ed.). Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Yeo, J. (2009). Finding science in students' talk. *Cult Stud of Sci Educ*, (4), 913-919. DOI 10.1007/s11422-009-9201-x.
- Yoon, S. et al. (2013). Scaffolding Informal Learning in Science Museums: How Much Is Too Much? *Science Education*, 97 (6), 848–877.
- Yorea, L. y Treagust, D. (2006). Current Realities and Future Possibilities: Language and science literacy empowering research and informing instruction. *International Journal of Science*.

## 8. ANEXOS

### Anexo A – Descripción general módulos Sala dos y cuatro y del Museo del Espacio

La sala 2 del Museo del Espacio está compuesta por trece módulos a través de los cuales se aborda la observación del cielo nocturno, haciendo uso exclusivo del ojo humano, lo que incluye además las interpretaciones de fenómenos particulares como el paso de cometas o la retrogradación de Marte, o globales en términos de cosmogonías o cosmologías, y los instrumentos arquitectónicos iniciales que acompañaron tal actividad. A continuación, se presenta una descripción general.

**Tabla 12**

*Descripción general módulos Sala dos Museo del Espacio*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propósito</b>	<b>Contenido</b>	<b>Experiencia</b>
PBO 0201	Mirar e Interpretar	Exponer diversas concepciones del cosmos en la historia de la humanidad.		Experiencia audiovisual 4 clips de 7 minutos c/u
PBO 0202	Con los ojos de arte	Mostrar diversas interpretaciones históricas del universo y de los fenómenos celestes a través del arte.	Proyección de una secuencia de obras pictóricas, desde arte rupestre hasta la pintura contemporánea, en las que sus creadores plasman visiones del cielo nocturno.	Experiencia visual Lopp de 8 minutos
PBO 0203	Observatorios ancestrales	Mostrar las diversas maneras para observar el cielo en varias	Se proyecta un documental corto en el que se evidencian las visiones e interpretaciones que tienen	Experiencia visual Imágenes en cajas de luz

		civilizaciones antiguas.	cuatro pueblos originarios del territorio nacional (muiscas, tatuyos, guajiros, arhuacos), contadas por sus propios integrantes, sobre el cielo nocturno.	
PBO 0204	Instrumentos antiguos de observación	Mostrar diversos mecanismos e instrumentos antiguos para observar el cielo y realizar mediciones.	Se presentan seis instrumentos usados para la navegación o medición del tiempo en la Europa de finales de la Alta Edad Media e inicios de la modernidad.	Experiencia visual Modelos a escala
PBO 0205	Lecturas del universo	Mostrar diversas interpretaciones históricas del origen y forma del universo.	Se muestran las concepciones interpretativas del universo para las tradiciones mesopotámica, hebrea e india, y se contrastan con los modelos del sistema Sol-planetas de Ptolomeo, Copérnico y Brahe	Experiencia visual Cajas de luz
PBO 0206	Dibuja una constelación	Mostrar la arbitrariedad en el diseño de los asterismos de las constelaciones.	Mediante el uso de pantallas táctiles, el público puede unir las estrellas mediante trazos imaginarios para formar figuras que después son contrastadas con los asterismos convenidos en la astronomía.	Experiencia interactiva 2 pantallas táctiles

PBO 0207	Las constelaciones son una ilusión	Demostrar que las estrellas no están en el mismo plano de la bóveda como parecen.	El público observa los asterismos de cuatro constelaciones conocidas (Osa Mayor, Orión, Escorpión y Leo) para luego contrastar cada una con un modelo que muestra a escala las distancias de cada estrella que las componen respecto de la Tierra.	Experiencia visual Maquetas de leds con mirillas
PBO 0208	El telescopio de Galileo	Ilustrar el aporte de Galileo, el telescopio y sus descubrimientos astronómicos.	Réplica del telescopio de Galileo.	Experiencia visual Réplica, gráficos, texto
PBO 0209	La cúpula celeste	Ilustrar el movimiento de la bóveda celeste en latitud ecuatorial.	Modelo de la cúpula celeste, dividido en dos partes que representan respectivamente los hemisferios norte y sur, y que hacen la rotación anual sobre una maqueta del centro de Bogotá para simular la variación de las constelaciones a observación según la orientación y el tiempo."	Experiencia interactiva
PBO 0210	La ilusión de Marte	Ilustrar la apariencia del movimiento	Modelo que representa el movimiento de Marte para contrastar la interpretación geocéntrica que lo entiende	Experiencia visual

		retrógrado planetario	como una retrogradación sobre su órbita con respecto a la interpretación heliocéntrica.	
PBO 0211	Cola de cometas	Mostrar el efecto del Sol sobre los cometas	Mediante un dispositivo denominado radioscopio se hace una analogía sobre lo que pueden experimentar los cometas en sus órbitas en torno al Sol.	Experiencia interactiva Veletas de luz, linterna
PBO 0212	Fases de la luna	Mostrar el mecanismo de la apariencia de las fases lunares.	Mediante un modelo de silla giratoria, que usa el público, que tiene anclada una esfera blanca y una fuente de luz a cierta distancia, que representan respectivamente la Tierra, la Luna y el Sol, se simula el fenómeno de las fases lunares.	Experiencia interactiva
PBO 0213	Representación de los cuerpos celestes	Mostrar las cambiantes ideas históricas en la representación de los astros.	En seis láminas se muestran los cambios históricos dados en la representación de los cuerpos del Sistema Solar observados por telescopios, transitando desde el dibujo hasta la fotografía.	Experiencia visual

*Nota.* Elaboración propia a partir de la descripción disponible en el Planetario de Bogotá (2012)

La siguiente fotografía corresponde a una interacción con público visitante en la sala en mención.

### Figura 17

*Mediador en interacción durante visita escolar.*



*Nota.* Fotografía realizada por Karen Melissa Fernández Gómez, octubre de 2019.

La sala 4 denominada *Mirar con la Mente* consta de ocho módulos que componen la exhibición museal, a través de los cuales se presenta tanto la capacidad explicativa del pensamiento humano respecto de lo observado en el espacio exterior, como las dudas de toda índole que quedan por resolver en la investigación de este.

### Tabla 13

*Descripción general módulos Sala cuatro Museo del Espacio*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Propósito</b>	<b>Contenido</b>	<b>Experiencia</b>
PBO 0401	Visiones del Universo	Ilustrar las diferentes ideas, concepciones y modelos que los científicos pueden	En una sala inmersiva, con sillas en el centro y seis televisores dispuestos en las paredes	Experiencia audiovisual Clip de 6 pantallas, 11 minutos

		tener para explicar un concepto.	circundantes, se muestra a actores colombianos representando a seis científicos clave en la construcción del modelo del Big Bang y los debates que afrontaron en ese proceso.	
PBO 0402	Balanza astronómica	Ilustrar los conceptos de masa, gravedad y peso.	Una balanza en el suelo, en la que se puede ubicar cada persona del público, frente a un televisor que muestra diferentes cuerpos del Sistema Solar y estrellas de otros sistemas que se van alternando al obturar dos botones, muestran el peso corporal de la persona en cada cambio dependiendo de la acción	Experiencia interactiva Pantalla, balanza, pulsadores

			gravitacional de cada cuerpo.	
PBO 0403	Piso gravitacional	Ilustrar el concepto de masa, gravedad y espacio-tiempo.	Una porción del piso de la sala, pintada de blanco muestra un grupo de luces puntuales proyectadas desde el techo hacia este. Las luces siguen al público que transita este piso, simulando con ello la atracción gravitacional que experimentan los cuerpos frente a cuerpos de masas superiores.	Experiencia interactiva Software, proyección
PBO 0404	Agujero Negro	Ilustrar los conceptos de fuerza gravitacional y curvatura del espacio-tiempo.	Una mesa con cuatro aberturas de bordes curvados representa la curvatura del espacio-tiempo generada por agujeros negros. El público puede arrojar canicas en ella para simular el comportamiento	Experiencia interactiva Canicas, lanzaderas

			gravitacional en las inmediaciones de los agujeros negros.	
PBO 0405	La vorticidad de Júpiter	Mostrar el mecanismo atmosférico de Júpiter.	Una mesa circular cuya parte superior rota sobre una base inmóvil, con una superficie transparente bajo la cual hay un fluido interno visible al público, representa la vorticidad de júpiter al ser girada por las personas.	Experiencia interactiva Mezcla de fluidos
PBO 0406	Impacto de asteroide	Ilustrar el mecanismo de la formación de cráteres de impacto.	Un contenedor con arena en el fondo (que representa la superficie de un cuerpo planetario o satelital), con una tapa transparente y con dos objetos metálicos de masas y formas diferentes (que representan meteoritos) que se	Experiencia interactiva Caja de arena

			dejan caer sobre la arena para representar con ello el impacto de asteroides.	
PBO 0407	Galaxias en interacción	Mostrar la realidad del evento de la colisión de las galaxias y su resultado.	Un televisor, con un control de video juego adaptado manipulable por el público, simula la interacción gravitacional de dos galaxias que colisionan, variando la velocidad, dirección, orientación y tamaño de aquellas.	Experiencia interactiva Pantalla y joystick
PBO 0408	Simulador del Universo	Mostrar el Universo a gran escala.	En un semidomo se proyecta una secuencia que simula un viaje desde la Tierra a los confines del universo observable y viceversa. El público se convierte en el	Experiencia interactiva Pantalla, joystick

			piloto de aquel mediante la manipulación de un control adaptado.	
--	--	--	--	--

*Nota.* Elaboración propia a partir de la descripción disponible en el Planetario de Bogotá (2012)

#### Anexo B - Entrevista a divulgador científico

El Museo del Espacio ha sido seleccionado como locus de la investigación doctoral titulada “*La Recodificación de la cultura científica: un análisis en el Museo del Espacio*” por estar caracterizada como una institución centrada en la divulgación de la cultura científica, y también porque allí se llevan a cabo procesos educomunicativos.

Las siguientes preguntas son fundamentales para hacer una descripción general de la exhibición museal y seleccionar el corpus empírico para el análisis semiótico.

- 1) ¿Cómo se fue consolidando la actual exhibición museal del Museo del Espacio, luego de la ‘remodelación’ del año 2013?
- 2) ¿Qué elementos componen la actual exhibición museal?
- 3) ¿Cuáles son las características comunes entre las diferentes salas? (principalmente entre la 2, 3 y 4.
- 4) Tengo conocimiento de que en el año 2012 Germán Puerta diseñó y fundamentó las fichas y manuales de actividades interactivas y audiovisuales, podrías contarnos cómo se construyeron los labels o rótulos que acompañan objetos, imágenes o artefactos en los módulos de la exhibición museal.
- 5) Teniendo presente que la exhibición museal se ha modernizado, tienes conocimiento de si se han cambiado algunos de los rótulos desde entonces.
- 6) Si es así, qué cambios has podido evidenciar.

## Desarrollo

- 1) La renovación del PB partió de ideas de quienes coordinaban en ese tiempo Germán Puerta, Jorge Guevara. En lo conceptual, mayor participación en astronomía. Ideas generales. Desarrollo museográfico y museológico convocatoria la ganó Explora y así se crearon la interpretación de universo fue la temática a lo largo de la historia. Eje importante análisis de la luz y de las ideas. Sala 2 cómo entendió el universo a partir de la luz. Sala tres a esas otras radiaciones. En sala 4 las ideas, muchas miradas diferentes orientaciones al ser humano para cómo entender el universo. Ya no están los seis televisores, por siglos XVII y XVIII evolución del universo, discusiones entre seis científicos. Sala 5 mirada de la Tierra.

Pero no existieron documentos físicos que hablaran de esa orientación. Primeras semanas y meses se fue dando una idea. Las formaciones no fueron buenas, fueron técnico operativas. Los pocos documentos que quedaron fueron construidos por los mediadores las intenciones del Museo y dar cuerpo a la mediación, poco dialógico más expositivos. Los primeros tres años el ME estuvo tal cual, más allá de los mantenimientos. Los recorridos, las rutas y conversaciones tanto para grupos como visitas escolares encaminados hacia lo mismo. Acompañar la gente a través de las salas acerca de lo que se veía allí. Herramientas de bolsillo en canguros y que pudieran complementar lo que había allí, los dispositivos que se encontraban en ese momento. Lentamente se fueron dando cambios en los elementos físicos por desgaste, de las 25 experiencias solo 2 o 3 se cambiaron. Elementos nuevos que hicieron parte de la exposición, con la Fuerza Aérea, con José Arroyo y Gómez. (Milton César Carvajal Castaño)

2019 ya las intervenciones empezaron a ser más fuertes en cuanto a: tener relación más fuerte entre Domo y el ME. Ruta con David Bowie performance presentación digital y lo que se hacía en el ME, no funcionó muy bien. Hubo cambio en pantallas del ME, contenidos de la sala 4 cambio el piso gravitacional, colisiones de galaxias cambio radical. Media esfera viaje de lo más pequeño a lo más grande. Varios dispositivos cambiaron desde lo digital, los videos en función de lo que se iba necesitando. Hubo inconveniente porque los cambios no se armonizaron con las formaciones en los mediadores. Esa transición se va dando.

Actualmente con los cambios se ha tenido problemas con la apropiación construir en conjunto con la comunidad en esta renovación. No se discutieron concienzudamente con la comunidad (expertos se hizo conversación, pero hizo falta con grupos de gente experta, con pares en los temas que se quieren con la academia, con las Universidades, con los semilleros profes y estudiantes de PPP, comunidad cercana grupos Aso sandiego, con colectivos culturales y artísticos siendo parte de IDARTES). La conversación fue poca. Con el público en general debió ser más profundas. Cambios fuertes en los discursos en los mediadores.

- 2) Elementos análogos son todos estos elementos que son de mover, de tocar, palancas, manuales, que se puedan girar. Es importante que existan, sentir texturas, girar cosas, es muy potente en la apropiación y divulgación. Elementos cinéticos.

Elementos digitales: nuevas pantallas touch, software que interpreta información del entorno y le da algo al visitante con esa información, la cámara térmica. Dispositivos que son muy importantes. Desde la inclusión hay serie de elementos que ayudan a la mediación. Otros sentidos diferentes a la percepción visual. Muy habitual en Museos. Intentado porque no ha sido algo diseñado, modificaciones.

Hay dispositivos modificados y otros no para incorporar lo inclusivo. Poblaciones diversas.

- 3) Rasgo común que las atraviesa es hilo temático que se quiso tener en un comienzo. Hoy está mucho más cambiada. Astronomía, historia de la... sala 1 resumen completo de la historia de la humanidad frente a la naturaleza. Sala 2 luz visita sala 3 lo no visible sala 4 y 5 nuevos desarrollos y exploraciones en el campo de las ciencias. Hoy en día lo temático es más difuso.

- 4) En lo material el concepto museográfico permitía establecer mayoría dispositivos, estructura física eran muy similares en todo el museo, la forma, la altura. Cierta orden en los recorridos, dos cubitos entre las salas 2 y 3 3 y 4 contando historias que complementan. Identificaba ese orden muy fácil. El lenguaje que se utilizaba en los habladores, se tenía en inglés y castellano, todos con sus referencias. La forma en que estaban escritas permitía que las personas entendieran de forma claras para las personas. La mayoría de los casos eran claros para orientar en torno al funcionamiento de los elementos y dispositivos que, aunque no eran autocontenidos, a pesar de eso tratábamos de estar pendiente pero la gente se podía apoyar en los labels instrucciones en los habladores.

El contenido de los habladores tenía de funcionamiento y qué se esperaba de él en el marco de un fenómeno natural, ese acercamiento incluía una instrucción para interactuar con el dispositivo.

Las palabras estaban bien escogidas, probablemente el 100% no lo logra, pero si un buen porcentaje. Qué se quería con ellos y de qué fenómeno estaban hablando.

No tiene información acerca de cómo se construyeron los habladores. No teníamos acceso a esos elementos museográficos, varios años más adelante se dieron cuenta que algo se había hecho. No hay claridad sobre cómo se pensaron esos elementos de apoyo. El equipo misional y contratistas hoy están trabajando en la nueva renovación. No se sabe de la renovación del 2013, Germán y otras personas para Explora. Se encontró muy poco. Disco duro de 2 teras de información, planos, elementos de diseños, museológico casi nada. Pudo hacer parte de la licitación con Explora con ideas que se dieron desde PB.

- 5) Los cambios en los habladores se fueron cambiando por necesidades de exposiciones temporales, se cambiaban y que quedaran lo más parecido en tipografías los originales. Normalmente los escribía alguien de línea intentando mantener más o menos como la misma línea como estaba escrita. Manera clara y concreta lo que estaba allí. En exposiciones permanentes sala 4 fueron construidos no en una discusión sino por pocas personas para cambiar ese dispositivo. No se hizo una gran discusión misional. Se trata de la premura de tener productos, se necesitaba contenidos producidos en el corto plazo. Por ejemplo: el cohete para la celebración de 50 años de llegada del hombre a la luna. Hay disparidad en el estilo museal frente a lo nuevo. Esas intervenciones se van dando de manera urgente, no es que no se haya planeado, pero hubo detalles en videos, de las temáticas todo se hubiera hecho mejor. Material específico por ejemplo en la Ruta acerca de la Luna.
- 6) De los 50 años, se propuso una ruta para la conmemoración y se crearon exhibición creada desde PB con el contratista, ellos fueron los que en equipo propusieron la estructura museal, complementaba lo que se hacía en ME complementaba con lo de DOMO. Ha faltado en las modificaciones que no hayan tenido que ver con la actual remodelación. Adicionalmente, debe reforzarse tener en cuenta el contexto de Bogotá siempre debe haber mediación. Durante algunos años se discutió para qué mediadores, si el Museo debe poder funcionar sin guías. A las personas les gusta mucho que les cuenten, que les indique cómo

funciona, al colombiano le gusta que le conversen, hablar desde sus experiencias. Y relacionarlo con lo que pasaba en el dispositivo. Del cotidiano de la gente aquí, la luna y el corte del pelo, Almanaque Bristol. Cultivo y corte de.

Cámara térmica, el porqué de los colores, azul o rojo. El dispositivo se vuelvan complemento ideal de las experiencias. Es importante que ellos cuenten sus experiencias, asociación con la vida diaria. A diferencia de lo que puede pasar en otros museos, en EEUU en el Exploratorium no hay mediación, interacción directa.

La gente exige que la traten, ser atendidos. Quien me atiende, quien me guía, yo pagué por un servicio. Muy idiosincrático. La gente prefiere estar en un grupo en el que se siente atendido. Afirman con vehemencia: no me han contado nada...

Con Mauricio Giraldo hubo discusiones interesantes. No nos preocupemos como diseñadores de experiencias, no es lograr que la gente aprenda algo, es pretensioso pensar que un estudiante que viene obligado pensando en otras cosas. Viva una experiencia favorable al hábito de ir a los museos, que algo aprendió, que se asombró. Preguntas del público, que dio respuesta. Difícil de medirlo.

Para terminar, hay una tendencia fuerte en análisis de datos en el campo educativo. Algoritmos de IA y machine learning.

Anexo C - Matriz descriptiva Museo del Espacio Planetario de Bogotá

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>1</b> PBO 0301 Radiación cósmica de fondo</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 7</p> <p><b>Descripción/Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Televisor de tecnología rayos catódicos: 1 osciloscopio analógico (uno o varios canales verticales, canal horizontal, base de tiempo, sistema de disparo y por supuesto, módulo de tubo de rayos catódicos)</p> <p>Cuerpos esféricos: 3 en material polietileno</p> <p>Caja informativa: 1 en material adhesivo sobre acrílico</p> <p>Facsímil 1 reproducción del mapa CMB (planisferio) impreso en papel</p> <p><b>Todas analógicas (7)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética:</b> 4</p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p>2 alusivo al mapa en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativa:</b> 7</p> <p><b>Mapa:</b> 1</p> <p><b>Infografía:</b> 4</p> <p><b>Tridimensionales:</b> 1 maqueta que figura la evolución de cuerpos celestes mediante tres objetos esféricos</p> <p><b>Índice:</b> 1 observación del “ruido de fondo” o “nieve” que muestra la pantalla cuando no está conectada a la antena son restos perceptibles en la banda de microondas</p>	<p>Medios (Formas) de explicación Historia/Narración/Argumento</p> <p><b>Texto argumentativo- abstracto:</b> 6</p> <p>Explicación descriptiva: 4</p> <p>Del modelo teórico: 1</p> <p>1 tabla periódica de elementos químicos</p> <p>1 referencia histórica al uso del espectro para comprender el Universo e imagen fenómeno de descomposición de la luz blanca</p> <p>1 ecuación relación color longitud de onda y frecuencia</p> <p>1 representación cartesiana de las diferencias de temperatura usadas para explicar la formación de las galaxias)</p> <p>1 verificación (abductiva) del modelo del Big Bang basado en la "superficie de última dispersión" de los fotones (370.000 años después del Big Bang)</p> <p><b>Texto figurativo:</b> 2</p> <p><b>Infografía:</b> 1 (imagen nebulosa y frase célebre referida a los pilares de la Creación)</p> <p>1 alegoría</p>	<p>Temas o fenómenos: 3</p> <p>1) Vestigios evolución del universo. modelo del Big Bang basado en la "superficie de última dispersión" de los fotones (370.000 años después del Big Bang). Radiación Cósmica de Fondo CMB (Cosmic Microwave Background)</p> <p>2) Evolución de cuerpos celestes Marte, Luna y un geoide</p> <p>3) Origen cósmico de los elementos químicos. Composición química de las estrellas. Método: Espectroscopia de estrellas</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>2</b> PBO 0302 El álbum familiar del universo</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 2</p> <p><b>Descripción/Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Interactivos:</b> 1 TV con pantalla táctil (nivel medio de interactividad)</p> <p><b>1 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética:</b> 112</p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p>110 Pie de fotos en lengua castellana</p> <p><b>Figurativas:</b> 1 (icónico)</p> <p>1 Mosaico compuesto por 110 fotografías correspondientes a nebulosas, cúmulos estelares y galaxias</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo- abstracto:</b> 1</p> <p>1 Explicación descriptiva (conglomerados de materia visible y su constitución en el tiempo, por estructuras de inferior a superior/de más antiguo a más reciente)</p> <p><b>Texto figurativo:</b> 1</p> <p>1 Narrativa basada en analogías (generación, crecimiento y transformaciones de cuerpos del cielo profundo, entre ellos las estrellas, modo análogo a como lo hacen los organismos vivos)</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p>1) Exploración del Universo sobre cuerpos del cielo profundo, mediante el desarrollo de la astrofotografía lograda con el telescopio espacial Hubble sobre nebulosas, cúmulos estelares y galaxias</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>3</b> PBO 0303 El radiotelescopio</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 4</p> <p><b>Descripción/Cantidad</b></p> <p>Panel: 2 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Interactivos</b></p> <p>2 cuerpos parabólicos y cóncavos fabricados en fibra de vidrio (un visitante emite un sonido en el centro de uno de los cuerpos para que otros visitantes puedan escuchar en el otro cuerpo nivel medio de interactividad)</p> <p><b>Todas analógicas (4)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b><u>Abstracta- Alfabética:</u> 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b><u>Figurativas:</u> 1 (Icónico)</b></p> <p>1 señal sonora</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto:</b></p> <p>1</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (propagación de las ondas y el funcionamiento de los radiotelescopios)</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p>1) Exploración del Universo frío a través del Proyecto ALMA (desde el gas molecular y el polvo, hasta los vestigios de la radiación del Big Bang)</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>4</b> PBO 0304 Fluorescencia y nebulosas</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 6</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Interactivos: 1</b> (el visitante puede escoger y tomar decisión frente al texto que está mirando, al visualizar las fotografías con dos tipos de luz a elección (luz visible y ultravioleta) (nivel bajo de interactividad)</p> <p>Fotografías: 4 impresas en papel sobre retablos</p> <p><b>5 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 6</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p>4 pie de foto en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (icónico)</p> <p>1 mosaico compuesto por 4 fotografías de diferentes nebulosas</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 5</b></p> <p>1 Explicación basada en una analogía</p> <p>4 descripciones de los registros fotográficos con sus respectivos créditos de autor</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) Características fisicoquímicas de las nebulosas y exploración de nebulosas (Hélix, del Cangrejo, Orión y Cúmulo de la Bala)</p> <p>2) Astrofotografía mediante diferentes espectros de radiación (uso de la fluorescencia y luz visible)</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>5</b> PBO 0305 Luz infrarroja</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes a la época o al tema): 2</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Digital no interactivo</b> Televisor+cámara+conversor: 1 (el visitante puede observar un panel leds mediante un televisor que tiene adaptada una cámara para radiación infrarroja)</p> <p><b>2 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (no icónica)</p> <p>1 visualización (el visitante puede observar un panel leds mediante un televisor que tiene adaptada una cámara para radiación infrarroja)</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 Explicación descriptiva</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (la observación mediante radiación infrarroja y su uso en los telescopios)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) El telescopio espacial Spitzer. Exploración con luz infrarroja de planetas extrasolares</p> <p>2) Evolución de los planetas a partir de discos protoplanetarios</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>6</b> PBO 0306 El gran observatorio solar</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 3</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Proyector: 1 Panel: 2 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>2 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (icónico)</p> <p><b>Animación: 1</b> Compuesta por 6 gif (graphics interchange format o también llamado Compuserve GIF)</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 Explicación descriptiva (observación solar)</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (de lo que se supone vería nuestro ojo humano si pudiera captar cada rango de emisión respectivamente)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) Telescopios solares en la Tierra y el espacio. Manchas solares. ciclo de emisión solar en sus diferentes rangos del espectro electromagnético de emisión, su respectiva temperatura y asociación con las diferentes capas del Sol</p> <p>2) El Sol y su evolución</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
7 PBO 0307 Filtro de luz infrarroja	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes a la época o al tema): 2</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Digital no interactiva</b></p> <p>Televisor+cámara+conversor: 1 (el visitante se ubica frente a una pantalla de 1,5 m de alto x 1 m de ancho; esa pantalla es un filtro que solo permite el paso de la luz infrarroja. Al otro lado hay una cámara de infrarrojo, justo detrás de la pantalla, y justo detrás de la cámara un televisor en el cual otras personas pueden ver las emisiones de la primera)</p> <p><b>Todas analógicas (2)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (no icónica)</p> <p>1 visualización de la radiación infrarroja que emite el cuerpo humano a través de una lámina que sólo deja pasar luz infrarroja. Pero es una imagen modificada: cómo veríamos ese infrarrojo si fuera luz visible, un equivalente.</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 Explicación descriptiva (radiación infrarroja y visible)</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (propiedades de la radiación infrarroja y el uso en filtros y telescopios)</p> <p><b>Texto figurativo: 1</b></p> <p>1 Narrativa biográfica acerca de los aportes de William Herschel (su hallazgo del infrarrojo con termómetros) al desarrollo de la astronomía infrarroja</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p>1) Historia y desarrollo de la astronomía infrarroja</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>8</b> PBO 0308 Cámara térmica</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 4</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Interactivos: 1</b> Televisor+cámara térmica+dos placas metálicas (sensores)+ una placa acrílica y una placa aluminio: 1 (Descripción: la persona se ubica frente al dispositivo y pone sus manos sobre las placas metálicas, visualiza la imagen en el televisor y observa, comparación las partes más frías y más calientes del cuerpo humano (nivel medio de interactividad)</p> <p><b>1 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (no icónica)</p> <p>1 visualización de la energía térmica del cuerpo humano</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 Explicación descriptiva</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (la radiación infrarroja y el uso de mapas térmicos para estudiar densidades de energía en el Universo)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) teoría termodinámica (energía térmica, temperatura, calor o radiación infrarroja)</p> <p>2) Visión infrarroja y ultravioleta en el reino animal</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>9</b> PBO 0309 Campo magnético</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 2</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p><b>Interactivos: 1</b></p> <p>Televisor de tecnología rayos catódicos: (el visitante observa la interacción entre un campo magnético y partículas de la pantalla del televisor encendido y sin recibir señal por la antena (nivel bajo de interactividad)</p> <p><b>Todas analógicas (2)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 2</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (no icónica)</p> <p>1 visualización de la interacción entre un imán natural y las partículas de la pantalla del televisor</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 Explicación descriptiva</p> <p>1 Explicación basada en una analogía (campo magnético terrestre interacción entre campos eléctricos y magnéticos)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) Campo magnético terrestre (magnetosfera) y de otros planetas</p> <p>2) Auroras boreal y austral</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>10</b> PBO0310 Cielo de todos los colores</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes a la época o al tema): 3</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Caja informativa: 1 en material adhesivo sobre acrílico</p> <p><b>Interactivos: 1</b></p> <p>Televisor: 1 pantalla plana</p> <p>(el visitante manipula un total de 7 perillas que están asociadas a una franja del espectro electromagnético, mediana interactividad entre el visitante y la imagen que reproduce la pantalla)</p> <p>(Nivel medio de interactividad)</p> <p><b>2 analógico</b> <b>1 digital</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 9</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana e inglesa</p> <p>7 alusivos a los siguientes tipos de radiación: rayos gamma, rayos x, visible, infrarrojo, H-alfa, microondas y ondas de radio.</p> <p><b>Figurativas: 5</b> (icónico)</p> <p><b>Infografía: 4</b></p> <p>1 mosaico compuesto por 7 fotografías</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 6</b></p> <p>1 explicación descriptiva (propiedades de los diferentes tipos de radiación que componen el espectro electromagnético y su aplicación al estudio de diferentes cuerpos celestes y partículas elementales)</p> <p>1 explicación descriptiva de siete rangos del espectro: rayos gamma, rayos x, visible, infrarrojo, H-alfa, microondas y ondas de radio.</p> <p>4 explicación descriptiva</p> <p>Origen cósmico de los elementos químicos, descripción acerca de los rayos cósmicos.</p> <p>Relación entre elementos de la tabla periódica y su fuente de origen.</p> <p>Líneas en los espectros de algunos elementos químicos sometidos a calor</p> <p>Las tres leyes de la espectroscopia de Kirchhoff</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) Espectro electromagnético en la exploración del Universo</p> <p>2) Espectrografía y los colores de las estrellas</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

## Anexo D - Matriz descriptiva Museo de Ciencias de La Plata

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<b>1</b> Big Bang, formación de cuerpos del cielo profundo y Sistema Solar	<b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 18  <b>Descripción/Cantidad</b>  Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico  Cuerpos esféricos: 5 en material polietileno  Fotografías: 12  <b>Analógicas (6)</b> <b>Digitales (12)</b>	Formas de representación  <b><u>Abstracta- Alfabética: 12</u></b>  <b>Enunciados</b>  1 alusivo al módulo en lengua castellana: 1  Pie de foto: 11  <b><u>Figurativa: 3</u></b>  <b>Tridimensionales:</b> 2 maquetas que figuran el sistema solar.  Fotografía: mosaico compuesto por 12 fotografías de planetas y Cinturón de Asteroides	Medios (Formas) de explicación Historia/Narración/Argumento  <b><u>Texto argumentativo- abstracto:</u></b> 2  Explicación descriptiva: 1 Acerca de la formación de nebulosas y estrellas. Caracterización general de los cuerpos que conforman el Sistema Solar: 1  <b><u>Texto figurativo: 1</u></b>  <b>Modelo a escala 1</b> (planetas y el Sol)	Temas o fenómenos: 2  4) Vestigios evolución del universo. modelo del Big Bang  5) Evolución de cuerpos celestes  <b>Todas trascendentales</b>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>2</b> Evolución del planeta Tierra</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 4</p> <p><b>Descripción/Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Impresos: 2</p> <p>Piña de Araucaria: 2</p> <p><b>Analogico (4)</b></p>	<p>Medios de exposición</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 1</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>1 alusivos al fósil en lengua castellana</p> <p>1 visualización (táctil)</p> <p><b>Figurativas: 2</b> (icónico)</p> <p>1 (pseudo-icónico)</p> <p>Línea de tiempo: 1</p> <p>Infografía: 1</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo- abstracto: 2</b></p> <p>1 explicación descriptiva (fósiles como sustrato de evidencia científica)</p> <p>1 explicación descriptiva acerca del tiempo absoluto y relativo.</p> <p><b>Texto figurativo: 1</b></p> <p>1 narrativa descriptiva (desarrollo de condiciones iniciales para la vida y lo vivo en el Planeta)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>2) Evolución del Planeta Tierra</p> <p>3) Tiempo geológico: relativo y absoluto</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>3</b> Formación del sistema Tierra</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 10</p> <p><b>Descripción/Cantidad</b></p> <p>Etiquetas: 4 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Rocas: 4</p> <p>Impreso: 1</p> <p>Cuerpo esférico y bombilla: 1</p> <p><b>Todas analógicas (10)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética:</b> 4</p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>4 alusivas a las rocas y meteorito</p> <p><b>Figurativas:</b> 1 (Icónico)</p> <p>1 maqueta con luces que representan corrientes</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto:</b> 2</p> <p>1 explicación descriptiva/analógica de la composición de la Geosfera, a partir de muestras de rocas terrestres y oceánicas (basalto, granito, xenolito) y meteorito compuesto metálico (evidencia composición del núcleo)</p> <p>1 caracterización de capas concéntricas terrestres.</p> <p><b>Texto figurativo:</b> 1</p> <p>1 narrativa descriptiva (corrientes de convección terrestre)</p>	<p>Temas o fenómenos: 3</p> <p>2) Cambios geológicos: conformación del sistema Tierra (atmósfera, Biosfera, Geosfera.</p> <p>3) Corrientes de convección</p> <p>4) Estructura de la geosfera: núcleo, manto y corteza</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>4</b> Continentes en movimiento</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes a la época o al tema): 30</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 2 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Etiquetas: 14</p> <p>Fósiles: 12</p> <p>Impreso: 2</p> <p><b>Analógico (30)</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética:</b> 14</p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>2 alusivos al módulo en lengua castellana</p> <p>12 alusivos a los fósiles</p> <p><b>Figurativas:</b> 14 (icónica)</p> <p>2 planisferios (formación-distribución de corteza oceánica y terrestre)</p> <p>12 iconos alusivos a los fósiles</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto:</b> 2</p> <p>1 explicación descriptiva acerca del modelo teórico</p> <p>1 caracterización del pasado geológico mediante fósiles correspondientes a diferentes periodos.</p> <p><b>Texto figurativo:</b> 1</p> <p>1 narrativa descriptiva (expansión de los fondos oceánicos)</p> <p>1 narrativa comparativa flora y fauna del hemisferio sur y Gondwana</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p>3) Teoría de la deriva continental</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analogico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>5</b> Los continentes viajan sobre placas</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes a la época o al tema): 5</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 1 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Mapamundi: 2</p> <p>Digital no interactivo Pantalla</p> <p><b>Analógico: 3</b></p> <p><b>Digital: 1</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 1</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>1 alusivos al módulo en lengua castellana</p> <p><b>Figurativas: 3</b> (icónica)</p> <p>2 planisferios</p> <p>1 audiovisual</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 1</b></p> <p>1 explicación descriptiva acerca de la tectónica de placas</p> <p><b>Texto figurativo: 2</b></p> <p>1 narrativa descriptiva (cambios en la distribución de la corteza terrestre.</p> <p>1 narrativa descriptiva de las placas terrestres</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p>1) Tectónica de placas</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
<p><b>6</b></p> <p>Volcanes ¿un agente destructivo?</p>	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 13</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Panel: 2 impreso en material adhesivo/acrílico</p> <p>Fragmentos volcánicos: 5</p> <p>Etiquetas: 5</p> <p>Impreso: 1 en papel sobre retablos</p> <p><b>Analógico: 13</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 6</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>1 alusivos al módulo en lengua castellana</p> <p>5 alusivos a los materiales volcánicos</p> <p><b>Figurativas: 1</b> (pseudo-icónico)</p> <p>1 infografía</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 2</b></p> <p>1 explicación descriptiva acerca de la actividad volcánica terrestre.</p> <p>1 caracterización de composición de material volcánico: azufre. Obsidiana, basalto alveolar, lava cortada, bomba volcánica</p> <p><b>Texto figurativo: 1</b></p> <p>1 narrativa descriptiva (construcción de la corteza terrestre)</p>	<p>Temas o fenómenos: 1</p> <p><b>3)</b> Características fisicoquímicas de material volcánico.</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>

Sintagma	Expresión		Contenido	
	Sustancias	Forma Rito	Forma Rito	Sustancia Mito
	Texto (Analógico/Digital)	Figurativa/Abstracta	Figurativa/Abstracta	Discurso (Situacional/Trascendental)
7 Cronología del pasado geológico	<p><b>Objetos</b> (Correspondientes al tema): 6</p> <p><b>Descripción/ Cantidad</b></p> <p>Etiquetas: 2</p> <p>Rocas: 2</p> <p>Vitrina -cronograma: 2</p> <p><b>Analógico: 6</b></p>	<p>Formas de representación</p> <p><b>Abstracta- Alfabética: 1</b></p> <p><b>Enunciados</b></p> <p>1 alusivos a las rocas terrestres</p> <p><b>Figurativas: 2</b> (icónico)</p> <p>2 líneas de tiempo (evolución del universo y tiempo geológico)</p>	<p>Historia/Narración/Argumento (Concepto)</p> <p><b>Texto argumentativo – abstracto: 1</b></p> <p>1 explicación descriptiva (formación de rocas antiguas en la Tierra, Kimberlita 3.800 MA)</p> <p><b>Texto figurativo: 1</b></p> <p>1 narrativa descriptiva (tiempo y evolución)</p>	<p>Temas o fenómenos: 2</p> <p>1) Dataciones de eventos geológicos: métodos de medición</p> <p>2) Cronología del pasado geológico (eón, eras, períodos, épocas y acontecimientos)</p> <p><b>Todas trascendentales</b></p>