



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Posgrado en Filosofía de la Ciencia

Instituto de Investigaciones Filosóficas
Facultad de Filosofía y Letras
Facultad de Ciencias
Dirección General de Divulgación de la Ciencia

Línea de Comunicación de la Ciencia

*La construcción del museo trashumante. Aproximación al Museo de la Luz
como sistema cognitivo distribuido.*

TESIS

Que para optar por el grado de:
Maestro en Filosofía de la Ciencia

Presenta:
Hugo Domínguez Razo

Tutor: Dr. Rafael Guevara Fefer (FFyL, UNAM)

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, septiembre de 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta investigación fue realizada gracias a los apoyos económicos del CONACYT en el periodo agosto de 2013 - julio de 2015, así como del Proyecto PAPIIT IN400516 “El quehacer histórico en la construcción de las disciplinas científicas en México” durante febrero - abril de 2016.

*Para Lucy, Huguito y Alicia;
Un pequeño regalo por tantos obsequios de su parte.*

Agradecimientos.

En primera instancia agradezco a Rafael Guevara Fefer por su apoyo en este largo y sinuoso proceso, sobre todo por la enseñanza de que el pensamiento reticular tiene su fundamento en la interpretación histórica del contexto, de nueva cuenta la historia aparece al ver a través de la ventana.

En seguida quiero agradecer a Ricardo Vázquez por la orientación epistemológica que fue brújula de este trabajo, a Jorge Linares por los cuestionamientos al impacto social de los museos de ciencias, a Fernanda Samaniego por la atención a los detalles y señalarme que la crítica se lleva mejor con propuestas, así como a Carlos López Beltrán por el énfasis en el orden que le da claridad a las ideas.

También agradezco a nuestro Posgrado en Filosofía de la Ciencia y su planta docente por la formación que me han brindado, en particular al Seminario de Comunicación de la Ciencia dirigido por Susana Biro y a mis compañeros Axel González, Blanca Cárdenas, Jorge Romo, Marcela Martínez y Adán Lerma por la retroalimentación a mi trabajo. Y en especial agradezco a Andoni Ibarra de la UPV/EHU por su consejo para mejorar constantemente.

Asimismo con gusto y cariño agradezco a Federico Ricalde, Jessica Jaurez, Enrique Pérez, Paola Díaz, Juan Martínez, Celeste Malpica, Daniel Huerta, Aidé Reséndiz, Itzel Hilario, Ariel de la Torre, Madahi Palma, Imanol García, Alicia Olivares, Marco Miramontes, Alexandra Barzana, Imanol Oiartzabal, María Mondragón, Salvador Rojo, Dolores Sánchez, Maite Arraiza, Libe Eizaguirre y a mis bienamados Luis Razo y Lucy Domínguez, ya que –para bien o para mal- sus oídos y palabras me han permitido socializar las ideas que aquí presento.

Por último agradezco a mi familia por su amor omnipresente e incondicional, al tiempo que expreso una gratitud infinita a la sociedad mexicana por financiar instituciones públicas como la UNAM.

Índice

Introducción: Coordenadas para enfocar al museo de ciencias.....p.i

- I. Definición deontológica.....p. iv
- II. Antecedentes históricos.....p. vii
- III. Utilidad social.....p. ix
- IV. Metáfora viva.....p. xi
- V. Plan de la obra.....p. xiv

1. El Museo de la Luz como museo de ciencias.....p. 1

- Introducción.....p. 2
- 1.1. Estado de la cuestión.....p. 3
- 1.2. El Museo de la Luz.....p. 9
- 1.3. Estrategias de comunicación del Museo de la Luz.....p. 14
- 1.4. Funciones sociales del Museo de la Luz.....p. 22
- Recapitulación.....p. 33

2. Articulación del cubo blanco: Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido.....p. 35

- Introducción.....p. 35
- 2.1. La comunicación de la ciencia situada en el museo.....p. 36
- 2.2. Aportaciones desde la perspectiva del sistema cognitivo distribuido para el estudio del museo de ciencias.....p. 44
- 2.3. Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido...p. 57
 - 2.3.1. Recursos humanos.....p. 58
 - 2.3.2. Recursos materiales.....p. 67
 - 2.3.3. Representaciones externas.....p. 70
 - 2.3.4. Códigos socioculturales.....p. 76
 - 2.3.5. Meta del sistema.....p. 80
- Recapitulación.....p.82

3. Reconstrucción de la caja negra: La refracción de la luz a través de un aparato de divulgación.....p. 84

- Introducción.....p. 84
- 3.1. Dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación.....p. 87
- 3.2. Condición histórico-cultural del aparato de divulgación.....p. 105
- Recapitulación.....p. 127

Conclusiones.....p. 130

- Orientación de la mirada.....p. 132

Diagnóstico del Museo de la Luz como ambiente para la comunicación de la ciencia.....p. 135

Principales resultados.....p. 140

I. La resiliencia del Museo de la Luz.....p. 141

II. El museo de ciencias como retórica del espacio.....p. 142

III. La trasposición de la cultura científica.....p. 144

IV. La patrimonialización tácita del conocimiento científico.....p. 145

V. La influencia y responsabilidad de los especialistas en el museo de ciencias.....p. 146

Epílogo.....p.147

Obras consultadas.....p.149

Impresas.....p.149

Digitales.....p.154

Índice de imágenes

Fotografías

- Fotografía 1.* Plano del Museo de la Luz en su sede original.....p. iii
- Fotografía 2.* Vista del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo desde el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.1.
- Fotografía 3.* Restos funerarios encontrados en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo.....p.8
- Fotografía 4.* Trabajadores de la construcción acondicionando el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo.....p.8
- Fotografía 5.* Vista de la calle del Carmen desde la azotea del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo.....p.10
- Fotografía 6.* Participante del Curso de Verano 2012 realizado en las instalaciones del Museo de la Luz.....p.26
- Fotografía 7.* Jorge Flores.....p. 59
- Fotografía 8.* José Sarukhán.....p. 59
- Fotografía 9.* Pilar Contreras y Ana María Cetto.....p. 61
- Fotografía 10.* Personal del Museo de la Luz.....p. 64
- Fotografía 11.* Montaje de la exposición *Acerca de la luz* en la XVII Feria Internacional del Libro.....p.77
- Fotografía 12.* Montaje de la exposición *Acerca de la luz* en la XVII Feria Internacional del Libro.....p.77
- Fotografía 13.* Aparato de divulgación “Luz blanca: un abanico de colores” en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.88
- Fotografía 14.* Asociación museográfica en la sala *Naturaleza de la luz I* en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.89
- Fotografía 15.* Cédula de “Luz blanca: un abanico de colores” en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.91
- Fotografía 16.* Aparato de divulgación “Luz blanca: un abanico de colores” en el Ex –Templo de San Pedro y San Pablo.....p.118

Mapas

- Mapa 1.* Ruta a pie para llegar al Museo de la Luz.....p.i
- Mapa 2.* Plano del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p. 16
- Mapa 3.* Plano de la Planta Baja del Museo de la Luz en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.16
- Mapa 4.* Plano del Primer Nivel del Museo de la Luz en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.17
- Mapa 5.* Plano del Segundo Nivel del Museo de la Luz en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.19
- Mapa 6.* Plano de los murales del Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso.....p.19

Mapa 7. Plano del Museo de la Luz en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo.....p.116

Figuras

Figura 1. Metáfora del cubo blanco.....p.xii

Figura 2. Diagrama del museo de ciencias como sistema de comunicación.....p.38

Figura 3. Logotipo del Museo de la Luz.....p. 85

Figura 4. Cédula de “Luz blanca: abanico de colores” en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo.....p. 117

Figura 5. Utopía del museo de ciencias como cubo blanco.....p. 148

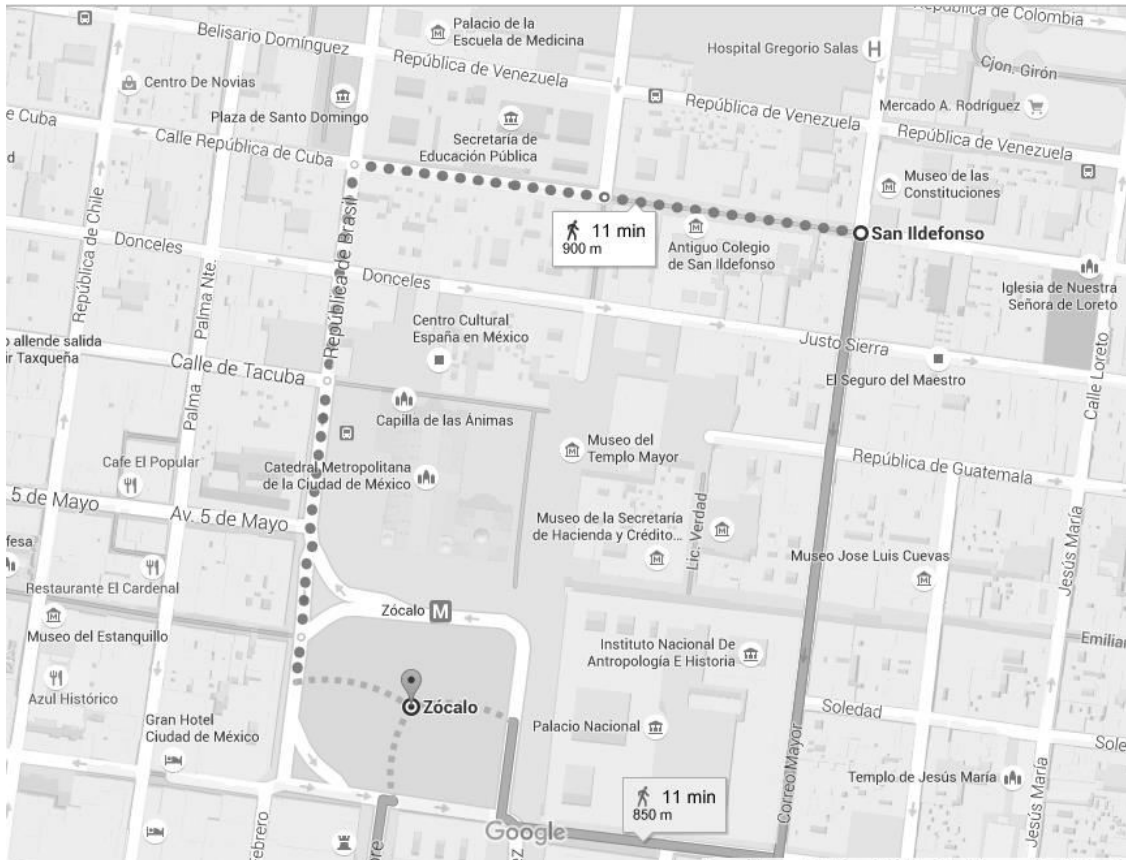
“De la vista nace el amor”

Dicho popular.

“La ciencia, en cambio, prosigue su camino con una fe
en que los fenómenos volverán a repetirse
si se repiten las mismas circunstancias,
y que si nuestros sentidos son limitados,
la inteligencia del hombre podrá, cada vez más y más,
adentrarse en el conocimiento de la naturaleza
y dominarla para los fines futuros”

Alfonso Caso, *El pueblo del sol.*

Introducción: Coordenadas para enfocar al museo de ciencias.



Mapa 1. Trazo de la ruta a pie de la Plaza de la Constitución (Zócalo) a San Ildefonso por República de Brasil, camino que desde 1996 hasta el día de hoy conduce al Museo de la Luz. Imagen obtenida de Google Maps (Google, s/f).

Estudiar al Museo de la Luz¹ requiere tener en cuenta que como producto cultural, su complejidad se desdobra paralelamente en las dimensiones material y simbólica. De esta manera funciona como una máquina de comunicación guiada por la misión de “contribuir a la formación de una cultura científica y tecnológica así como, fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en la sociedad”, ello desde la visión de “divulgar la ciencia, mediante un discurso museográfico diverso en el que se procure la participación constante de los visitantes a través de exposiciones, actividades, talleres, conferencias, cursos, cine y teatro”, para articular “un museo temático en el que se exploran las

¹ El Museo de la Luz se encuentra ubicado en la calle de San Ildefonso #43 en el Centro Histórico de la Ciudad de México. El acceso al museo tiene un costo de \$35.00 M.N. para público general y \$25.00 M.N. para niños, estudiantes, maestros, miembros del INAPAM, trabajadores y exalumnos de la UNAM con credencial vigente, mientras que los niños menores de 2 años no pagan boleto, y en eventos de Noche de Museos la entrada general es de \$15.00 M.N.; los horarios del museo son de martes a viernes de 9:00 a 17:00hrs, sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 17:00hrs, y el último miércoles de cada mes durante las actividades de Noche de Museos el horario es de 19:00 a 22:00hrs (Museo de la Luz, 2011a).

diferentes facetas del fenómeno de la luz y su relación con otros campos de la ciencia” (Museo de la Luz, 2011b), características que a través del tiempo han consolidado el lema de “Ciencia, Arte e Historia”. Lo anterior concuerda con la perspectiva de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), dependencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que administra y financia al Museo de la Luz, que junto con Universum Museo de las Ciencias de la UNAM² conforman la oferta museística de la institución.

Al cabo de casi veinte años de existencia, en los cuales se ha generado un cuerpo de conocimientos en torno al Museo de la Luz como objeto de estudio³, se percibe la ausencia de una perspectiva sistémica desde la que se pueda observar la complejidad del fenómeno museístico, que atienda y vincule la exhibición (i.e. medio para la comunicación de la ciencia) con la enseñanza (i.e. producto cultural de la comunidad científica) practicadas por la institución. Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo analizar sistemáticamente al Museo de la Luz, bajo la hipótesis de que su interpretación como un Sistema Cognitivo Distribuido (SCD) da cuenta de sus cualidades y funcionamiento como un proceso constructivo distribuido socialmente. Por lo que en aras de claridad conceptual, antes de abordar el análisis del Museo de la Luz, es preciso desarrollar una serie de nociones que brinden las coordenadas apropiadas para ubicarlo como un museo de ciencias⁴.

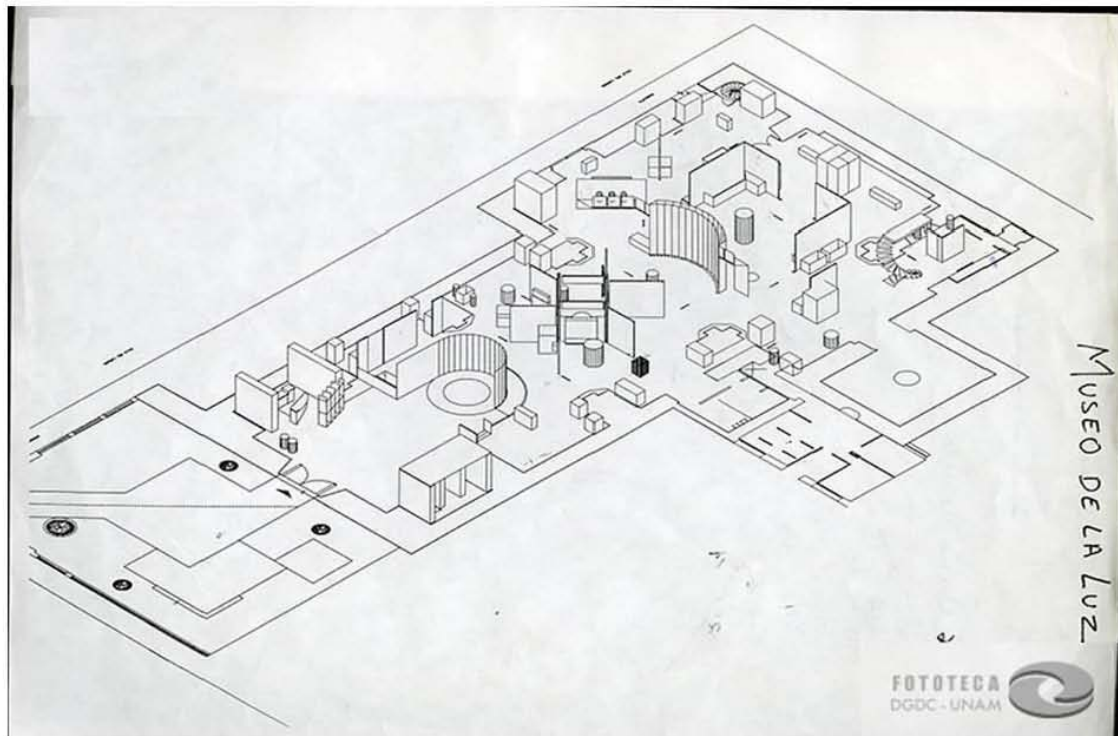
Dicho brevemente los museos de ciencias son sistemas de comunicación dependientes de las comunidades que los construyen y constituyen, por lo regular comunidades científicas que disponen del emplazamiento para la proyección de sus representaciones del mundo clave científica. Si bien las maneras con que se dispone del espacio museístico están

² Por ello no resulta extraño, aunque sí suspicaz, que desde el portal en internet de Universum este tenga como misión “contribuir a la formación de una cultura científica y tecnológica así como, fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en la sociedad”, y su visión sea la de “divulgar la ciencia, con la sustentabilidad como eje rector, mediante un discurso museográfico diverso en el que se procure la participación constante de los visitantes a través de exposiciones, actividades, talleres, conferencias, cursos, cine y teatro” (Universum, 2015), expresando paralelismos y similitudes que bien pueden atribuirse a la política institucional.

³ Ver el apartado “1.1. Estado de la cuestión” del capítulo 1 de la presente investigación.

⁴ En la presente investigación de manera teórica apunto al término museo de ciencias, en plural, como una estrategia para reconocer la diversidad de disciplinas científicas, tomando distancia de una idea de ciencia esencialista con pretensiones de absoluto y, literalmente, en singular. Léase esta acotación como una crítica a las designaciones vigentes del museo de ciencia (de tradición decimonónica) y del centro de ciencia (heredero del modelo lineal de desarrollo), las cuales apelan a la tradición o a la novedad para presentar públicamente el discurso científico, sin dejar en claro el origen y uso social del conocimiento científico.

reguladas a nivel internacional, son las prácticas locales las que terminan por instanciar al museo de ciencias en un lugar y en un momento concreto, es decir, el museo de ciencias nace (i.e. se gesta) en el seno de una comunidad y se hace (i.e. instituye) a partir de la idiosincrasia de la misma. Por lo que ubicar a los museos de ciencias en nuestro horizonte conlleva el reconocimiento de que estos lugares son valorados, financiados y consumidos por su utilidad social como espacios lúdicos y de educación informal, en donde el contexto museístico ofrecido al visitante (i.e. museografía) manifiesta la importancia del espacio para los procesos educativos y recreativos. En este sentido se puede decir que el museo de ciencias es una obra plástica que permite representar y materializar las relaciones que tenemos con el conocimiento científico, empresa cuyo proceso creativo requiere una dosis importante de imaginación.



Fotografía 1. Plano del Museo de la Luz en su sede original (Circa 1995, Núm. de inventario 449). Imagen cortesía de la Fototeca de la Biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta", DGDC-UNAM.

Desde esta plataforma es legítimo apelar a la inclusión de los elementos ambientales para el estudio de las dinámicas del museo de ciencias. En ese sentido conviene acercarse a la perspectiva de la cognición situada, cuyos postulados consideran al ambiente como parte constitutiva de los procesos cognitivos, tales como la imaginación, la comunicación y la enseñanza. Más apropiado aún es observar los procesos de construcción del museo de ciencias

como la constitución de un SCD, ya que de esta manera es posible entender su función y uso como herramienta comunicativa, cuestión que pone de manifiesto la condición cultural del museo de ciencias ligada al contexto y al paso del tiempo. Por lo tanto estudiar al Museo de la Luz como un SCD permite comprender su –trashumante- historicidad como construcción social asociada al proyecto formativo de una cultura científica en México.

Si bien a lo largo de la presente obra se desarrollan los detalles de esta plataforma conceptual que considera al museo de ciencias como un producto cultural situado que genera entornos comunicativos, a continuación se exponen algunas coordenadas para acercarse al estudio de los museos de ciencias, a saber su: definición deontológica; arraigo en antecedentes históricos; utilidad en las sociedades contemporáneas; así como su condición de metáfora viva.

1. Definición deontológica.

La primera coordenada a considerar es que la concepción del museo ha variado en el tiempo y en el espacio al ser adoptada y adaptada a las condiciones de cada contexto, además de que es particularmente dependiente de las capacidades técnicas que se dispongan para representar la realidad o expresar la cosmovisión practicada por los diseñadores del museo. Sin embargo al atender la definición vigente del museo según el Consejo Internacional de Museos (ICOM por sus siglas en inglés), ésta indica que: *Un museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad con fines de estudio, educación y recreo (ICOM, 2007)*⁵; por lo que es posible definir al museo de ciencias como una institución permanente, sin fines de lucro, al

⁵ Las definiciones del museo emitidas por el ICOM muestran la evolución de la imagen y el concepto de museo a través del tiempo. Entre las definiciones de museo emitidas por el ICOM, algunas de las más influyentes han sido las de los años 1947, 1961, 1974, 1989 y 2007, pues en ellas resulta interesante observar que los elementos constantes en la definición del museo son su carácter público y permanente; su intención no lucrativa (lo que no significa ni implica su gratuidad, ni su exención de las dinámicas del mercado); y una gama de actividades que se relacionan con la conservación, exposición, educación, y deleite del visitante bajo el creciente énfasis en su utilidad social, así como en la progresiva asimilación de otros espacios públicos tales como zoológicos, jardines botánicos, parques ecológicos, galerías, bibliotecas y archivos, es decir lugares que fungen como repositorios de colecciones estimadas por su valoración patrimonial.

servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y difunde *el patrimonio científico material e inmaterial de la humanidad* con fines de estudio, educación y recreo.

Esta definición conduce hacia la reflexión sobre la comunicación de la ciencia, actividad de vital importancia para la práctica científica que en nuestros días es un área profesional. Dados los múltiples significados que tiene el concepto de comunicación de la ciencia, de acuerdo a filias y fobias disciplinarias, se puede decir que es un concepto matriz cuyas variaciones interpretativas son producto de las distintas apropiaciones que histórica e idiosincráticamente se han realizado en diferentes latitudes. De manera general Burns, O'Connor y Stockmayer señalaron desde principios del siglo XXI que la comunicación de la ciencia es un campo de práctica e investigación, y la definen⁶ como el uso apropiado de habilidades, medios, actividades y diálogos para producir conciencia y familiaridad (i.e. *awareness*); gozo o respuestas afectivas (i.e. *enjoyment*); interés e involucramiento voluntario (i.e. *interest*); opiniones y actitudes (i.e. *opinions*); y entendimiento de la ciencia, sus contenidos, procesos, y factores sociales (i.e. *understanding*) (Burns, O'Connor & Stockmayer, 2003, p.191), a través del involucramiento de científicos, mediadores y otros grupos del público general, incluidos los grupos de revisión entre pares y tomadores de decisiones.

Por su parte para el caso de la comunicación de la ciencia en México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en su *Glosario de términos*, contempla al concepto de divulgación de la ciencia como:

[U]na labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar conocimiento científico utilizando para ello una diversidad de medios. Dicha comunicación va dirigida a distintos públicos (voluntarios), recreando el conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible. La calidad se estima en función de la originalidad, del impacto y de la nitidez con que se transmite el conocimiento (Conacyt, 2013).

Esta definición puede rastrearse en la propuesta de Ana María y Carmen Sánchez Mora, quienes en 2003 definieron a la divulgación científica como “una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a diversos públicos voluntarios,

⁶ En la versión original en inglés los autores conforman el acrónimo AEIOU a partir de las respuestas esperadas de la comunicación de la ciencia: awareness, enjoyment, interest, opinions, understanding.

recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible” (Sánchez & Sánchez, 2003, p.9). La adopción por parte del Conacyt de esta definición puede verse como un logro de la comunidad del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia – Dirección General de Divulgación de la Ciencia (CUCC-DGDC), ya que a su vez esta definición es deudora de las propuestas de Luis Estrada (†), principal promotor de la comunicación de la ciencia dentro de la UNAM desde la década de 1970 y cuyos proyectos han sido un semillero que germinó en una escuela de divulgadores mexicanos profesionales, misma que a través de diferentes generaciones han constituido a la actual DGDC⁷.

Con base en lo anterior se distingue que para el caso de nuestro objeto de estudio, el Museo de la Luz, existe una comunidad de practicantes que ha producido tanto sus contenidos (i.e. mensajes museográficos) como las normativas que guían dicha producción (i.e. concepto de divulgación de la ciencia). En relación a dicha comunidad es posible identificar la condición del Museo de la Luz como museo universitario, y por lo tanto como parte del patrimonio de la UNAM, ya que el valor de los objetos y discursos contenidos en su museografía estriba en fungir como colección universitaria conformada para la enseñanza e investigación de la comunicación de la ciencia (Cf. UMAC, 2013). Desde dicha interpretación de uso, y con el respaldo de especialistas en distintas áreas del conocimiento, se puede decir que el Museo de la Luz busca cumplir con las funciones educativas, de investigación y difusión de la cultura de la máxima casa de estudios México.

II. Antecedentes históricos.

Para la segunda coordenada cabe precisar lo que se entiende por un museo de ciencias contemporáneo, ya que si bien este tipo de museos cuentan con una

⁷ De ahí que se considere la nomenclatura CUCC-DGDC, pues esta comunidad de divulgadores ha estado conformada por un grupo estable de personas quienes han encarnado los diferentes proyectos institucionales, con sus respectivos relevos generacionales. Además, cabe mencionar que dicha comunidad ha generado diversas estrategias, mecanismos y programas para la transmisión y enseñanza de sus conocimientos, que van desde los productos de divulgación escrita y la oferta museística hasta diplomados y la colaboración interinstitucional, como el Programa de Posgrado de Filosofía de la Ciencia en la línea de Comunicación de la Ciencia. Lo que a su vez lleva a reflexionar sobre los procesos de profesionalización de la comunicación de la ciencia en México, así como la necesidad de evaluar dichos procesos para conocer el estado actual de su desarrollo.

tradición que se remonta a los grandes museos nacionales decimonónicos, e inclusive a los gabinetes de maravillas renacentistas e ilustrados, fue hasta mediados del siglo XX que se efectuó un cambio sustancial en las prácticas de exhibición de la ciencias, principalmente en los países del bloque económico y político de corte liberal como consecuencia del éxito del Sputnik soviético y sus implicaciones en la carrera espacial.

Dicho giro consistió en la implementación de aparatos diseñados *ex profeso* para uso público bajo el modelo de la interactividad física con la finalidad de cautivar a las personas ordinarias y, en el mejor de los casos, para estimular auténticamente el pensamiento científico. El ejemplo paradigmático de dicha práctica es el Exploratorium de Frank Oppenheimer instalado en San Francisco (E.E.U.U.) a finales de la década de 1960, el cual estuvo inspirado principalmente en la propuesta del Children Gallery del Science Museum de Londres y la estrategia de utilizar botones y manijas para la reproducción de fenómenos presenciales. La apuesta de Oppenheimer se basó en la idea de que para entender los fenómenos físicos había que estimular todos los sentidos mediante la experiencia directa: vista, oído, tacto, olfato, balance, movimiento (Oppenheimer, 1968).

Un año antes de la inauguración del Exploratorium en 1969, Oppenheimer publicó un texto sobre la racionalidad indispensable para un museo de ciencia, en el que enfatizó la relevancia de la ciencia y la tecnología para la sociedad así como la necesidad de desarrollar una comprensión pública de la ciencia y la tecnología que supere la brecha entre vida cotidiana y la complejidad conceptual científico-tecnológica. La propuesta de Oppenheimer partió del uso de dispositivos para la enseñanza de la ciencia bajo la noción empirista de conocer a través de la experiencia y los estímulos sensoriales, lo que en sus términos representa la oportunidad vivencial de los museos frente a los libros, las revistas, los programas de televisión y los cursos de ciencia impartidos en las escuelas. Y es que para Oppenheimer el ambiente museístico orientado a la enseñanza de las ciencias satisface:

La creciente necesidad de un ambiente donde las personas puedan familiarizarse con los detalles de la ciencia y la tecnología y comiencen a ganar entendimiento a través del control y la observación del comportamiento de los aparatos y maquinaria de laboratorio; un lugar así puede despertar su curiosidad latente y al menos puede proveer respuestas parciales. La atmósfera del laboratorio de semejante

'exploratorium' podría proveer de exposiciones históricas sobre el desarrollo tanto de la ciencia como de la tecnología y sus raíces en el pasado. El propósito de un museo de ciencia y un centro de exploración pueden satisfacer esa necesidad. Podría ser de valor y entretenido para el público general y podría servir como recurso para las escuelas y los programas existentes de educación para adultos (Oppenheimer, *op. cit.*, p.206, cursivas propias).

Es así que el Exploratorium, cuya sede original fue la galería creada para la Exposición Universal de 1915 en San Francisco (E.E.U.U.), ofreció experimentos, demostraciones, textos, "explicadores" humanos (i.e. mediadores), arte, música y danza, así como la producción de materiales educativos propios para promover sus ideas respecto al uso de un ambiente de aprendizaje informal, en un gesto de clara oposición a la museografía tradicional de los museos de ciencia basada en galerías ordenadas y didácticas heredadas del siglo XIX. El modelo de Oppenheimer resultó ser de gran éxito e impacto profesional, replicándose en todas partes y posteriormente especializado bajo la idea del centro de ciencias que, sin estar anclado a colecciones con valor histórico, se han enfocado en ofrecer al visitante experiencias vivenciales que facilitan su involucración plena.

Asimismo la semejanza que Oppenheimer estableció entre el museo de ciencia y el laboratorio resulta un elemento relevante para la presente investigación, en primera instancia como caso ejemplar que –implícita o explícitamente- permea el paradigma contemporáneo de los museos de ciencias; y en segunda instancia como heurística para el estudio tanto de los procesos cognitivos en ambientes de aprendizaje, como de la comunicación de la ciencia a través de la representación de la cultura científica en la museografía interactiva⁸.

III. Utilidad social.

La tercera coordenada proviene de la condición pública del museo contemporáneo y su compromiso con la comunidad. Al respecto Hein enfatiza la incorporación de la institución museística al proyecto educativo que busca

⁸ En la presente obra se apuesta por una interpretación de la interactividad de la museografía como propiedad relacional, la cual se puede consultar en el apartado "Dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación" del tercer capítulo.

brindar igualdad de oportunidades de aprendizaje mediante el acceso público, expectativa ligada a la propia evolución del concepto de museo en relación con su responsabilidad social (Hein, 2009), sobre todo al entender que el proceso educativo en el museo es algo activo y situado en un contexto específico⁹. En este sentido Montpetit también ha señalado que el fenómeno de la exposición pública permite el mantenimiento de la conciencia de grupo, como relato explicativo que sitúa el mensaje en la historia humana dándole sentido mediante su actualización presencial, es decir como actualización de la pertenencia a una colectividad al abrir el espacio social de un grupo en un espacio de recepción concreto (Montpetit, 1995, p.45).

De la clara finalidad del museo contemporáneo como herramienta educativa y promotora de identidades colectivas, surge la cuestión sobre aquello que se musealiza y con lo cual se pretende educar, maravillar o actualizar un sentido de pertenencia, es decir: el patrimonio. Al respecto cabe considerar que el patrimonio sólo es tal cuando es apropiado como bien público y por ende es capaz de compartirse. Por lo tanto es pertinente preguntar qué hace que un objeto sea considerado merecedor de estar en un museo, y particularmente en un museo de ciencias.

En dichos lugares, donde el patrimonio exhibido consiste en la cultura científica (i.e. prácticas y productos científicos, materiales e intangibles), lleva a observar las limitaciones de apropiación generadas por las brechas entre las diversas comunidades epistémicas que participan en el fenómeno museístico. Si bien una respuesta obvia a partir de las prácticas de curaduría de exposiciones lleva a pensar en que la decisión de musealizar recae en el criterio del especialista (i.e. el curador o diseñador de la museografía), la pregunta por la musealización nos enfrenta al problema de las cajas negras emanadas de la exhibición¹⁰.

⁹ El enfoque de Hein es claramente pragmático al acercarse a la perspectiva de Dewey sobre la educación como motor de cambio social y a partir de este la construcción de la sociedad deseada, lo que requiere el reconocimiento explícito de que el objetivo de la educación es la educación futura. Dicho proceso no acepta soluciones simples en pos de conectar el trabajo educativo con la vida en ambientes constantemente cambiantes, dado que la educación sucedida en el ambiente museístico es necesariamente un fenómeno de comunicación intergeneracional entre comunidades distanciadas epistémicamente por el saber especializado.

¹⁰ Un objeto exhibido en el museo de ciencias tiende a la maravilla del público, sobre todo desde el paradigma de interactividad física, donde dicho objeto –ya sea por su belleza, extravagancia o capacidad de replicación de fenómenos- estimula una respuesta en el visitante del museo, situación que suscita expectación por la mera presencia del objeto, al tiempo que se resta importancia a su configuración.

Al respecto Luis A. Fernández responde en clave museológica que el objeto de museo es una expresión de la cultura material, y como tal lo suponemos portador de información en sí mismo, hecho que “le da valor de documento con unas características determinadas” (Fernández, 2001, p.228), las cuales conducen hacia su capacidad para comunicar. De manera particular Fernández resalta que:

[T]odo objeto o bien cultural, al introducirlo en un museo o insertarlo en una exposición, ha perdido su autonomía de objeto en beneficio de una cualificación nueva: nada más presentada la obra, ésta se convierte en un suceso, en un performance lingüístico. Entra a formar parte de una trama, de una historia que se cuenta, de un mensaje coparticipado por todas las obras o piezas que integran esa exposición, supeditando de algún modo su carácter denotativo y connotativo de obra aislada (Fernández, *op. cit.*, pp.204-205).

Mas la trama que constituyen los objetos musealizados lleva a enfocar la representación museográfica como expresión de la cosmovisión de un grupo específico¹¹: la comunidad productora del museo (i.e. especialistas de un saber determinado), que en el caso del museo de ciencias son las comunidades científicas. Por lo que se puede decir que la utilidad social del museo de ciencias estriba en los servicios educativos y testimoniales que ofrece a la sociedad en la cual se encuentra inmerso, desde los cuales expresan una visión de integración colectiva en donde tenga cabida la perspectiva científica, que no es otra cosa que la instrumentación política del espacio público.

IV. Metáfora viva.

Para la cuarta coordenada es preciso atender los señalamientos que O’Doherty ha hecho sobre el llamado “cubo blanco” (O’Doherty, 1976), metáfora cuyo valor heurístico para esta investigación consiste en apuntar la condición del museo como construcción social, y en ese sentido como un producto cultural atravesado por intereses que impiden su neutralidad, pues el ejercicio mismo de selección y disposición de objetos y discursos implica ya una orientación de

¹¹ O mejor dicho, para comprender la relación entre el objeto como patrimonio y el museo como institución, hay que considerar la cualidad del objeto como soporte de un concepto, anotación que funge como heurística para superar la dicotomía entre objeto y significado sin privilegiar la dimensión material sobre la simbólica ni viceversa, y más bien apostar por un acercamiento a una perspectiva integradora del fenómeno museístico.

la mirada¹². En su reflexión sobre el contexto como contenido, O'Doherty señala los posibles significados derivados de la interacción, ya que ésta además de generar expectativas y confirmaciones, también hace visible la relación entre emisor y receptor. La relación de interactividad está marcada por una construcción discursiva de la identidad a través del espacio y el tiempo en un proceso de acumulación de tradiciones y perspectivas, las cuales visibilizan el desarrollo histórico del espacio expositivo como producto cultural altamente codificado e inmerso en las redes de significación, que le permiten vigencia como influencia al interior de una comunidad.

Las reflexiones de O'Doherty sobre la generación de gestos, estilos y estereotipos mediante las prácticas de coleccionismo y exhibición pública¹³, llevan al reconocimiento de que el museo no es un lugar neutral (menos aún el museo de ciencias), ya que la carga simbólica, ideológica y funcional del contenedor y del contenido se utiliza para la reproducción de las prácticas sociales, tal como lo demuestra su *metáfora de Duchamp*¹⁴. "La aparente neutralidad de la pared blanca es una ilusión. Se mantiene por una comunidad con ideas y supuestos en común" (O'Doherty, *op. cit.*, p.79), lo que en otras palabras significa que el museo es un producto artificial altamente especializado que subsume comercio y estética, productor y consumidor, ética y oferta dentro de un contexto específico.

Por lo que para O'Doherty la posibilidad de entender al cubo blanco reside en la consciencia sobre la artificialidad de sus paredes, "ya que su contenido está compuesto por nuestras proyecciones mentales basadas en supuestos tácitos. La pared es nuestros supuestos" (O'Doherty, *ibídem*, p.80).

¹² Si bien el trabajo de O'Doherty se encuentra orientado a la crítica del arte y su relación con la galería, una "recuperación arqueológica" de sus propuestas resulta útil para enfocar la complejidad del museo de ciencias contemporáneo, en particular porque brinda una perspectiva que vincula la cultura material con las prácticas de exhibición, es decir, relaciona lo tangible con lo intangible en el espacio museístico sin dejar de lado la acción política que ello significa.

¹³ En las cuales resulta fundamental la autopercepción de cada una de las partes para el mutuo reconocimiento entre emisor y receptor, así como del uso de la imaginación para asignar un papel, un lugar, una actividad y un motivo de ser al acto comunicativo.

¹⁴ Para mostrar con mayor claridad su perspectiva, O'Doherty acude a lo que se puede llamar la "metáfora de Duchamp" como estrategia para hacer evidente que aquello que damos por descontado es un tipo de invención. A partir de la obra *1,200 bolsas de carbón* (Duchamp, 1938), que fungió como escenario para la primera exposición del movimiento surrealista (en la cual –supuestamente- colgó bolsas de carbón vegetal del techo, puso un candelabro en el piso, e instaló puertas giratorias para el acceso a la galería), O'Doherty rescata que "colgando sobre tu cabeza, la pieza más grande del espectáculo era físicamente discreta pero totalmente avasalladora psicológicamente" (O'Doherty, 1986, p.69), lo que pone de manifiesto un cuestionamiento al orden establecido mediante la inversión de la interpretación del espacio expositivo, con lo que Duchamp volvió evidente su artificialidad.

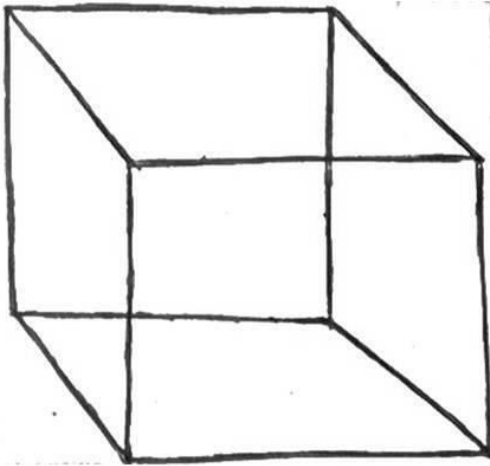


Figura 1. El museo, tradicionalmente visto como repositorio, es decir como un cubo blanco dispuesto para ser llenado de contenidos, no es un espacio neutro, pues la disposición de los objetos, tangibles o intangibles, modifica su percepción de acuerdo a la perspectiva con la que son proyectados (Cf. O'Doherty, 1976). Ilustración por Hugo Domínguez Razo.

Dicha reflexión lleva a cuestionar tanto a los creadores del museo de ciencias y sus intereses, como los supuestos compartidos socialmente mediante los cuales se justifican, financian y mantienen vigentes las proyecciones museográficas de las ciencias en el espacio público.

A manera de ejemplo sobre la construcción social de tal cubo blanco en clave científica, a continuación presento mi testimonio de incorporación activa al Museo de la Luz como parte del equipo de

anfitriones¹⁵ durante el verano de 2010, momento en el que el museo se encontraba en plena transición del espacio original del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo al actual recinto del Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso. Cándido ante una experiencia novedosa, en un primer momento no reparé en la complejidad del fenómeno dentro del cual me sumergía, más aún cuando mi primera experiencia como representante de la institución fue ofrecer talleres sobre ilusiones ópticas en la Comunidad de Diagnóstico Integral para Adolescentes (CDIA)¹⁶, con todas las implicaciones y limitaciones tanto del espacio e institución presidiaria como de la oferta de comunicación de la ciencia del Programa Extramuros del Museo de la Luz. Y así, a través de un programa de actividades cuidadosamente diseñado y aprobado por ambas instituciones, por un lapso de cuatro horas el Museo de la Luz materializó el discurso científico como un servicio lúdico para una comunidad de adolescentes privados de su libertad.

La breve anécdota viene a colación de dos lugares, la cárcel y el museo, que entran en el concepto de heterotopía propuesto por Michel Foucault (1967), desde el que se enfatizan los usos sociales mediante los cuales

¹⁵ Nombre dado por la DGDC al personal de mediadores en sala de Universum Museo de las Ciencias y Museo de la Luz.

¹⁶ Centro penitenciario de la Ciudad de México en el que se canaliza a menores infractores en conflicto con la ley.

sancionamos los espacios, pues estas normas reflejan las filias, fobias y cosmogonías a través de las cuales ordenamos y damos sentido al mundo en clave cultural, con sus consecuentes manifestaciones materiales e intangibles. Es decir, el uso del espacio está dado de acuerdo a la propia experiencia del cuerpo y las concepciones del mundo que se tengan a partir de éste, manifestándolo en la interacción social dentro de un ambiente determinado.

Para acercarse al estudio científico de las heterotopías, o los espacios absolutamente otros, Foucault propone cinco principios a tener en cuenta por su utilidad heurística: (1) todas las sociedades constituyen sus propias heterotopías, las cuales pueden cambiar con el tiempo e incluso desecharse, es decir las heterotopías son contingentes; (2) durante el curso de su historia, toda sociedad puede reabsorber o hacer desaparecer una heterotopía, incluso generar una que antes no existía, siempre y cuando tenga una función precisa y determinada; (3) por lo general, la heterotopía tiene como regla yuxtaponer en un lugar real varios espacios que normalmente serían o deberían ser incompatibles; (4) las heterotopías están ligadas a cortes singulares del tiempo que sincronizan la percepción y el uso del espacio, es decir, se asocia la experiencia del lugar a un momento determinado; y (5) las heterotopías tienen siempre un sistema de apertura y de cierre que las aísla del espacio que las rodea, con lo que señala los acuerdos pre-establecidos para hacer uso de dichos lugares (Foucault, *op. cit.*, pp.14-22)¹⁷.

Ahora bien, más allá de las tensiones que en un primer momento me fueron evidentes tras experimentar las reglas de enclaustramiento por un lado, y por otro la falta de pericia en el manejo de los códigos de mediación, es preciso señalar que el Museo de la Luz como heterotopía: (1) es una contingencia histórica del tipo museo orientada a la exhibición pública del fenómeno de la luz desde una perspectiva científica; (2) cumple con una función de exhibición multidisciplinaria del fenómeno de la luz (i.e. física, química, biológica, fisiológica, psicológica, histórica y artística) que lo dota de una cualidad *sui generis* para la promoción de la cultura científica; (3) el Museo de la Luz yuxtapone en el espacio museístico la herencia cultural del

¹⁷ La idea principal que subyace al concepto de heterotopía es que este tipo de espacios son necesariamente colectivos o compartidos, de lo cual se desprenden reglas de uso que definen al lugar, como la calle, el café, el cine, la casa, la cama, el cementerio, el jardín, el museo o la biblioteca según los ejemplos de Foucault.

laboratorio científico con el patrimonio material del pasado jesuita novohispano; (4) es una expresión del ambiente museológico contemporáneo que a través de la museografía interactiva influye en la experiencia del museo en tiempo real; y (5) los mecanismos de apertura y cierre de la visita al Museo de la Luz operan a través de las prácticas de mediación dispuestas por la institución.

Es así que al ubicar al museo de ciencias como el resultado de nuestros supuestos, por medio de los cuales ordenamos y dotamos de sentido a la experiencia del cuerpo en un espacio artificial (i.e. producto del ingenio e intervención humana), es posible observar que el museo de ciencias expresa mediante retóricas gráficas y espaciales su condición como lugar diseñado *ex profeso* para promover concepciones científicas del mundo. Y es precisamente la artificialidad del museo de ciencias la cualidad más relevante para su estudio, ya que permite identificar las formas en que modelamos y proyectamos nuestras relaciones con la naturaleza.

V. Plan de la obra.

Con base en la heurística proporcionada por la intuición heterotópica, y en conjunto con las coordenadas comentadas hasta el momento, es posible argüir que el estudio del Museo de la Luz desde una perspectiva sistémica permite comprender su condición como producto cultural, ligado a un proceso constructivo distribuido entre diferentes agentes a través del tiempo, y de esta manera entender su funcionamiento y aportaciones para la formación de una cultura científica en la sociedad mexicana contemporánea. Para llevar a cabo esta tarea se precisa una metodología multidisciplinaria que permita observar la complejidad del fenómeno museístico, por lo que a través del ejercicio teórico de aplicar los argumentos de la cognición situada al análisis del museo de ciencias, de recoger las enseñanzas de las antropologías de laboratorio en su transposición a la práctica museográfica, así como del rastreo de la historia de los instrumentos científicos que conforman el ambiente expositivo, se busca hacer una aportación al campo de la museología de las ciencias mediante el uso de nuevas herramientas analíticas.

Los contenidos de la presente investigación están estructurados en tres capítulos con la intención de (1) presentar al Museo de la Luz, (2) analizarlo

como un SCD, y (3) describir la construcción de valores en torno a un aparato de divulgación referente en su museografía. En el capítulo 1 “El Museo de la Luz como museo de ciencias”, se presenta el estado de la cuestión del Museo de la Luz como objeto de estudio al tiempo que se contextualiza su situación actual, para posteriormente exponer un análisis de sus estrategias de comunicación de la ciencia y las funciones sociales que satisface desde su organización institucional. En el capítulo 2 “Articulación del cubo blanco: Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido”, se exponen las principales problemáticas de la comunicación de la ciencia en el museo, las cuales se pueden enfrentar desde las aportaciones provenientes de la cognición situada, por lo que se realiza el ejercicio de análisis cognitivo del Museo de la Luz bajo un matiz comprensivo. Finalmente en el capítulo 3 “Reconstrucción de la caja negra: La refracción de la luz a través de un aparato de divulgación”, a partir del estudio de caso del aparato de divulgación “Luz blanca: un abanico de colores” se presenta una reflexión sobre la dimensión cognitivo-interactiva de la museografía que afecta la experiencia de la visita en tiempo real, la cual está ligada a la condición histórico-cultural de dichos aparatos que se encuentran inmersos en redes de significaciones producidas por la estabilización de interpretaciones y capacidades para la replicación de los fenómenos.

Por último, pero no menos importante, es preciso decir que esta investigación ha sido motivada por una curiosidad genuina que se pregunta por lo que hacemos, lo que no hacemos, lo que hemos dejado de hacer y lo que idealmente deberíamos de hacer para que los proyectos de comunicación de la ciencia en México tengan un impacto real en beneficio de la sociedad. Para aquellos quienes tengan una curiosidad similar he aquí una propuesta analítica que busca seguir los pasos y escuchar los ecos de nuestra memoria científica.

Capítulo 1: El Museo de la Luz como museo de ciencias.



Fotografía 2. Vista de la torre del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo desde la azotea del Patio Chico del Antiguo Colegio San Ildefonso, los dos edificios vinculados a la historia del Museo de la Luz en el Barrio Universitario del Centro Histórico de la Ciudad de México. *Archivo del autor* (2011).

Introducción.

El enfoque multidisciplinario sobre los fenómenos luminosos caracteriza la propuesta del Museo de la Luz, desde su desarrollo conceptual hasta el lema “Ciencia, Arte e Historia” acuñado después su inauguración. Desde tal postura ha generado una oferta de comunicación de la ciencia propia y hasta cierto punto *sui generis*, ante la cual conviene preguntar qué ofrece museográficamente, cómo utiliza el espacio en pos del aprendizaje informal. Tales cuestionamientos son la guía del presente capítulo, que consiste en contextualizar su oferta bajo la hipótesis de que observarla de manera holística permite identificar sus aportaciones como museo de ciencias, en particular como institución promotora de una cultura científica y tecnológica en sus visitantes.

Si se considera al Museo de la Luz como un producto cultural, en tanto museo de ciencias cuya finalidad es la difusión de un mensaje específico a través de la museografía, es preciso cuestionar las condiciones de su permanencia y de su identidad institucional, sobre todo cuando a través de su historia los vaivenes administrativos le han deparado ganancias progresivas, pérdidas insalvables y reacomodos que han puesto a prueba su capacidad de resiliencia. Al respecto conviene considerar que el museo de ciencias es más que un repositorio de paredes blancas dispuesto para ser llenado de contenidos, ya que su articulación depende de un entramado político, económico, social y cultural que subyace a toda exposición (O’Doherty, 1976), y que se observa a través de la sanción de los usos del espacio, la disposición de los recursos, las expectativas sobre la exposición pública y su incorporación a la vida de las sociedades.

Por lo que este capítulo busca exponer las relaciones entre institución y oferta museística, es decir, la organización administrativa de la comunidad CUCC-DGDC para la implementación de estrategias comunicativas, con las cuales explotan las capacidades de mediación del museo para la difusión de la cultura científica desde un marco universitario. De tal manera que se procederá a revisar el estado de la cuestión del Museo de la Luz como objeto de estudio, y posteriormente identificar el contexto en el que opera con la intención de ubicar su

oferta de comunicación de la ciencia, ya que a través de dicho ejercicio de reconocimiento es posible relacionar las funciones educativa, lúdica y política que subyacen a su propuesta en uno de los corredores culturales más importantes de la Ciudad de México.

1.1. Estado de la cuestión.

Una de las principales fuentes para el estudio del Museo de la Luz proviene de las *Memorias* de la Dirección General de Planeación de la UNAM, donde año con año los directores de la DGDC realizan un informe de las actividades de la institución. En cada informe se especifica el desempeño del museo, es decir, se describen las modificaciones a la museografía y los programas de comunicación implementados. También es posible encontrar una variedad de investigaciones académicas cuyo objeto de estudio es el Museo de la Luz, las cuales son tesis desde los enfoques de la pedagogía, la comunicación gráfica, las ciencias de la comunicación, la arquitectura, las artes visuales y la historia, elaboradas principalmente por parte de egresados de la UNAM a partir de su vinculación con la institución, ya sea por haber fungido como anfitriones o por el ejercicio de prácticas profesionales. Asimismo tanto la DGDC como los creadores del museo han generado documentos valiosos para su estudio a través del tiempo. A continuación se ofrece una revisión general de las obras y sus principales anotaciones sobre lo que se conoce del Museo de la Luz.

Con base en la tradición de la pedagogía María Sánchez Monroy ha señalado que el modelo educativo del Museo de la Luz corresponde al constructivismo con características de la educación liberadora, del andamiaje y traducción de mensajes, la zona de desarrollo próximo y la teoría del aprendizaje significativo a partir de la experiencia cotidiana explicada de manera científica (Sánchez, 2007). Más recientemente Elena Negrete ha hecho una propuesta de taller para los anfitriones del Museo de la Luz, orientado hacia las estrategias de mediación didáctica para ofrecer herramientas teóricas sobre el aprendizaje y la atención diferenciada según los grupos de visitantes, con la finalidad de

estandarizar un guión didáctico para las visitas guiadas y demostraciones en el museo como producto del trabajo multidisciplinario de los propios anfitriones, así como guía para promover la independencia de pensamiento en los visitantes (Negrete, 2012).

A su vez desde las ciencias de la comunicación Susana Escobar y Libia Patinga han planteado una campaña promocional del Museo de la Luz, bajo el supuesto de que éste es parte de la infraestructura urbana que ayuda a generar la cultura científica en la sociedad, y con la intención de promocionar la imagen del museo dentro y fuera del mismo a partir de una campaña dirigida al público estudiantil, en medios que permiten crear mensajes breves, directos y con bajos costos de producción, tales como el radio, el cartel y audiovisual (Escobar & Pantiga, 2003)¹. Por su parte Emilia Barragán realizó una tesis-reportaje a partir del caso de “una visita guiada a una joven invidente que recorre el museo por primera vez, experimentando fenómenos que podríamos pensar son imposibles para una persona con discapacidad” (Barragán, 2006, p.12), haciendo énfasis en la importancia de los servicios ofertados por el Museo de la Luz, así como la responsabilidad moral de los científicos en la divulgación y la necesidad de valoración de la ciencia por parte de los medios de comunicación para hacerla un acontecimiento de interés social.

También desde las ciencias de la comunicación Patricia Aguilera ha trabajado el papel de los guías del Museo de la Luz como mediadores en la participación y transformación del conocimiento de los visitantes, ya que facilitan mensajes significativos susceptibles de apropiarse de manera participativa pues previamente ellos mismos intercambian experiencias con otros anfitriones, lo que los legitima como mediadores institucionales sin limitar su diversidad sociocultural, permitiéndoles compartir códigos, significados, costumbres, valores y creencias con otros miembros de la sociedad mexicana (Aguilera, 2007). Más recientemente Karen Cuellar y Karla Jiménez han hecho una propuesta técnica de comunicación

¹ Un apunte relevante de Escobar y Patinga sobre el Museo de la Luz, consiste en señalar la necesidad de independencia en sus actividades de promoción y difusión, “pues deben tomarse en cuenta las características y condiciones propias del museo, como ubicación, espacio, temática” (Escobar & Patinga, *op. cit.*, p.127), sugerencia que pone a discusión las prácticas de centralización y autonomía organizacional al interior de la DGDC, tema que se vislumbra como una línea de investigación importante para la memoria de la institución.

para consolidar y difundir la identidad e imagen institucional del Museo de la Luz en los públicos externos del museo, ya que se diagnosticó que el museo padece problemas de organización interna visibles en la carencia de una filosofía formalizada, así como un desaprovechamiento de herramientas digitales como Facebook y Twitter al no tener una planeación de contenidos y estrategias para mantener activa su vinculación con el público (Cuellar & Jiménez, 2013).

Por parte de las voces provenientes de la plástica, Suad Buneder hizo una contribución para ubicar al usuario en el ambiente del Museo de la Luz en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo, a partir de la interpretación de este espacio como lugar para experiencias entretenidas y culturalmente enriquecedoras, en correspondencia con la finalidad de apoyar los procesos de aprendizaje mediante actividades lúdico-educativas, siendo su aportación una señalética para la identificación rápida y clara de los servicios y secciones del museo, así como el enriquecimiento de su imagen gráfica (Buneder, 2001)². Más cercana se encuentra la propuesta de Alberto Ruiz para introducir un taller experimental de fotografía, el cual está relacionado con la cianotipia como una actividad que permita al visitante tener alternativas para interactuar con la fotografía y a la vez desarrollar habilidades para producir imágenes fotográficas, bajo el objetivo de reforzar la experiencia de la visita al Museo de la Luz mediante la producción de objetos que permitan su apropiación significativa (Ruiz, 2009).

Asimismo, bajo el paraguas disciplinario de la historia, se encuentra mi aportación desde una perspectiva de historia cultural, en la cual se traza el fenómeno de larga duración que son los museos de ciencias y su origen discursivo en la tradición textual moderna, para hacer evidente la relación entre la propuesta museográfica del Museo de la Luz y el trabajo de divulgación de Ana María Cetto,

² Un apunte relevante de Buneder consiste en la observación del logotipo del Museo de la Luz, que es una representación gráfica sobre el fenómeno de refracción de la luz, ya que “la identidad [gráfica] del Museo de la Luz está desligada a la arquitectura del edificio, y sí a su contenido museográfico, que es el de un museo de ciencias enfocado al tema de la luz. [El logotipo institucional] está estructurado por un haz de luz que atraviesa un prisma” (Buneder, 2001, p.1). Este apunte se ha tomado a manera de heurística sobre la importancia de estudiar la construcción de significados en torno a los prismas como instrumentos para el conocimiento óptico de la luz, sobre todo cuando dichos significados se convierten en el emblema institucional (i.e. adquieren visibilidad) aun cuando sus procesos de estabilización epistémica permanezcan opacos en el discurso museográfico, procesos que se revisan con mayor detalle en el tercer capítulo de esta investigación.

la principal autora intelectual del mismo, así como la consonancia del discurso museográfico con los valores y técnicas de la comunidad CUCC-DGDC que han permitido el mantenimiento de la institución pese a los cambios administrativos y de instalaciones (Domínguez-Razo, 2013)³.

Finalmente se encuentran las obras cimentadas bajo la retórica de la arquitectura, donde el trabajo de Álvaro Zavala consiste en una propuesta para la construcción de un edificio que albergue al Museo de la Luz dentro del perímetro de Ciudad Universitaria, proyecto que encuentra su justificación a raíz del Proyecto de Renovación del Museo de la Luz⁴ con motivo del 2015 como Año Internacional de la Luz y las tecnologías basadas en la luz (AIL 2015) de la UNESCO, así como ofrecer una respuesta a los problemas de accesibilidad de las instalaciones actuales, además de enfatizar la atención de los grupos escolares como público meta del museo⁵. En dicha propuesta se proyecta una arquitectura consciente del cuidado y preservación del medio ambiente bajo un diseño sustentable pasivo, misma que permita la participación e interacción del público

³ En dicho trabajo puede consultarse una historia sucinta del proceso constructivo del Museo de la Luz, particularmente en el segundo apartado del cuarto capítulo, cuyos resultados fueron obtenidos a través de la revisión de las *Memorias* como fuente principal a falta de otra documentación accesible y/o sistematizada en aquél momento (Domínguez-Razo, 2013, pp.137-143).

⁴ El Proyecto de Renovación del Museo de la Luz se justifica desde la perspectiva sobre la necesidad de espacios especializados para la divulgación de la ciencia, así como la actualización y visibilidad del trabajo de investigación científica y tecnológica hecha en México, por lo que en “la nueva propuesta de museo se realiza un tratamiento integral del tema de la luz, centrado en sus facetas científicas pero abordando aspectos prácticos, didácticos, tecnológicos, culturales, artísticos e históricos, que ayudarán al público a apreciar la belleza e importancia de este fenómeno, a comprenderlo, y a hacer un mejor manejo de sus aplicaciones. Siempre con la premisa de alcanzar el mayor éxito mediante un abordaje formal y lúdico a la vez, que incite al público a inspirarse, asombrarse, recrearse, entretenerse, reflexionar y disfrutar la experiencia de su visita” (Museo de la Luz, 2015). Asimismo la misión propuesta parte del concepto del Museo de la Luz como “un espacio innovador, único e integrador, que fomenta la participación activa de sus visitantes mediante el uso de una amplia gama de recursos interactivos, para descubrir y deleitarse con los fenómenos luminosos desde los ámbitos de la ciencia y el arte”, mientras que la visión renovada consiste en consolidar al Museo de la Luz “como un referente nacional y mundial de promoción de cultura científica y tecnológica, que motive en sus visitantes el pensamiento crítico, innovador y creativo, respecto la naturaleza de la luz, los fenómenos luminosos y sus múltiples aplicaciones” a partir de los conceptos clave de innovación, originalidad, integración e interactividad (Museo de la Luz, *op. cit.*).

⁵ Fuera de los límites de la presente investigación, pero relacionado con la perspectiva del Museo de la Luz como objeto de estudio, se encuentra la proyección de trasladar el Museo de la Luz a Ciudad Universitaria. Al respecto considero que el Museo de la Luz ha demostrado no estar anclado al entorno físico para mantenerse, por lo que un cambio de sede podría resultar benéfico al pensar en las posibilidades expositivas de un espacio pensado *ex profeso* para resaltar los contenidos museográficos; no obstante es preciso observar la pérdida estratégica que significa la custodia del Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso, en particular por el patrimonio histórico y artístico del recinto que ofrece elementos atractivos para contextualizar la comunicación de la ciencia, pero más importante aún es la opción cultural que brinda el Museo de la Luz como museo de ciencias dentro del circuito de museos del Centro Histórico de la Ciudad de México.

con el museo, aprovechando las formas, espacios y luz natural para incentivar al estudio de la luz (Zavala, 2015). Asimismo se encuentra el reciente trabajo de José Pérez Díaz, quien también desarrolla una propuesta arquitectónica con la finalidad de ubicar al Museo de la Luz en un espacio propio y no en un “edificio reciclado”, donde no cuenta con “espacios suficientes para exhibir todos los elementos que se tienen en su acervo” (Pérez Díaz, 2016, p.10), ya que dentro de las expectativas de renovación del museo se encuentra brindar un espacio interactivo, lúdico y sustentable acorde a los parámetros de los museos del siglo XXI, motivos por los cuales se presenta un análisis de espacios y se proyecta un detallado programa arquitectónico⁶ para un terreno de 12,564m², con un área total de 7,396m² de superficie construida y 11,869m² de áreas exteriores, por un costo total calculado en \$89,376,244.49 y de \$95,575,388.15 del proyecto con honorarios incluidos. Las aportaciones de estas investigaciones arquitectónicas resultan de gran interés, ya que desde una perspectiva académica comienzan a articular el cubo blanco que será el futuro Museo de la Luz.

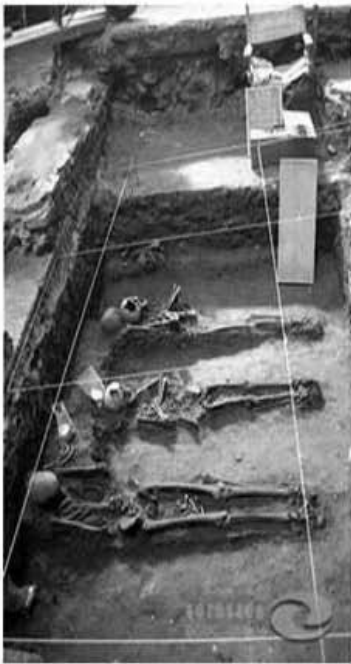
En otro orden documentos para el estudio del Museo de la Luz, se encuentra la monografía del Museo de la Luz elaborada por la DGDC bajo una perspectiva histórico-arquitectónica sobre el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo (Fierro, 2003)⁷, en la cual se relatan breves síntesis históricos sobre los usos del edificio hasta la inauguración del museo, donde la ausencia más visible es la falta de énfasis sobre el desempeño e impacto social del museo en el Centro Histórico y las comunidades que lo habitan. También se publicó un estudio fotográfico de las mismas instalaciones que hace evidente su belleza arquitectónica, así como algunas referencias visuales sobre la convivencia del museo con el desarrollo urbano del Antiguo Barrio Universitario (Navarrete, 2007). Más allá de los informes ofrecidos por las *Memorias*, es notable el poco registro y publicidad existente

⁶ En el que se contempla un edificio con las áreas de: recepción, tienda-librería, cafetería, instalaciones sanitarias, auditorio, una sala de exposiciones temporales, 7 salas de exposiciones permanentes (a saber: “Viaje al Centro de la Luz”, “Luz y naturaleza”, “Luz, mensajera del universo”, “Luz y visión”, “Luz en la cultura y las artes”, “Luz y energía” y una sala a cielo abierto), dirección del museo, servicios para la dirección, subdirección de comunicación, difusión y actividades especiales, subdirección de contenidos y museografía, subdirección de mantenimiento, desarrollo y diseño, departamento de informática, subdirección de servicios educativos, unidad administrativa, jefatura de mantenimiento, servicios operativos generales, servicios para los trabajadores, cuarto de máquinas y un estacionamiento (Pérez Díaz, 2016, pp.81-86).

⁷ Recinto que albergó al Museo de la Luz desde 1996 hasta el año de 2010.

sobre los procesos del Museo de la Luz, hecho que expresa la condición periférica en la que ha operado el museo dentro de la propia DGDC, ello pese a la centralidad de su ubicación y la relevancia de sus contenidos diseñados desde una perspectiva integral, aspectos que al parecer no han sido estudiados a profundidad ni con suficiencia por parte de la institución.

Por último se encuentra el artículo “El Museo de la Luz, de la ilusión a la realidad” publicado por Cetto y De la Peña en *Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, el cual resulta una fuente de primera mano producida por los autores intelectuales del Museo de la Luz donde relatan de manera general el contexto que dio origen al museo, su desarrollo desde un diseño multidisciplinario, la proyección original de la museografía y las dificultades que se produjeron para la instalación parcial del mismo, por lo que también se atienden los pendientes del proyecto original (Cetto & De la Peña, 2003), la mayoría de los cuales al día de hoy ya han sido instalados y se han mantenido pese al cambio de sede. Asimismo es importante señalar que recientemente se ha generado el Archivo Histórico del



Proyecto de Renovación del Museo de la Luz, que recoge fuentes primarias sobre el proceso de elaboración del proyecto original del Museo de la Luz desde 1995, así como bibliografía, hemerografía y entrevistas de gran valor documental relacionadas con la historia y el desarrollo del museo.

Fotografías 3 y 4. Imágenes del acondicionamiento del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo para la primera museografía del Museo de la Luz. A la izquierda se observan restos funerarios (Núm. de inventario 14-4-36434) y a la derecha trabajadores de la construcción (Núm. de inventario 15-1-35436). Imágenes cortesía de la Fototeca de la Biblioteca “Manuel Sandoval Vallarta”, DGDC-UNAM.

1.2. El Museo de la Luz.

Cualquier día desde su inauguración el 18 de noviembre de 1996 y hasta mayo del bicentenario año de 2010, la ruta peatonal más sencilla para llegar al Museo de la Luz⁸ era salir de la estación de Metro Zócalo y caminar sobre la calle de Moneda, sobre la cual del lado derecho se encuentran Palacio Nacional y el Museo Nacional de las Culturas, y del izquierdo el Museo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Continuar el camino pasando el callejón de Lic. Verdad, donde se ubica el Palacio de la Autonomía Universitaria, hasta llegar a la calle de Correo Mayor para ahí dar vuelta a la izquierda y seguir el recorrido entre los locales comerciales y los vendedores ambulantes que se extienden a lo largo de la calle del Carmen, proseguir el camino y cruzar la esquina con República de Guatemala, donde se encuentra un acceso al Museo del Templo Mayor, y después la calle de Justo Sierra sobre la cual se encuentran tanto la Librería de Porrúa Hermanos y Compañía S.A. de C.V. como la entrada al Museo del Antiguo Colegio de San Ildefonso, y así en línea recta hasta llegar a la esquina de San Ildefonso donde la fachada amarilla del Ex-templo de San Pedro y San Pablo⁹ anunciaba el éxito del recorrido, el cual solía ser todo un reto cualquier día de la semana debido a los transitados pasillos creados por los puestos de los vendedores ambulantes que se extendían de una acera a otra, expresiones del tianguis y también de las prácticas de comercio informal asociadas a la crisis económica provocada por el “efecto Tequila” a finales de la década de 1990¹⁰.

⁸ Ver Mapa 1.

⁹ El edificio de San Pedro y San Pablo es una construcción de origen jesuita que data del siglo XVI. Durante sus primeros 164 años funcionó como templo administrado por la Compañía de Jesús, hasta que éstos fueron expulsados de la Nueva España hacia 1767. A lo largo del siglo XIX fue recinto del Congreso Constituyente de 1822 y en 1824 se firmó la Constitución federal en sus instalaciones. En adelante, y hasta principios del siglo XX, el edificio cumplió las funciones de biblioteca, colegio militar, cuartel, almacén de forraje, café cantante y escuela correccional. En 1922 José Vasconcelos instaló la Sala de Discusiones Libres, encomendando su decoración a Roberto Montenegro y Jorge Enciso. Posteriormente se convirtió en albergue de la Hemeroteca Nacional hasta la mudanza de ésta a sus actuales instalaciones en Ciudad Universitaria hacia el año de 1993 (Cfr. Fierro, 2003).

¹⁰ Cabe mencionar desde inicios del siglo XXI las autoridades de la Ciudad de México han desarrollado políticas para erradicar el ambulante del Centro Histórico en general, y de la zona del Antiguo Barrio Universitario en particular, despejando así la calle del Carmen para su tránsito por medio de vehículos motorizados. Sin embargo en la sociedad mexicana aún persisten tanto las condiciones de pauperización como las dinámicas del comercio informal, estas últimas bajo tácticas cada vez más ligeras y móviles, más plásticas



Fotografía 5. Vista de la calle del Carmen desde la azotea del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo (Núm. de inventario XV.4 C1 15.19). Imagen cortesía de la Fototeca de la Biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta", DGDC-UNAM.

Ejemplo visible de las yuxtaposiciones propias de una heterotopía, el Museo de la Luz cambió de sede¹¹ a principios del año 2011 y literalmente sólo cruzó la calle para reabrir sus puertas en el actual domicilio de San Ildefonso #43¹². Instalado en

y adaptables, más nómadas y portátiles, por lo que aún es posible encontrarse con vendedores ambulantes en las calles del primer cuadro de la ciudad.

¹¹ El cambio de sede es un caso recurrente en la historia de los museos, principalmente por la expansión de las colecciones y la necesidad de contar con instalaciones adecuadas. Un ejemplo de este fenómeno es el mismo Exploratorium de San Francisco, que en 2013 cambió de sede a la zona portuaria de la ciudad, y para el caso mexicano podemos observar los traslados del Museo Nacional de Antropología o del Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental de la Ciudad de México. Por su parte, el caso del Museo de la Luz requiere cuestionar las pérdidas y ganancias asociadas al traslado, como la supresión de la sala dedicada a la historia del Ex-Templo San Pedro y San Pablo en contraste con la adición del auditorio El Fósforo. Además el museo se encuentra en el proceso de reestructuración que significa el Proyecto de Renovación del Museo de la Luz, lo que augura un nuevo traslado y la consecuente modificación de sus exposiciones.

¹² Es la parte más antigua del Antiguo Colegio de San Ildefonso, ya que fue la primera etapa constructiva del edificio (1588) y posteriormente fue nombrado como Patio Chico, por ser el espacio dedicado a la instrucción de las artes liberales (trívium y cuadrivium) para los bachilleres novohispanos. Durante el siglo XIX el predio se convirtió en la sede de la Escuela Nacional Preparatoria, uso que se le dio durante casi todo el siglo XX hasta que la mayor parte del inmueble se convirtió en el Museo de San Ildefonso (Antiguo Colegio de San Ildefonso, 2012). Desde la década de 1980 y hasta 2010, el llamado Patio Chico fue la sede del Archivo Histórico de la Filmoteca de la UNAM. Otro dato relevante es que el Antiguo Colegio de San Ildefonso fue creado y administrado por la Compañía de Jesús, como también lo fue el solar correspondiente al Antiguo

el predio correspondiente al Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso, el Museo de la Luz continúa la tradición educativa y lúdica heredada por las instituciones que le precedieron en el uso del lugar, como la Compañía de Jesús o la Escuela Nacional Preparatoria (semillero de notables pensadores mexicanos, desde el siglo XIX hasta la fecha), así como el Archivo Histórico de la Filmoteca de la UNAM, institución que auspiciara al Cinematógrafo El Fósforo, proyecto cinéfilo que en sus días animó la oferta de actividades culturales en el Centro Histórico.

Este breve recorrido histórico-geográfico por el Antiguo Barrio Universitario busca enfatizar la influencia del ambiente y los variados usos del espacio como referencias para contextualizar al Museo de la Luz, que es tanto una máquina de comunicación como una red de relaciones sociales. Por lo que para identificar la oferta de comunicación de la ciencia de la DGDC a través del Museo de la Luz, motivo principal del presente capítulo, hay que considerar al repertorio museográfico y de servicios al visitante como el resultado de un proceso constructivo continuo, y a su vez la historia del Museo de la Luz está ligada a los cambios y permanencias en las estructuras administrativas del CUCC (1995-1996) y de la DGDC (desde 1997 hasta la fecha).

En primera instancia la dirección del museo ha sido un elemento inestable, lo que ayuda a comprender las discontinuidades en la instalación, mantenimiento y proyección del Museo de la Luz, ya que de 1995 a 1996 el Proyecto del Museo de la Luz fue coordinado por Ana María Cetto, pero de 1996 a 1998 la dirección museo fue asumida por quien fungiera como Director General de la CUC-DGDC. Durante el periodo de noviembre de 1996 a octubre de 1997, el CUCC fue dirigido por Jorge Flores, y posteriormente el CUCC cambió su nominación a la actual DGDC¹³. De octubre de 1997 a marzo de 2000 el director general fue José Antonio Chamizo Guerrero, y durante su gestión se creó la Dirección de Museos, la cual coordinó las actividades de Universum y Museo de la Luz.

Colegio Máximo, donde se ubicaba el Ex-templo de San Pedro y San Pablo y ahora se encuentra el Museo de las Constituciones.

¹³ El 6 de octubre de 1997 el rector de la UNAM, José Barnés de Castro, emitió el acuerdo por el cual el CUCC se veía modificado en su nominación y funciones para conformar la DGDC, dependencia que seguiría asociada al Subsistema de Investigación Científica de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM (Cf. Tagüeña, Trápaga y Tonda, 2007, pp. 10 – 11).

Las funciones de tal Dirección de Museos fueron:

Proporcionar, mantener y operar espacios de encuentro con la cultura científica para la comunidad universitaria y el público en general; Desarrollar actividades relacionadas con la divulgación de la ciencia como exposiciones, obras de teatro, ciclos de cine, entre otras; al igual que cursos, conferencias, mesas redondas, seminarios y talleres; Comercializar procedimientos y equipamientos desarrollados en los museos adscritos, así como allegarse recursos financieros para estos últimos; Operar el Museo de las Ciencias UNIVERSUM y el Museo de la Luz (Chamizo, 1997).

De marzo de 2000 a enero de 2004, la directora general de la DGDC fue Julieta Fierro Gossman, y de enero de 2004 a marzo de 2008 asumió el cargo Julia Tagüeña, quien durante su gestión estructuró el organigrama a partir de subdirecciones. De marzo de 2008 a enero de 2012 René Drucker fungió como director general de la DGDC, y al inicio de ese periodo nuevamente se realizaron cambios en la estructura de la dependencia¹⁴, por lo que en el área de museos se creó una Coordinación de Museos, a cargo de Lourdes Guevara como administradora de las actividades tanto de Universum como de Museo de la Luz.

Durante la actual administración de José Franco se ha dado continuidad a las estructuras internas del Museo de la Luz así como la designación de Ana María Cetto como directora del museo. Sin embargo también se ha producido un acontecimiento importante para el futuro del Museo de la Luz, pues se impulsó el Proyecto de Renovación del Museo de la Luz a cargo de un grupo de 35 académicos coordinado de nueva cuenta por Cetto, lo que ha coincidido con la declaratoria del 2015 como el Año Internacional de la Luz por parte de la 68ª Asamblea General de las Naciones Unidas, situación que augura modificaciones futuras para el museo.

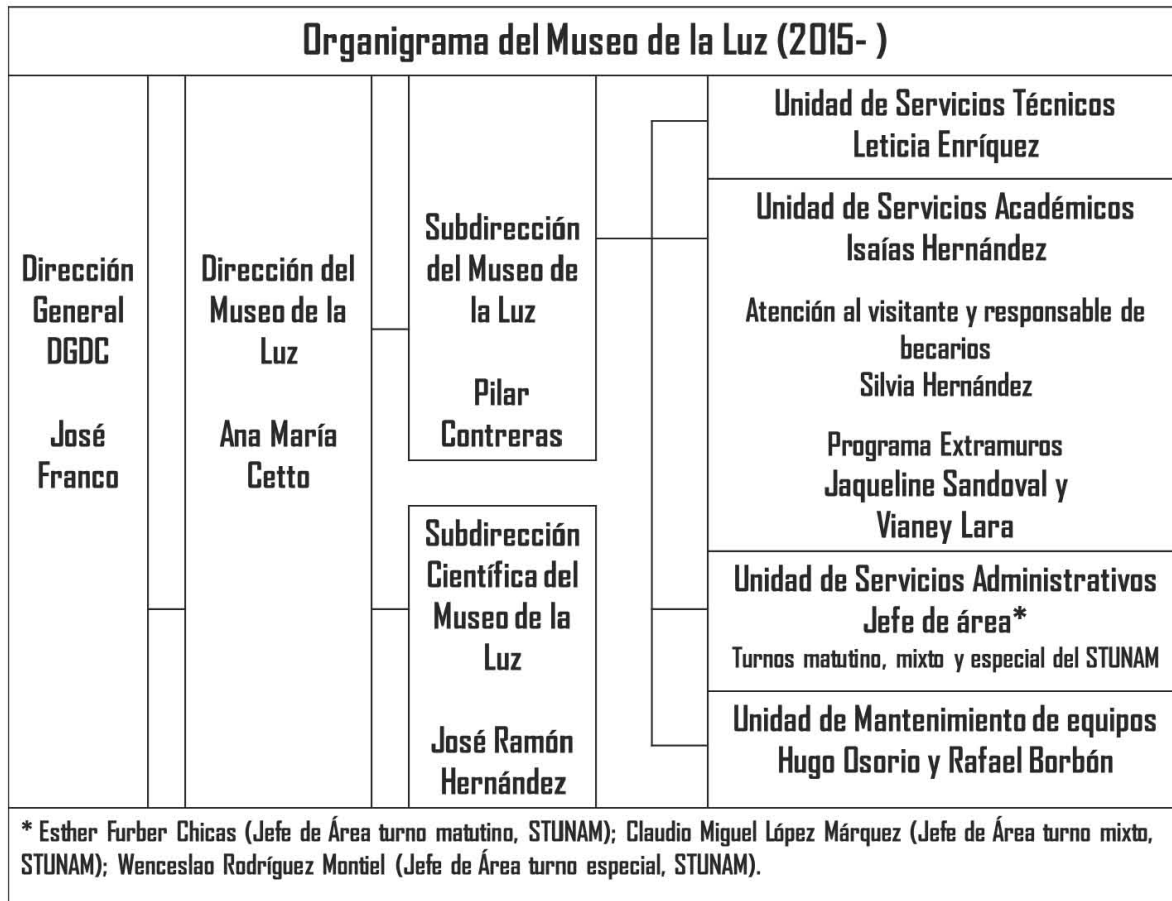
En contraparte a los constantes cambios en la dirección de la institución, uno de los elementos estables en la estructura administrativa del Museo de la Luz

¹⁴ En la Memoria UNAM de 2008 René Drucker dejó asentado que “el Consejo Técnico de la Investigación Científica, en su sesión ordinaria del 24 de abril de 2008, aprobó el Reglamento Interno de la DGDC [...] La nueva estructura de la DGDC cuenta con dos coordinaciones, la Coordinación de Museos, con la Subdirección de Museos, la Subdirección Museo de la Luz y la Subdirección de Exposiciones, con sus respectivos departamentos; y la Coordinación de Medios, con la Subdirección de Información, la Subdirección de Medios Escritos y la Subdirección Multimedia, con sus respectivos departamentos. También se cuenta con unidades de apoyo, la Unidad Formación de Divulgadores, la Unidad Servicios Audiovisuales, la Unidad de Cómputo, así como la Biblioteca, la Unidad Académica y la Unidad Administrativa” (Drucker, 2008, p.2).

ha sido la subdirección, ejercida por Pilar Contreras durante los 19 años de vida del museo, a lo largo de los cuales ha fungido como representante titular de la institución. Asimismo el área de servicios técnicos ha estado a cargo de Leticia Enríquez durante el mismo lapso de tiempo, en el cual ella ha sido la encargada de organizar las exposiciones temporales y las conferencias de especialistas llevadas a cabo en el museo. Cabe mencionar que bajo la administración de Pilar Contreras al frente del Museo de la Luz destaca el proceso de formación de recursos humanos, ya que se ha dado paso al desarrollo profesional de mediadores desde guías de museo hasta su posterior incorporación como personal administrativo, a través del cual se ha conformado una comunidad de practicantes. Esta estrategia ha mantenido vigente la identidad de la institución a partir de relaciones de apropiación de los contenidos museográficos, lo que les ha brindado experiencia suficiente para generar conocimiento tácito en la práctica de la comunicación de la cultura científica en las inmediaciones del Centro Histórico y de manera nómada mediante el Programa Extramuros. Es así que desde 1996 hasta 2014 se mantuvo, básicamente, el siguiente organigrama:

Organigrama del Museo de la Luz (1996-2014)					
Dirección General DGDC*		Dirección/ Coordinación de Museos**		Subdirección del Museo de la Luz Pilar Contreras	Unidad de Servicios Técnicos Leticia Enríquez
					Unidad de Servicios Académicos Isaías Hernández Atención al visitante y responsable de becarios*** Programa Extramuros****
					Unidad de Servicios Administrativos Jefe de área***** Turnos matutino, mixto y especial del STUNAM
					Unidad de Mantenimiento de equipos Hugo Osorio y Rafael Borbón
<p>* José A. Chamizo (1997-1999), Julieta Fierro (2000-2003), Julia Tagüeña (2004-2007), René Drucker (2008-2011), José Franco (2012-).</p> <p>** Lourdes Guevara (2008-2013 aprox.)</p> <p>*** Guadalupe Saucedo (¿?-2010), Yonaxandi Manriquez (2010-2014), Silvia Hernández (2015-).</p> <p>**** Julio Rojas (2000-¿?), Silvia Hernández y Yesenia Jiménez (cca.2010-2014), Jaqueline Sandoval y Vianey Lara (2015-).</p> <p>***** Esther Furber Chicas (Jefe de Área turno matutino, STUNAM); Claudio Miguel López Márquez (Jefe de Área turno mixto, STUNAM); Wenceslao Rodríguez Montiel (Jefe de Área turno especial, STUNAM).</p>					

Pero desde 2015 el organigrama es el siguiente:



A partir de esta revisión de la institución se advierte que, para cumplir con sus funciones, el Museo de la Luz distribuye socialmente el trabajo de divulgación de la ciencia en una estructura administrativa organizada en áreas especializadas, a través de la cual los diferentes miembros de la institución atienden los requerimientos de investigación, conservación y difusión de su acervo.

1.3. Estrategias de comunicación de la ciencia del Museo de la Luz.

Consciente de la necesidad de un análisis acotado temporalmente, a continuación propongo interpretar la oferta actual de comunicación de la ciencia del Museo de la Luz como interactiva en un sentido relacional, es decir, en función de correspondencia a través del diálogo espacial con sus visitantes. Así el museo

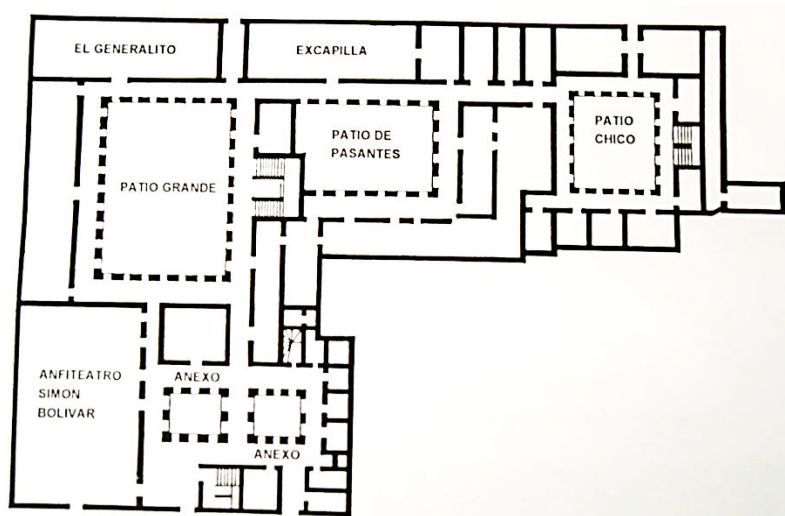
ofrece al público general actividades de visitas guiadas, talleres y demostraciones, cursos de fotografía, presentaciones de teatro guiñol, conferencias de especialistas, proyecciones del Cine Club del Museo de la Luz, charlas de los anfitriones del museo, y actividades nocturnas en el marco del programa Noches de Museos (Museo de la Luz, 2011c). Asimismo es preciso reconocer que la oferta del Museo de la Luz carece de los servicios de centro de documentación, tienda y cafetería, los cuales han estado presupuestados desde el proyecto museológico y de los cuales sólo se instaló la tienda en la primera etapa del museo en San Pedro y San Pablo, anotación que resulta relevante dada la importancia de dichos servicios para la satisfacción de las expectativas contemporáneas de los visitantes de museos.

Sin embargo las estrategias de comunicación cifradas museográficamente han destacado por su permanencia, ya que se han constituido como uno de los elementos más estables del museo a lo largo de sus 19 años¹⁵. Por lo anterior, en este apartado se hará énfasis en el medio museográfico entendido como estrategia de comunicación, ya que en los capítulos sucesivos se observarán las interacciones específicas generadas por la disposición espacial de los aparatos de divulgación. A su vez los mensajes científicos musealizados deben ser vistos a la luz de su configuración heterotópica, como actualización del fenómeno de larga duración que es la exhibición pública de la ciencia, la cual ha recordado Dubé está en concordancia con las técnicas y prácticas vigentes en la comunidad científica (i.e. técnicas *in vitro*, *in vivo*, *in situ* e *in silico*)¹⁶, lo que manifiesta la condición indisociable entre el patrimonio material e inmaterial durante los procesos de

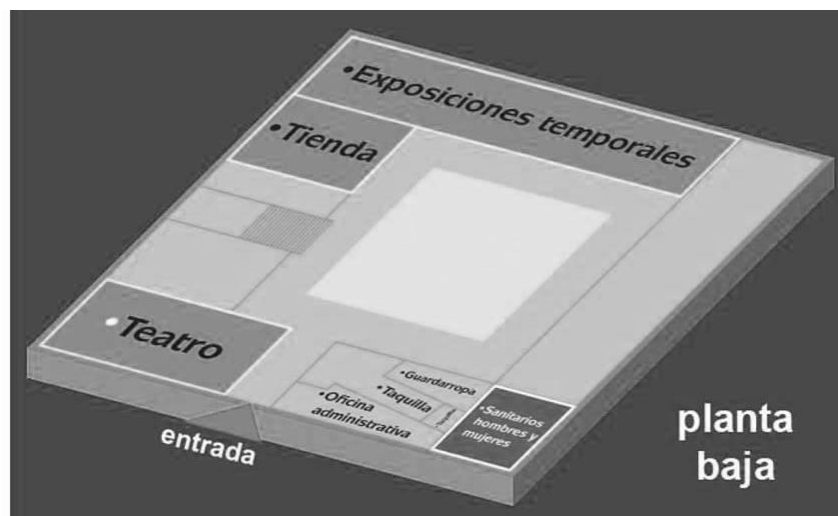
¹⁵ Para un acercamiento a las museografías previas del Museo de la Luz puede consultarse el artículo de Cetto y De la Peña (Cetto & De la Peña, 2003), la crónica de Emilia Barragán (Barragán, 2006), así como la descripción y análisis que hago en el cuarto capítulo de mi investigación histórica sobre la museografía en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo (Domínguez-Razo, 2013).

¹⁶ Como bien recuerda Dubé, cada una de estas formas de exposición “es la expresión no sólo de nuevos imperativos de presentación, sino de cambios importantes ocurridos en el dominio del conocimiento que evoluciona, como sabemos, al ritmo de los descubrimientos científicos” (Dubé, 1995), y expositivamente son: (1) *in vitro*, o presentación de los objetos dentro de una vitrina, manera heredada de los gabinetes de curiosidades, tendiente a la contemplación; (2) *in vivo*, presentación más auténtica y cercana con el objeto a través de su interacción animada; (3) *in situ*, recreación de un ambiente propicio para el encuentro entre el visitante y lo que quiere ver (Dubé, 1995); así como (4) *in silico*, cuyas posibilidades computacionales producen una gran cantidad de resultados en el laboratorio contemporáneo, y experiencias inmersivas en los museos a partir de dispositivos para reproducir audios, videos, videojuegos y otros tipos de multimedia.

revaloración de la identidad de una comunidad para la transmisión de sus logros a partir de registros sintéticos (Dubé, 2004). Actualmente el Museo de la Luz cuenta con siete secciones de exposiciones permanentes, a saber: *Naturaleza de la luz*; *La luz de las estrellas*; *Un mundo de colores*; *La luz en las artes*; *La luz y la biosfera*; *La visión*; y *Gabinete del Optometrista* (Cf. Museo de la Luz, 2011d); así como un área para la realización de talleres relacionados con los contenidos de las salas¹⁷.



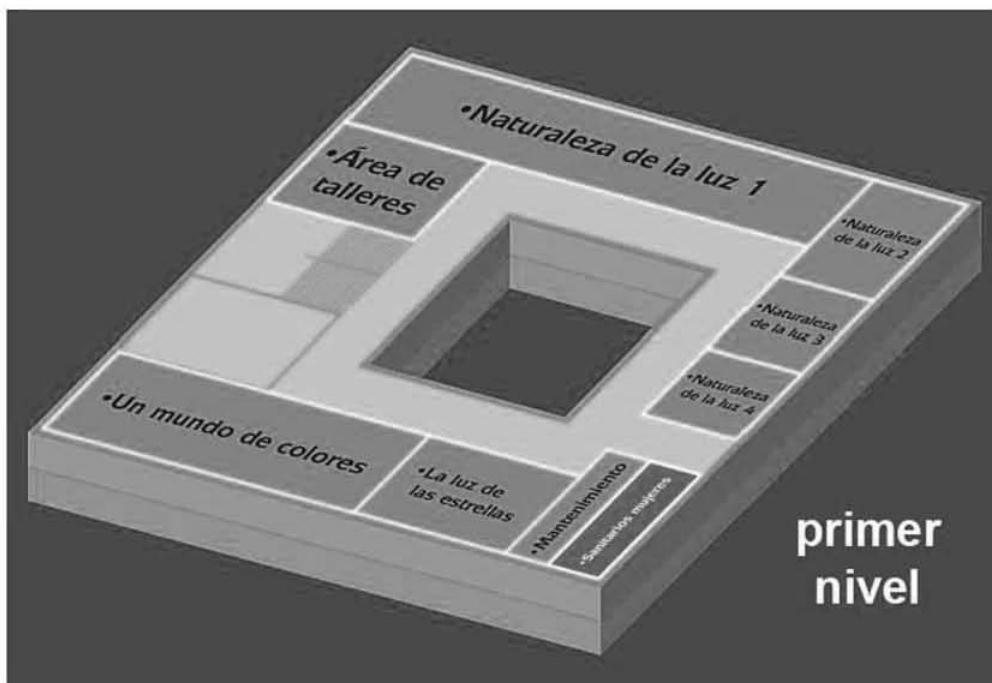
Mapa 2. Plano del Antiguo Colegio de San Ildefonso. *Imagen obtenida de la Guía de murales del Antiguo Colegio de San Ildefonso (Rico, 1994).*



Mapa 3. Plano de la Planta Baja del Museo de la Luz en San Ildefonso #43. *Imagen obtenida del portal en internet del Museo de la Luz (Cf. Museo de la Luz, 2011d).*

¹⁷ En la página en internet, un desdoblamiento *in silico* del Museo de la Luz, puede consultarse la información sobre las exposiciones permanentes, temporales, talleres y actividades del museo, e incluso con vistas de 360° de casi todas las salas a excepción de *La luz en las artes* (Cf. Museo de la Luz, 2011d).

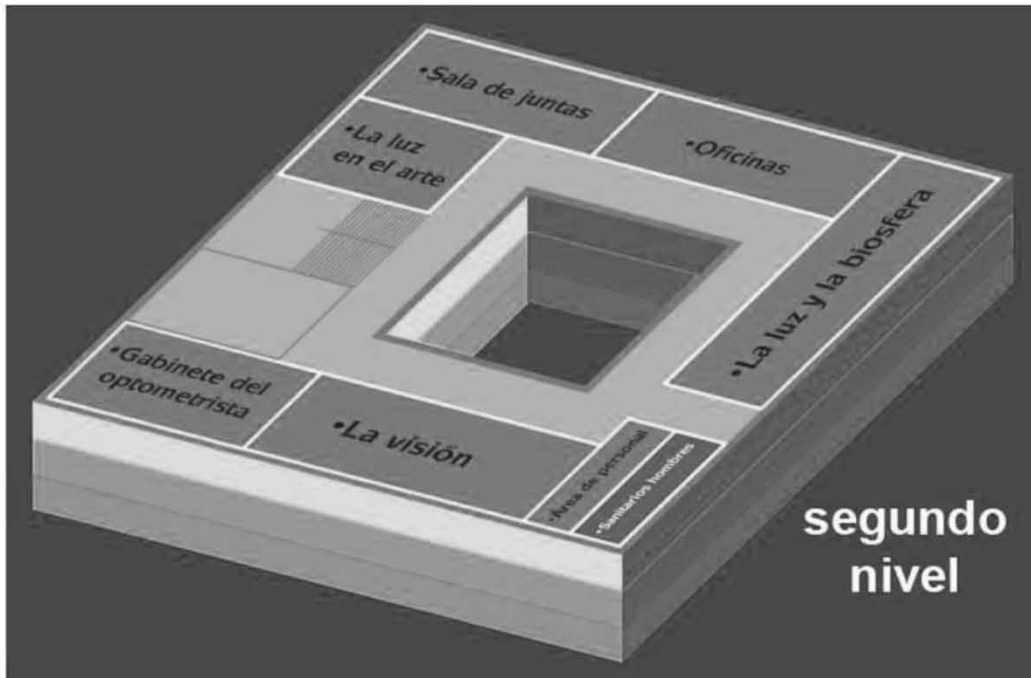
En el primer nivel del Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso (Ver Mapa 4) encontramos la sección principal *Naturaleza de la luz*, distribuida en cuatro salas cuyas ideas centrales son la reflexión, refracción, absorción y difracción de la luz, las fuentes de luz, las luminiscencias y el comportamiento electromagnético de la luz; tales conceptos son expuestos en aparatos de divulgación que privilegian la representación por medio de vitrinas (i.e. técnicas *in vitro*), acompañada del uso de botones para la reproducción de fenómenos, con algunos fenómenos como ilusiones ópticas a partir de la reflexión (i.e. técnicas *in vivo*). La sección *La luz de las estrellas* en su sala exhibe la composición química y temperatura de las estrellas, los espectros luminosos, y el efecto Doppler desde una museografía cuyo principal atractivo son videos explicativos que se repiten constantemente (i.e. técnicas *in silico*). En la sección *Un mundo de colores* se aborda la química del color, los colores en la naturaleza, síntesis aditivas y sustractivas del color, las iridiscencias y la polarización mediante una museografía prioritariamente *in vitro* e *in silico* que incluye un par de videojuegos sobre las síntesis de color y videos sobre los pigmentos, así como un aparato diseñado para la demostración *in vivo* de los cambios de color según el pH.



Mapa 4. Plano del Primer Nivel del Museo de la Luz en San Ildefonso #43, en el que se puede observar la distribución (por fragmentación) de la sección *Naturaleza de la luz* en cuatro espacios diferentes (i.e. salones del antiguo colegio). *Imagen obtenida del portal en internet del Museo de la Luz (Cf. Museo de la Luz, 2011d).*

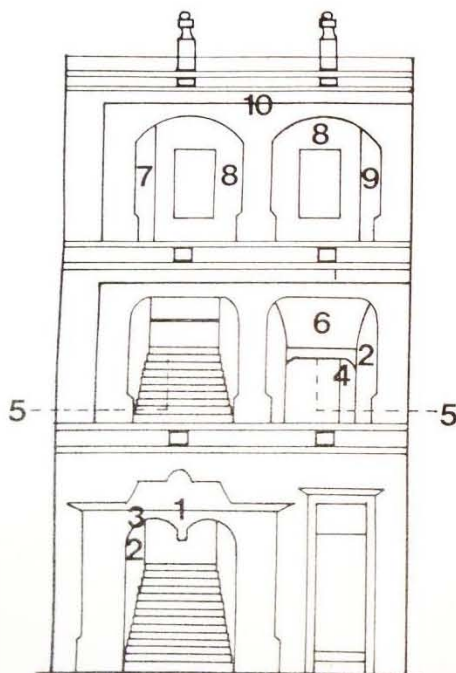
En el segundo nivel (Ver Mapa 5) se encuentra la sección *Gabinete del Optometrista* dedicada a la fisiología de los ojos, incluidas deficiencias como la miopía, la hipermetropía o el astigmatismo con una museografía que demanda participación activa del visitante para utilizar sus propios ojos bajo técnicas *in vivo* en interacciones con los dispositivos, así como el “Gabinete del optometrista” en el que egresados de la FES Iztacala de la UNAM brindan servicios de revisión optométrica (i.e. técnica *in situ*). Asimismo en la sala dedicada a la sección *La visión* se abordan las percepciones, sensaciones e ilusiones visuales, la visión estereoscópica y la teoría gestáltica de la percepción visual con museografía *in vivo*. Por su parte en la sección *La luz y la biosfera*, ubicada en una sala que comparte espacio con la segunda sala de exposiciones temporales, se abordan temas sobre la importancia de la luz para los seres vivos, tales como los procesos fotosintéticos y la conformación de ecosistemas, con una museografía principalmente *in vitro* donde la mayor atracción es un ecosistema cerrado en equilibrio llamado *Ecosfera*.

Por último se encuentra la sección *La luz en las artes*, la cual está enfocada a la importancia para las manifestaciones artísticas del uso de color, espacio, perspectiva, sombras y volumen, desde una museografía *in vitro* con pocos elementos y que es acompañada por dos propuestas *in silico* (un video sobre el teatro de sombras y un interactivo sobre la historia de la pintura), así como el *Vitral de Quagliata* elaborado por el escultor del mismo nombre a partir del ensamblaje de lentes cóncavos y convexos. Cabe mencionar que gran parte del discurso artístico del Museo de la Luz en el Patio Chico, se apoya en la obra mural del recinto -al igual que en la primera sede-, que en este caso corresponde a la obra de juventud David Alfaro Siqueiros, entre las que destacan “Los elementos” (o “El espíritu de Occidente”, 1922 - 1924); “El llamado de la Libertad” (o “Los ángeles de la liberación”, 1922 – 1924); “Los mitos” (o “Los mitos caídos”, 1922 – 1924); y “El entierro de un obrero sacrificado” (1922– 1924), que se encuentran distribuidos en los muros de las escaleras que conectan la planta baja con el primer y segundo nivel (Ver Mapa 6).



Mapa 5. Plano del Segundo Nivel del Museo de la Luz en San Ildefonso #43. *Imagen obtenida del portal en internet del Museo de la Luz (Cf. Museo de la Luz, 2011d).*

MURALES DEL PATIO CHICO



- 1 LOS ELEMENTOS
- 2 SIN TITULO
- 3 SIN TITULO
- 4 SIN TITULO
- 5 SIN TITULO
- 6 SIN TITULO
- 7 EL LLAMADO DE LA LIBERTAD
- 8 LOS MITOS
- 9 EL ENTIERRO DEL OBRERO SACRIFICADO
- 10 SIN TITULO

Mapa 6. Plano de los murales del Patio Chico del Antigua Colegio de San Ildefonso. *Imagen obtenida de Guía de murales del Antigua Colegio de San Ildefonso (Rico, 1994).*

Ahora bien, uno de los resultados más importantes de mis investigaciones previas sobre el Museo de la Luz se encuentra en la identificación de los elementos que su museografía heredó del discurso del texto de divulgación *La luz* (Cetto, 1987)¹⁸, los cuales son tanto de tipo estructural¹⁹ como paradigmáticos²⁰ (i.e. casos ejemplares). Los elementos estructurales se identifican a través de las correspondencias entre índice temático del libro y las secciones temáticas del museo, mientras que de los elementos paradigmáticos se han identificado 19 estereotipos presentes en *La luz* y posteriormente rescatados para formar parte del discurso museográfico del Museo de la Luz, de los que resalta la particularidad de que la se desdoblan en dos elementos mayoría al transitar hacia el medio museístico, a saber el correspondiente binomio objeto y cédula²¹. Al respecto cabe señalar que dicha asociación, por lo regular establecida bajo técnicas de mediación *in vitro* e *in vivo*, genera interacciones contemplativas ya sea por la tendencia a la observación pasiva de fenómenos ópticos recreados por los aparatos, o por la lectura de las cédulas que en algunos casos llegan a ser demasiado largas por la información contenida.

Otro apunte relevante al contenido museográfico del Museo de la Luz es que, pese al lema “Ciencia, Arte e Historia”, el énfasis histórico se encuentra velado cuando no olvidado²². Por lo que aun cuando en la proyección del discurso institucional se imagina al elemento histórico como un puente con las

¹⁸ Obra de divulgación de la ciencia perteneciente a la colección *La ciencia desde México* y actualmente *La ciencia para todos* editada por el Fondo de Cultura Económica.

¹⁹ Los elementos estructurales se refieren a la estructura de la exposición, en cuanto al orden, número y tipo de componentes del discurso.

²⁰ Los elementos paradigmáticos son aquellos que en la edición de *La luz* funcionan como apoyo a la exposición de Cetto a través de ejemplos o ilustraciones, y que son retomados como aparatos de divulgación en el discurso museográfico.

²¹ Sobre este particular quiero señalar que cada medio de comunicación ofrece ventajas y desventajas propias, ya que por ejemplo un concepto expresado en el libro tiene más recursos para profundizar en los detalles, lujo que no puede darse una cédula por riesgo de resultar ilegible a causa de su extensión excesiva. Por el contrario, la museografía permite recrear fenómenos “en vivo”, o presentar de una forma más atractiva los diagramas y conceptos descritos en el medio impreso, pues su ventaja radica en la experiencia presencial de las exhibiciones. Para una descripción más detallada de las correspondencias entre la obra de Cetto y la museografía del Museo de la Luz ver Domínguez-Razo, *op. cit.*, pp.123-177, 196-206.

²² Una clara muestra de ello es la proyección de la sección “Luz e Historia” en el proyecto museográfico original, la cual resalta por su ambigüedad y su extensión mínima, constituida sólo por un mural representativo sobre las diferentes concepciones de la luz a través del tiempo y una selección de textos filosóficos y literarios, situación que puede atribuirse a la falta de un especialista en estudios históricos dentro del grupo de trabajo (Cetto & De la Peña, *op. cit.*, p.84).

humanidades y las artes, se invisibiliza la conexión que subyace en el mismo discurso sobre la historia de la óptica y los diferentes trasfondos sociales en los cuales se ha desarrollado la disciplina, lo que museográficamente ha derivado en la adopción del discurso histórico del contenedor (i.e. Ex-Templo de San Pedro y San Pablo y actualmente el Patio Chico de San Ildefonso), cuya presencia es visible pero ajena al núcleo narrativo al no estar interconectado con las exhibiciones en sala, por lo que da una impresión meramente accidental, aun cuando su valor patrimonial y pragmático es de suma importancia. Dicho de manera precisa, en la propuesta museográfica se presenta la historia de la óptica como un elemento de referencia más no como protagonista por derecho propio, a diferencia del discurso de *La luz* en dónde la historia guarda un papel protagónico durante dos capítulos; lo que genera que en el discurso del Museo de la Luz las referencias históricas estén dirigidas hacia el contenedor, en vez de centrarse en el desarrollo histórico de las ciencias y las artes con base en las aportaciones desde los conocimientos procedentes de la óptica.

Por último se encuentra el conjunto de actividades *in situ* que ofrece el Museo de la Luz con la finalidad de reforzar el discurso museográfico mediante el programa de visitas guiadas y demostraciones, así como los talleres²³ que se pueden realizar en la sección designada para tal fin en el primer nivel. Asimismo se puede incluir al Programa Extramuros dentro de estas propuestas *in situ* que apoyan y refuerzan el discurso museográfico, ya que a través de la mediación de los contenidos en tiempo real según las cualidades e intereses de los visitantes, los anfitriones y el personal Extramuros realizan actividades dialógicas que permiten una vinculación directa con el mensaje del museo.

En este sentido valga una reflexión sobre el dialogismo en el museo, ya que la paulatina erosión de la autoridad del museo contemporáneo frente al auge de

²³ La oferta de talleres del Museo de la Luz actualmente tiene costos que oscilan entre los \$15.00 m.n. y los \$80.00 m.n., con el siguiente catálogo disponible en su página en internet: *Anamorfismo* (\$25.00 m.n., todas las edades), *Caleidoscopio I* (\$15.00 m.n., 10 años+), *Caleidoscopio II* (\$80.00 m.n., adolescentes y adultos), *Caleidoscopio de disco* (\$45.00 m.n., adolescentes y adultos), *El disco de Newton* (\$15.00 m.n., 6-10 años), *La ilusión del movimiento* (\$15.00 m.n., 10 años+), *Muralismo* (\$25.00 m.n., 6 años+), *El principio de la fotografía* (\$25.00 m.n., 10 años+), *Reloj solar* (\$15.00 m.n., 8 años+), *El perico mágico* (\$15.00 m.n., 4 años+), *El círculo cromático* (\$15.00 m.n., 8 años+), *La cocinita solar* (\$30.00 m.n., 10 años+), *El columpio electromagnético* (\$35.00 m.n., 7 años+), *Vitalismo* (\$35.00 m.n., 10 años+) y *Volterete ecológico* (\$15.00 m.n., 10 años+) (Museo de la Luz, 2011e).

fiabilidad en otros medios de comunicación, así como interpretaciones limitadas de lo que implica el dialogismo, han derivado en una interacción 'cara a cara' como estrategia para mantener el privilegio cultural del museo y no así la generación de nuevos significados. Al respecto Harris ha denunciado que el dialogismo es un proceso que genera interacciones de múltiples significados, por lo que señala preciso cuestionar cómo la institución museística se imagina a sí misma (Harris, 2011)²⁴. En el caso del Museo de la Luz, si bien existen instrumentos de evaluación para conocer el desempeño de los mediadores, para un diagnóstico de las prácticas dialógicas *in situ* se requiere que este material sea estudiado de manera sistemática y vaya acompañado por instrumentos que permitan la identificación de vínculos conversacionales con los visitantes a través del tiempo.

1.4. Funciones sociales del Museo de la Luz.

El Museo de la Luz en su función de divulgar la ciencia en pos de la cultura científica se ve afectado por las prácticas de una comunidad heterogénea, organizada a través del experimento de comunicación de la ciencia que significa el museo de ciencia desde la DGDC. De tal manera conjuga elementos de larga duración como heterotopía, los cuales están orientados por el mantenimiento de una tradición disciplinaria (i.e. la óptica), así como por las prácticas de mediación para la educación del ciudadano cosmopolita del mundo tecno-científico. Cabe recordar que los museos, y en especial los de ciencias, fungen un papel primordial como espacios educativos en nuestra sociedad, ya que estimulan y apoyan los procesos de aprendizaje al ofrecer dinámicas y métodos diferentes a los utilizados en las aulas.

Por lo que para presentar la teoría subyacente al diseño y actividades del Museo de la Luz, a continuación se observarán las funciones educativas y

²⁴ Desde esta perspectiva Harris resalta el valor de las experiencias dialógicas en el museo (e.g. visitas guiadas con debates al final de la misma), sin embargo apunta que el dialogismo se ha transformado en el ideal de comunicación, y tal ideal es muy difícil de alcanzar ya que "el museo produce una experiencia del visitante monológica, a pesar de los ideales de heteroglosia" (Harris, op. cit., p.87), lo que revela las limitaciones discursivas y tecnológicas bajo las que operan los ideales comunicativos en el diseño de la experiencia del visitante. Por lo que Harris critica la falta de reflexión sobre la propia voz y prácticas del museo que buscan desarrollar o reformar al visitante (i.e. ideales decimonónicos).

recreativas ligadas a la definición canónica del museo²⁵, pero también se pondrá atención en la función política implícita en la oferta museográfica²⁶. Dicha estrategia permite identificar la distribución social de actividades conforme al organigrama del Museo de la Luz, desde el cual es posible atribuir las funciones educativas principalmente a la Unidad de Servicios Académicos dirigida por Isaías Hernández desde 1999, las funciones recreativas a la Unidad de Servicio Técnicos cuya responsable es Leticia Enríquez desde 1996, así como reconocer que las funciones políticas se distribuyen institucionalmente desde el origen del museo hasta las directrices y miembros vigentes de la DGDC.

En la actualidad se reconoce un consenso respecto a que los museos de ciencia contemporáneos ofrecen una propuesta de educación informal, cuya característica principal consiste en la construcción de conocimiento significativo del visitante a partir de la motivación del sujeto para formar el hábito de la indagación, de preservar y estimular la curiosidad, así como fomentar el pensamiento reflexivo y crítico (Mejía, 2005). Como señala Julia Tagüeña, el aprendizaje fuera del aula es un proceso espontáneo que no puede ser impuesto y está íntimamente relacionado al contexto de cada individuo, pues es personal en

²⁵ Por principio de cuentas la doble función atribuida al museo en su definición, a saber la educativa y la recreativa, es un fenómeno de larga duración que tiene su génesis en los antecedentes del museo de ciencias, desde los gabinetes de curiosidades y cámaras de maravillas de los siglos XVI y XVII, en los cuales se coleccionaban objetos de muy diversa índole, los cuales se dividían en los naturalia (lo producido por la naturaleza) y los artificialia (lo producido con la intervención del ser humano), y que se disponían para el deleite del espectador, por lo regular amigos y familiares de los coleccionistas aristócratas y burgueses, lo que demostraba poder y riqueza al organizar sistemáticamente el conocimiento natural derivado de las exploraciones ultramarinas, en procesos de construcción que mezclaron lo ordinario con lo exótico y hasta con lo imaginario (Marsh, 2005). O en otras palabras la exposición de las ciencias como fenómeno intergeneracional está cifrada según los cánones de cada contexto, y a partir de estos genera dinámicas de educación y recreo, lo que en la era del museo público convierte al museo de ciencias en un medio de comunicación de masas.

²⁶ El énfasis educativo en la institución museística, y su consecuente efecto político, se delineó a finales del siglo XVIII cuando el Louvre abrió sus puertas al público general a raíz de la Revolución Francesa de 1789 y la posterior nacionalización de las obras que pertenecían a la realeza, con lo que se motivó el primer movimiento de democratización del arte (Fernández, 2001), y posteriormente del conocimiento en 1794 con la apertura del Conservatorio de Artes y Medidas, ligado a los valores de la nueva sociedad igualitaria, progresista e iluminada proyectada por los ideales revolucionarios (Rodari, 2009), estrategia de exhibición a través de la cual se reconoció el potencial de los museos como generadores de identidad (Duncan, 1995). Lo anterior es patente a través del desarrollo histórico de los museos nacionales de historia natural y del progreso técnico del siglo XIX, cuyos discursos fueron correlatos del Estado, así como en el movimiento de exhibición pública de los productos industriales generado a partir de 1856 con la Exposición Universal de Crystal Palace en Londres, con la que se inauguró la práctica de exponer la cultura industrial como atractivo para el ocio y el entretenimiento.

la medida que se relaciona con los conocimientos, experiencias e intereses propios (Tagüeña, 2005). Sin embargo la misión educativa y de estímulo de la perspectiva científica en el museo de ciencias está ligada a la apertura de la idea de público, es decir a la diversificación de las dinámicas entre productores y los consumidores de la propuesta del museo (i.e. expansión de los límites del cubo blanco), lo que ha transformado progresivamente la concepción del espacio museístico de una elitista hacia una más plural e incluyente, bajo la premisa de la educación como elemento fundamental de una sociedad democrática²⁷.

Desde la segunda mitad del siglo XX creció el énfasis en la finalidad educativa del museo, a decir de Hooper-Greenhill como un fenómeno relacionado con el movimiento de desescolarización y la centralidad del museo en la aplicación de filosofías para la enseñanza de niños y las prácticas de descubrimiento para el aprendizaje, así como la visibilidad del valor educativo del museo para obtener financiamiento público mediante la evaluación de su desempeño (Hooper-Greenhill, 2007). En este punto conviene aclarar en qué sentido la educación y el aprendizaje significan prioridades para el museo, dado que existen diversidad de estilos, perspectivas, propósitos, procesos y productos de la educación y del aprendizaje²⁸. No obstante el éxito del constructivismo es importante cuestionar la

²⁷ En consecuencia la idea del museo como medio para educar a los ciudadanos está ligada a la promoción del conocimiento como un deber, pues como señala George Hein: “[E]l concepto del museo como institución educativa importante se remonta a la idea del museo público, de hecho ambas nociones están inseparablemente conectadas. Más aún, cuando nos fijamos en el panorama actual de los museos, tanto en la letra como en la acción, la educación está estrechamente relacionada con el cambio social y las responsabilidades sociales” (Hein, 2009, p.34).

²⁸ De manera general se puede decir que existen dos polos que guían la interpretación de la función educativa del museo, una de corte didáctico más tradicional y otra conformada por el establecimiento de un nuevo paradigma denominado como constructivismo en el museo. Para profundizar un poco al respecto, se puede decir que en primera instancia se encuentra la perspectiva didáctica de la educación y el aprendizaje, de corte tradicional, heredera del modelo vertical de experto a lego, orientada por la acumulación objetiva de conocimiento verbal (olvidando el papel del cuerpo y el contexto donde se produce el conocimiento), y el énfasis cognitivo más que el experimental, cuyo principal problema es la limitación humana para la memorización y actualización del conocimiento, amén de la asimetría producida por la verticalidad de sus códigos y supuestos. En segunda instancia tenemos la conceptualización de la educación y el aprendizaje desde un modelo centrado en el aprendiz y el lugar de producción de conocimiento, cuya clave de interpretación se encuentra en el detrimento del papel del museo como corresponsal educativo y el consecuente énfasis del aprendizaje como evidencia de la transición hacia la perspectiva y beneficio del visitante. Sin embargo esta postura identificada como constructivismo en el museo, conlleva a cuestionar el tipo de aprendizaje efectuado en el ambiente museístico, el cual es potencialmente más abierto, individualmente dirigido, impredecible y susceptible a diversos estímulos, dado que en dicho espacio el aprendizaje es prioritariamente físico al estar anclado al movimiento, lo que refuerza la perspectiva del museo como espacio de aprendizaje al ser un lugar de exhibición y espectáculo, con ambientes sorprendentes y ricos

propuesta centrada en el visitante, dado que el aprendizaje entendido como un proceso continuo y acumulativo de conocimientos, experiencias, habilidades, valores, emociones, comportamientos e identidades propone un reto temporal para la resignificación de lo conocido a través de nuevas relaciones que se combinan con distintas situaciones (Hooper-Greenhill, *op. cit.*, pp.34-35). Es decir, el aprendizaje es entendido como la vinculación de nueva información con las estructuras mentales existentes en la persona, apropiación que le permite utilizarla en otro momento. Al respecto han surgido serios cuestionamientos sobre la posibilidad de lograr aprendizaje durante la breve visita al museo de ciencias, a lo que se suma la singularidad de las experiencias de cada visitante, conformada por sus antecedentes (conocimientos, experiencias y expectativas) y el nivel cognitivo de la exhibición (i.e. complejidad cognitiva de la interacción), que en su conjunto generan un contexto social propio durante la experiencia de la visita²⁹.

A partir de los elementos expuestos se pueden comprender los retos que enfrenta la organización de la Unidad de Servicios Académicos, desde la que se ofrece atención a los usuarios del Museo de la Luz a través del departamento de Atención al Visitante y del Programa Extramuros. En el departamento de Atención al Visitante se ofrecen los servicios de visitas guiadas a públicos heterogéneos, que incluyen niños desde edad preescolar, grupos escolares de todos los niveles (incluidos los públicos universitarios), adultos mayores así como discapacitados (con énfasis en la atención a débiles y discapacitados visuales). Este departamento también cuenta con una variedad de demostraciones como “Luminiscencias”³⁰, “Disección de ojo”³¹, “Horno solar”³² y en ocasiones también

en recursos, en contraposición con las escuelas y otros lugares y prácticas de educación formal (Hooper-Greenhill, 2007, pp.1-14).

²⁹ Si bien desde una postura caritativa se puede asumir que el museo de ciencias es un ambiente de aprendizaje informal, es discutible que en dicho ambiente puedan producirse modificaciones del comportamiento identificables en el corto plazo, más importante aún es reconocer que las limitaciones para la resignificación en el museo de ciencias estriban en el tiempo del museo, es decir en la duración de la visita al museo, pues un factor determinante para la apropiación es la reiteración de las experiencias (i.e. visitas continuas al museo), condición que difícilmente puede satisfacer cualquier museo, independientemente de su temática.

³⁰ Exposición sobre la distinción entre las fuentes de luz, su clasificación y presencia en la vida cotidiana, acompañada por material didáctico y experimentos químicos en vivo.

³¹ Exposición sobre la fisiología del ojo de mamíferos como el del ser humano, a partir de la disección en vivo del ojo de un cerdo.

con una cartelera de teatro científico³³. Asimismo brinda las actividades de talleres, que son relevantes como experiencias previas a la visita o de reforzamiento a la misma, ya que la participación conjunta en la elaboración de productos de la visita puede detonar inquietudes o familiarizar elementos materiales y simbólicos de los contenidos museográficos. En ocasiones invisibilizadas, también se encuentran actividades propuestas o creadas por los anfitriones del museo, tales como el Cine Club del Museo de la Luz (que con sus bemoles ha mantenido vigente la otrora sala “El Fósforo”), las Charlas de Anfitriones y los cursos de verano³⁴, las cuales son una veta de investigación sobre los procesos de formación tanto de divulgadores potenciales como de los cuadros profesionales universitarios.



Fotografía 6. Participante del Curso de Verano 2012 en interacción *in vivo* con los efectos de la “Esfera de plasma”, exhibida en la sala *Naturaleza de la Luz 4* en el Patio Chico de San Ildefonso. Archivo del autor.

³² Exposición sobre la energía solar y su potencial para el uso humano a partir del uso del aparato “Cocedor Solar”, en el cual se cuecen salchichas para su degustación al final de la demostración.

³³ Diseñado y ejecutado por diversos actores, a veces como iniciativa de los anfitriones y otras por parte de profesionales en las artes escénicas.

³⁴ De manera personal, coincidentemente durante mi estancia como parte del equipo de becarios del Museo de la Luz y en mi periodo de formación como parte del alumnado del XVII Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC, participé en la organización y ejecución del primer curso de verano del museo en el año de 2012, experiencia de la que aprendí un primer panorama sobre las dificultades administrativas, creativas y logísticas que conlleva el desarrollo de un producto de comunicación de la ciencia.

Por su parte el Programa Extramuros funciona como un distribuidor a domicilio de los mismos servicios de comunicación de la ciencia, ya que salvo las visitas guiadas por las instalaciones museísticas, la oferta del programa incluye versiones portátiles de las demostraciones brindadas en el museo, así como la misma oferta de talleres con ligeras variaciones en los materiales utilizados. La relevancia del Programa Extramuros radica en los servicios culturales que presta a comunidades marginadas a través de convenios interinstitucionales, como el programa “La SEP ilumina las escuelas de Iztapalapa”³⁵ o el Festival Viva Vivaldi³⁶, amén de participar frecuentemente en ferias de ciencia como Cinvesniños³⁷ o la Semana Nacional de la Ciencia³⁸.

Pero así como se va al museo para aprender, también existe la motivación de visitar una exposición con la finalidad de divertirse, que es la expectativa a satisfacer desde la función recreativa del museo de ciencias. Al respecto se sabe que pueden darse casos de relación directa entre espectáculo y la generación de instituciones educativas, por supuesto bajo el auspicio del estado y su incorporación a los intereses de la agenda oficial³⁹. Sin embargo en cuanto a la recreación entendida también como el goce y disfrute de la experiencia museística, un punto de partida se encuentra en la exhibición de elementos que ofrecen un mensaje susceptible de interpretación lúdica como contemplación del patrimonio cultural científico⁴⁰, es decir, objetos que expresan los sueños,

³⁵ En el cual se atiende a escuelas en comunidades de escasos recursos de dicha demarcación.

³⁶ Este festival internacional busca acercar la ciencia a grupos vulnerables, tales como las comunidades marginadas económicamente o de menores infractores recluidos en instituciones públicas.

³⁷ Organizada anualmente por la comunidad politécnica del Cinvestav en la Unidad Zacatenco.

³⁸ Organizada anualmente por el Conacy en diferentes sedes en todo el territorio nacional, entre ellas la Plaza de la Constitución en la Ciudad de México.

³⁹ Sobre este particular Gregory y Miller han señalado la vinculación de la Exposición Universal de 1851 y la posterior inauguración del Museo de South Kensington en 1857, mismo que en 1928 se escindió en el Victoria and Albert Museum, para las artes decorativas, y el Science Museum con el objetivo de registrar los desarrollos científicos al exhibir objetos tecnológicos, con la clara finalidad de incrementar la educación industrial y extender la influencia de la ciencia y el arte sobre el sector productivo (Gregory & Miller, 1998).

⁴⁰ Al respecto conviene señalar que existe una polémica museológica sobre el énfasis en la sanción patrimonial y el uso histórico de los objetos coleccionables para un museo de ciencia, canon que los centros de ciencia han supuesto superar al incorporar en su museografía un tipo de objeto sin aparente valor histórico, intercambiable e incluso desechable que puede ceder su lugar por objetos novedosos ofertados en el mercado de exhibiciones de ciencia. En ambos casos se pierde de vista que los objetos que constituyen la museografía de la ciencia, tanto los objetos únicos como los producidos industrialmente, son soportes de información y testimonios de las expresiones de una colectividad vinculada a la perspectiva científica, y en este sentido

esperanzas, decepciones y triunfos colectivos en su condición de cultura materializada, pues proyecta los valores y aspiraciones de los fundadores, audiencias y personal del museo cifradas en lo coleccionado y exhibido (Bud, 2010).

Es preciso reconocer que la función recreativa del museo también se ha modificado a través del tiempo, como lo demuestra el modelo de museografía interactiva del Exploratorium y la posterior examinación crítica del mismo, ya que la espectacularidad de los fenómenos físicos replicados en vivo ha sido interpretada como la reducción de la interacción a términos físicos, que opaca las explicaciones de los fenómenos al descontextualizarlos histórica y socialmente⁴¹. Planteado en estos términos, y en consonancia con las críticas a dicho modelo, conviene cuestionar el espacio de inmersión que significa el museo de ciencias y su efecto de transportación a otro mundo (i.e. maravilla) a través de la relación con el ambiente mediante su exploración. Por lo que conviene señalar que uso del museo está de acuerdo a imaginarios compartidos que remiten a la relación entre espectáculo y heterotopía, en donde los elementos que sitúan la experiencia del asombro lúdico se encuentran distribuidos en el espacio museístico, el cual supera la mera condición de contenedor a través del arreglo espacial del discurso museográfico, ya que a partir de este se vuelve un lugar de sucesos dignos de admiración y entretenimiento (i.e. orientación de la mirada).

Asimismo es posible apelar al aprendizaje a partir del recreo, dado que el aprendizaje no está restringido a la cognición ya que también puede ser afectivo, psicomotor, o social, o una combinación entre estos (Rennie, 2001). Por lo que se requiere de una reflexión sobre el tipo de evidencias que se tienen para observar el funcionamiento lúdico del museo de ciencias. En ese sentido vale retomar la perspectiva del aprendizaje como un proceso personal e interno que se expresa a

forman parte del esfuerzo colectivo para mantener vigente el estilo de pensamiento científico, ya sea por la memoria de su unicidad o bien por la novedad de sus capacidades técnicas para la interactividad.

⁴¹ Un ejemplo representativo de la postura comercial que ha recibido tales críticas se encuentra en la argumentación de Stickler, quien a mediados de la década de 1990 buscó enfatizar el atractivo generado por las experiencias de inmersión total facilitadas por las nuevas tecnologías de aquél entonces, siendo la inmersión y la interacción sus palabras clave en conjunción con la tecnología para promover la exploración, descubrimiento y análisis a través de la interactividad como acceso a experiencias lúdicas y su consecuente generación de memorias a través del museo (Stickler, 1995, p.36).

través del comportamiento, ya que los logros en la investigación sobre los visitantes de museos demuestran que éstos sí aprenden en los museos de ciencias, y aunque el aprendizaje es difícil de medir no es imposible hacerlo. No obstante hay que considerar que los resultados de la visita son multifactoriales y están directamente relacionados con las posibilidades ofrecidas por las exhibiciones (i.e. capacidades técnicas), además de incluir los efectos retroactivos del aprendizaje, es decir, apelar al mediano y largo plazo para realizar la evaluación de la experiencia de visita. De ahí que autores como Rennie planteen la necesidad de un cambio en las expectativas del aprendizaje en los museos de ciencias, en el cual se transite del modelo de medición sobre la adquisición de conceptos profundos a la más viable medición de la incorporación de perspectivas científicas, en donde la relación gozosa con el museo de ciencias requiere ser analizada como la vinculación del visitante con el ambiente.

Desde estas observaciones se puede reconocer cómo las temáticas de las exposiciones temporales y las conferencias de especialistas, cuya organización ha estado bajo el criterio de Leticia Enríquez, están vinculadas a las funciones recreativas del Museo de la Luz ya que con ellas se ha buscado ampliar la oferta comunicativa, realizando esfuerzos de actualización y diversificación de los contenidos ofrecidos por el museo a sus audiencias. Respecto a las conferencias de especialistas, cabe mencionar que éstas se han conceptualizado como una práctica de divulgación de la ciencia legítima para la comunidad científica universitaria, cuya tradición es patente en el programa de conferencias *Domingos en la ciencia*⁴², que desde 1982 tuvo su origen en las instalaciones del Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad⁴³, mejor conocido como MUTEK. Sobre las exposiciones temporales en el Museo de la Luz, si bien en

⁴² Un apunte de cierto valor anecdótico es que para abril de 1996 Ana María Cetto ofreció la conferencia *Juegos de luz* en el programa *Domingos en la Ciencia* (AIC) en el Centro de extensión Tacuba, lo que lleva a observar la relación temporal con las actividades del Proyecto del Museo de la Luz, las cuales se encontraban a siete meses de inaugurar oficialmente el Museo de la Luz, y ante lo cual se antoja pensar que la conferencia pudo tener una finalidad de experimentación y perfeccionamiento del discurso que pronto se convertiría público a través de la museografía.

⁴³ El programa *Domingos en la ciencia* parece ser un elemento articulador para la comunidad científica mexicana, particularmente para los grupos interesados en la comunicación de la ciencia como lo demuestra la memoria que al respecto tiene la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Cf. SOMEDICYT, s/f; Domínguez-Razo, *op. cit.*, p.91).

primera instancia aparecen mencionadas en diferentes fuentes tales como *Memorias* o folletos de mano, se carece de un estudio sistemático que concentre reseñas y evaluaciones de las mismas para diagnosticar su desempeño⁴⁴. Sin embargo dicha oferta ha privilegiado el enfoque artístico para la inclusión de exposiciones sobre pintura, fotografía y vitrales principalmente. Asimismo, las representaciones teatrales han jugado un papel importante para ampliar la oferta cultural del museo, elemento que también extiende el discurso artístico de la institución y que de acuerdo a los recursos disponibles (i.e. domicilio del Museo de la Luz) han propiciado diferentes apropiaciones del ambiente museístico.

Por último es preciso abordar la función política del museo de ciencias. Un apunte inicial consiste en señalar que tanto el museo como el visitante están determinados por el contexto que configura a la sociedad de la cual provienen, y por ende reflejan la identidad cultural que posibilita y da sentido a la experiencia del museo de ciencias. Como señala David Bloor, puede entenderse a la sociedad como un marco de suposiciones, modelos, propósitos y significados compartidos en los que sucede la experiencia individual, cuyas características establecen "las necesidades de comunicación [que] ayudan a que los patrones colectivos de pensamiento se mantengan en la psique individual" (Bloor, 1998, p.49). A través de mecanismos de reforzamiento, como los espacios museísticos, una sociedad expresa y mantiene las concepciones con las que se vincula al mundo.

En las sociedades contemporáneas los museos de ciencias manifiestan la importancia de la perspectiva científica en la esfera pública, en tanto postura teórica que subyace como un relato que cohesiona, da cuenta y sentido de la experiencia de un mundo altamente influido y posibilitado por los procesos tecnocientíficos. En ese sentido puede decirse que el conocimiento científico articulado bajo las formas del discurso museográfico proyecta una visión colectiva de la realidad, y es por ello que se identifica al museo con la empresa educativa

⁴⁴ Sobre el tema de las exposiciones temporales se han realizado diferentes críticas, entre ellas el uso —y abuso— de la exposición temporal como una estrategia para generar visitas, lo cual se ha asociado a las dinámicas de mercado donde las ganancias entran en juego para el financiamiento de las instituciones. Más allá de los beneficios económicos de las exposiciones temporales, es preciso señalar junto con Bradburne que si dichas prácticas marginan a las audiencias locales en pos de las audiencias foráneas, corren el riesgo de privilegiar los intereses comerciales frente a los comunitarios (Bradburne, 1998).

(i.e. una estructura de intereses y expectativas), que mediante prácticas de enseñanza-aprendizaje introducen códigos para interpretar los procedimientos normalizados de la ciencia, pues como dice Bloor:

Debe acudir a procesos como la educación y el entrenamiento para explicar la implantación y distribución de estados de creencias previas: son absolutamente necesarios si la experiencia ha de tener determinados efectos. Y son también necesarios para entender cómo se sostienen las creencias resultantes y para dar cuenta de las pautas que ligan especialmente una experiencia con cierta creencia y no con otras (Bloor, *op. cit.*, p.72).

Desde una perspectiva sociológica del museo de ciencias también es preciso reconocer que existe una sanción social a favor de la autoridad⁴⁵ que representan este tipo de espacios, pues en ellos el conocimiento científico se encuentra integrado, organizado, y sustentado para transmitirse y distribuirse mediante una institución establecida similar al "laboratorio, el lugar de trabajo, la universidad, la iglesia, la escuela... [ya que] así, la mente ha registrado en algún lugar que existe cierta conexión entre el conocimiento y la autoridad o el poder" (Bloor, *ibídem*, p.97). Por lo que puede decirse que la legitimidad del museo de ciencias, como espacio concerniente a la imagen pública de la ciencia, es reforzada por las prácticas de exhibición y enseñanza-aprendizaje tendientes a reproducir los procedimientos normalizados de la ciencia que declaran "que una experiencia sólo es admisible en la medida en que sea reproducible, pública e impersonal" (Bloor, *ibídem*, p.69), es decir accesible a cualquiera. Lo que aplicado al Museo de la Luz lleva a conceder que las experiencias sobre la luz que promueve su museografía, potencialmente pueden ser aceptadas como cánones interpretativos de los fenómenos lumínicos, punto que requiere observar las asimetrías entre especialistas y laicos⁴⁶ presentes en el discurso museográfico, ya que de ellas depende la posibilidad de inclusión o de subordinación del visitante.

⁴⁵ Sobre la autoridad, Bloor también indica que ésta "es una categoría social y sólo nosotros, los humanos, podemos ejercerla; somos nosotros quienes procuramos dotar de autoridad a nuestras opiniones más asentadas y a nuestros presupuestos. La naturaleza tiene poder sobre nosotros, pero sólo nosotros tenemos autoridad. La trascendencia asociada a la verdad tiene, en cierta medida, el mismo origen social" (Bloor, 1998, p.83).

⁴⁶ Se apuesta por el término de laico como referencia a las personas que no se encuentran enteradas de los procesos de construcción del conocimiento científico, y por ende normados por las interpretaciones especializadas de la práctica científica. Asimismo se privilegia su uso frente a otros conceptos como lego, por considerar que este último tiene una carga semántica asociada a los modelos verticales de la comunicación de la ciencia, en donde el no experto es visto como un agente pasivo subordinado a la sanción experta.

En este sentido las resonancias políticas de la interacción a través de la participación, empoderamiento y transparencia parecen ser estrategias válidas para vincular la cultura popular con el mundo esotérico de la ciencia y la tecnología, sobre todo dentro de un contexto de tensión y crisis entre ciencia y público, en el que las tecnologías interactivas parecen brindar una solución ante la brecha de experticia al ofrecer un entendimiento práctico y creativo de lo que es la ciencia. Por lo que Barry propone que la relación entre el museo de ciencias contemporáneo y su público es de tipo interactiva en tres niveles, a saber: (1) como institución, en la que se espera que el museo responda a las demandas del público para entender la ciencia, más que sólo decirle al público lo que necesita saber⁴⁷; (2) en la sala de exhibición, en la que el personal del museo busca diseñar exposiciones que permitan al público tomar decisiones y experimentar el espacio de manera propia⁴⁸; (3) y en la exposición individualizada, en la que el museo busca desarrollar y aplicar técnicas que permitan mayor diálogo con el visitante (Barry, 1998, p.85)⁴⁹.

De esta manera es posible apreciar la complejidad subyacente a las estructuras administrativas que gestionan la distribución del patrimonio cultural científico en el Museo de la Luz, las cuales son responsables de las interpretaciones de uso que se hace del espacio museístico. Dichas estructuras se encuentran distribuidas entre los individuos de manera institucional, por lo que

⁴⁷ Para Barry, desde una perspectiva centrada en lo informal y amigable, lo importante de la interacción reside en la promoción del valor social de la ciencia, el cual depende no sólo de la ritualización museográfica, sino del desarrollo creativo de habilidades científicas del ciudadano individual (Barry, 1998, p.86), lo que visibiliza la competencia entre los valores liberales de la cultura como mejoramiento del individuo y los valores neoliberales de la cultura como producto de consumo

⁴⁸ Asimismo Barry asigna una doble función a la interactividad a partir de métodos técnicos: (1) forjar una relación más 'económica' entre museo y públicos y museo e industria privada (i.e. control de costos, investigación de visitantes, estándares de calidad, relaciones de mercadeo y consumo); (2) desarrollar capacidades para el autogobierno del ciudadano (i.e. el visitante de museo como un ser más activo) con las implicaciones políticas de considerar al visitante como participante más que como observador.

⁴⁹ Al respecto se puede rescatar la anatomía política del visitante de museo hecha por Barry, que en principio señala la relación entre la comunicación, la tecnología y el cuerpo como fuente de conocimiento experimental. Desde una perspectiva histórica se puede observar la transformación del cuerpo del experimentador como fuente de conocimiento al cuerpo del experimentador como un técnico confiable, lo que se tradujo en que los eventos experimentales ya no son experimentados por el científico sino son registrados por los instrumentos científicos. En este punto es cuando cabe preguntar por el indisciplinado cuerpo del visitante, cuyas reacciones se buscan estandarizar desde el diseño museográfico, ya sea con juegos o interacciones que permitan visibilizar principios científicos mediante efectos sensoriales, lo que dicho de otra manera implica orientar su mirada a través de la sanción de la experiencia.

parece adecuado utilizar como marco de referencia el enfoque de Barry sobre los tres niveles de la relación museo-público, que se pueden entender como los niveles institucional, museográfico y de mediación a través de los cuales se organiza y administra el espacio público del museo de ciencias.

A nivel institucional la función política del Museo de la Luz como museo universitario se distribuye a través de la organización administrativa de la DGDC, pues desde esta se obtienen y canalizan los recursos para la operación del museo, y en ese sentido el Museo de la Luz funge como operador de la UNAM dedicado a la divulgación de la ciencia, misión que lo coloca como una institución legítima para orientar la opinión pública cuando menos en temas relacionados a la luz, tales como el consumo energético de las fuentes de luz artificial, las tecnologías electromagnéticas para la comunicación y la salud, o la importancia de la luz para los seres vivos y la diversidad biológica. A nivel de sala o museográfico, la función política corresponde a la comunidad de diseñadores del discurso, representados por Ana María Cetto como coordinadora del Proyecto del Museo de la Luz, cuyas contribuciones es visible en la valoración de aquello que ha de sancionarse como patrimonio cultural científico (i.e. lo representativo y valioso de la ciencia), y por ende la construcción de estereotipos fácilmente identificables por los visitantes. Y a nivel de mediación, como estrategia de comunicación orientada al diálogo con el visitante, la función política se encuentra distribuida entre el equipo de anfitriones actualmente representados por Silvia Hernández y el personal del Programa Extramuros ahora dirigidos por Jaqueline Sandoval y Vianey Lara, ya que dicha comunidad de practicantes o recursos humanos de la institución son quienes transmiten en directo el discurso museográfico a los visitantes o usuarios de los servicios del museo.

Recapitulación.

A lo largo del presente capítulo se ha buscado responder qué es el Museo de la Luz, quiénes lo conforman y de qué maneras lo materializan para que pueda ser interpretado como un museo de ciencias. En ese sentido es posible observar que

el museo de ciencias como institución está ligado a estructuras administrativas desde las que se gestionan las diferentes funciones del museo público, a saber la educación, el recreo y la orientación de la opinión pública del visitante respecto a la cultura científica y tecnológica. La identificación de dichas estructuras lleva a observar con mayor amplitud el rostro humano de la institución, pues las asociaciones temporales que pueden establecer los grupos humanos redundan en códigos de comunicación, tales como los generados por la Unidad de Servicios Académicos, pues sus integrantes han apropiado el discurso museográfico desde diferentes roles y atribuciones, con sus consecuentes ventajas para la mediación e interacción con los públicos del museo.

También se ha procurado profundizar en las estrategias de comunicación utilizadas en la oferta museográfica, de la cual se han observado relaciones temporales con los objetivos, expectativas y finalidades de la comunicación de la ciencia en el Museo de la Luz, cuyo diseño se encuentra permeado por la perspectiva multidisciplinaria del Proyecto del Museo de la Luz, que sin embargo se encuentra guiado por el desarrollo de la óptica, lo que es patente en el desdoblamiento museográfico donde la mayoría de las salas de exhibición profundizan y refuerzan la interpretación de la luz como un fenómeno físico.

Si bien lo anterior fue visible desde su inauguración, el predominio del enfoque óptico quedó manifiesto por el traslado no planeado del Museo de la Luz a las instalaciones de San Ildefonso #43, en donde el espacio dividido por pisos y salas evidenció la trama con que se articuló la museografía original en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo. Y es justo esta itinerancia, cierta trashumancia o incluso nomadismo visible en su Programa Extramuros, la que permite preguntar por la capacidad del Museo de la Luz para mantenerse en funcionamiento, aun cuando haya sido inaugurado con una exhibición parcial, o cambie de sede, e incluso se apropie temporalmente de espacios destinados a otros usos diferentes de la divulgación de la ciencia.

Capítulo 2. Articulación del cubo blanco: Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido.

Introducción.

Al tener en cuenta que el museo de ciencias es producto del esfuerzo colectivo, tanto en su producción (i.e. diseño museográfico) como en su distribución (i.e. mediación pública), e inclusive en su consumo (i.e. experiencia de visita), conviene revisar el funcionamiento del Museo de la Luz desde una perspectiva que brinde claridad sobre los elementos que lo constituyen, para así identificar los agentes relevantes y sus aportaciones en la configuración de este proyecto de comunicación de la ciencia. En apariencia obvio, la construcción del ambiente del museo de ciencias es un proceso complejo en el que intervienen diversos factores que posibilitan la comunicación de la ciencia en un lugar determinado, y en el mejor de los casos también el aprendizaje necesario para la formación de una cultura científica en los visitantes del museo, por lo que su observación atenta es necesaria para precisar las interacciones que instancian el fenómeno museístico.

Con base en los planteamientos de la cognición situada, y particularmente desde la perspectiva sistémica sobre la distribución de los procesos cognitivos, se propone la hipótesis de observar al Museo de la Luz como un sistema cognitivo distribuido (SCD) organizado para la divulgación de la ciencia, panorámica que conserva su complejidad como fenómeno museístico a la vez que permite ubicar y trazar los tránsitos de los recursos humanos (i.e. comunidades productoras, distribuidoras y consumidoras del Museo de la Luz), los recursos materiales y las representaciones externas (i.e. instalaciones museísticas y aparatos de divulgación), los códigos socioculturales (i.e. prácticas de mediación), así como las metas que estructuran al sistema (i.e. comunicación de la ciencia para la consecución de una cultura científica), y que en su conjunto configuran el ambiente en el que es posible la existencia del Museo de la Luz.

Al considerar a los espacios museísticos como una totalidad, Laura Martin ha expresado cuestionamientos sobre las cualidades del museo como lugar para el aprendizaje de conceptos científicos, ya que son contextos particulares donde

operan dinámicas sociales propias, ante lo que señala que tal vez las lecciones del museo de ciencias “no son sobre la adquisición de entendimiento científico específico sino cómo nuestra cultura observa la actividad científica, una lección importante en sí misma” (Martin, 1996)¹. Lo que lleva a pensar en las implicaciones de la extensión del laboratorio proyectada a partir de redes de infraestructura ancladas en nuestra experiencia cotidiana, tanto en el ámbito privado como en el espacio público, ya que al parecer "no hay afuera de la ciencia pero hay una larga, estrecha red que hace posible la circulación de hechos científicos" (Latour, 1983, pp.167), como lo manifiestan los museos de ciencias.

Esta intuición reticular es la que subyace al objetivo del presente capítulo, que consiste en situar la comunicación de la ciencia en el emplazamiento museístico, y con base en ello argumentar sobre las aportaciones de la perspectiva del SCD para el estudio del museo de ciencias, lo que finalmente redundará en el análisis cognitivo del Museo de la Luz, estrategia útil para observar las interacciones que posibilitan la promoción de la cultura científica.

2.1. La comunicación de la ciencia situada en el museo.

Al observar al museo de ciencias desde una perspectiva sistémica, el enfoque como medio de comunicación parece ser el más adecuado debido a sus funciones sociales. Por lo tanto vale acotarlo como *mass media* o medio de comunicación de masas, categoría de la que se desprende la responsabilidad de fungir como

¹ Un ejemplo de lo anterior es el desarrollo de la autopercepción de los centros de ciencias, espacios de exhibición pública de la ciencia que provienen de la tradición de los museos de ciencias pero que han buscado desligarse de estos, en un afán por diferenciarse de los estereotipos decimonónicos del museo. Es así que en las declaraciones de los Congresos Mundiales de Centros de Ciencia se puede observar el desarrollo de su agenda, en una retórica que va del *aprendizaje para el mañana* (1996) al *compromiso público para un mundo mejor* (2014), pasando por ser *catalizadores de un mejor mañana* (1999), *la inspiración a nuevas generaciones* (2002), *romper barreras para comprometer a los ciudadanos* (2005), así como autodefinirse como *agentes de cambio a nivel local, nacional e internacional* (2008), y proyectar *la ciencia a través de las culturas* (2011). Como resultado de los siete congresos se ha visibilizado la generación de una comunidad de profesionales, quienes al explicitar sus alianzas e intereses dan paso tanto al consenso como a la generación de un cuerpo de conocimientos, cuya aportación más reciente consiste en la visibilidad de los actores del congreso en 2014, es decir de los directores de centros de ciencia, políticos, científicos y empresarios, quienes intercambiaron ideas sobre "la ciencia, la participación pública en la ciencia, y el rol que debería desempeñar tanto la comunicación pública de la ciencia como los centros de ciencia en nuestra sociedad que se está transformando rápidamente" (*Declaración de Mechelen*, 2014).

mediador entre los expertos científicos y el público general, que a través de las exposiciones mantiene y distribuye el patrimonio cultural científico. En dicha mediación pueden identificarse los tipos de discursos museográficos con los cuales se representan y ofrecen imágenes de las ciencias (i.e. estereotipos científicos), ya que estas figuraciones orientan la opinión pública al ser una fuente de información confiable, sobre todo al estar certificadas por el museo.

Esta situación lleva a enfocar el problema de la comunicación dentro del circuito elemental de producción, distribución y consumo de un mensaje, en el que resulta práctico atender el “sistema general de comunicación” de la teoría matemática de la comunicación de Shannon y Weaver. A manera de un esquema lineal constituido por varios elementos claves, el sistema queda constituido por: la *fuentes* de información, el *emisor* del mensaje, el *canal* o medio de transmisión, el *ruido* (tanto del medio como del contexto), el *receptor* del mensaje, y el *destino* o interpretación. El modelo de Shannon y Weaver es utilizado por Hodge y D’Souza para proponer al museo de ciencias como un medio de comunicación masiva, porque incluye multimedios y recibe la visita de miles de personas al año (Cf. Castellanos, 2008, pp. 28–32). Lo que traducido en clave museo de ciencias genera la siguiente propuesta: el conocimiento científico es la *fuentes*; el personal del museo es el *emisor*; el contenedor y la museografía son el *canal*; el visitante es el *receptor*; y el *destino* es la interpretación que los visitantes realizan sobre su experiencia en el museo, y que en última instancia abonaría a la consecución de la llamada cultura científica (i.e. objetivo de la comunicación de la ciencia). Por su parte, el *ruido* se define como las interferencias entre la *fuentes* y el *destino*, las cuales varían en tipo según el momento en el que sucedan (i.e. entre fuente-emisor, emisor-canal, canal-receptor, o receptor-destino) (Fig. 2).

Bajo el modelo del sistema general de comunicación es posible identificar tres problemas relevantes para la comunicación de la ciencia en el espacio museístico: (i) la mediación de mensajes entre el conocimiento científico y la cultura científica (i.e. fuente y destino respectivamente); (ii) el tipo de relaciones entre el museo de ciencias y los visitantes (i.e. emisor y receptor); (iii) la influencia de la museografía (i.e. canal o ambiente) en la experiencia del visitante.

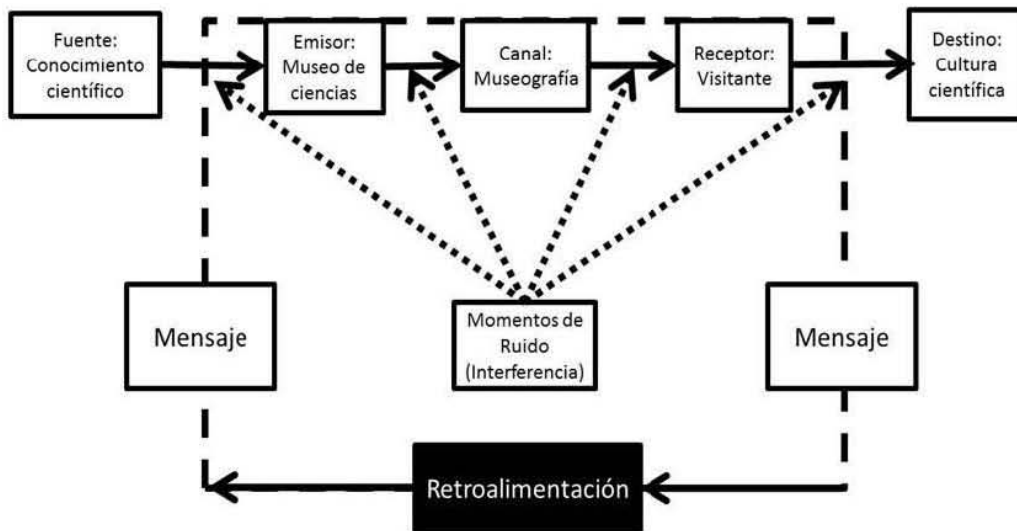


Figura 2. El museo de ciencias como medio de comunicación, para el que es útil un primer acercamiento desde el modelo lineal de la teoría matemática de la comunicación de Shanon y Weaver, requiere una revisión sobre los procedimientos para efectuar la retroalimentación entre emisor y receptor, es decir para evaluar cualitativamente, más que cuantitativamente, los flujos biyectivos dentro del sistema. *Esquema basado en la propuesta de Patricia Castellanos (Cf. Castellanos, 2008, pp.24-32).*

Para situar los alcances del primer problema dentro del ámbito museístico, por el momento baste apelar a las estrategias de Secord, las cuales apelan a renovar la observación de gran escala y reformular la ausencia de las grandes narrativas, perspectiva que aplicada al caso de los museos ciencias resulta en un puente conceptual necesario para superar las limitaciones de los estudios de caso y la consecuente elaboración de un cuerpo teórico para análisis más profundos. Por ello propone: (1) entender a la ciencia como una práctica de comunicación; y (2) estudiar los patrones de circulación del conocimiento a través de redes de tránsito de diferente calado (Secord, 2004), ya que entender a la ciencia como un proceso de comunicación posibilita ubicar los patrones de circulación del conocimiento (i.e. emisores, receptores y mensajes), y de esta manera situar las implicaciones políticas y económicas de la distribución de productos culturales, tales como los museos de ciencias y su relevancia en el ámbito local en el cual se encuentran inmersos. Y es que desde los productos culturales, tales como textos, objetos, imágenes, así como desde las acciones con las cuales se comunican las ciencias en el espacio museístico, se hace evidente la historicidad del conocimiento científico, su distribución a través de redes de intereses y la correspondencia entre

medios de comunicación y prácticas educativas, lo que se revisará con mayor profundidad en el próximo capítulo.

Sobre el segundo problema, relativo a las relaciones entre emisores y receptores del museo de ciencias, conviene reconocer que la comunidad productora del museo es la que articula las interacciones bajo códigos propios, mismos que instancian la heterotopía del cubo blanco en clave científica. En este sentido es pertinente retomar los apuntes realizados por Ludwig Fleck para comprender la actividad científica como un fenómeno social, dado que desde su modelo se enfatiza la historicidad de los factores psicológicos y sociales (i.e. tradición) que fijan y hacen permanentes ciertas concepciones de las cosas, incluida la condición histórico-cultural de la elección epistemológica (Fleck, 1935). De la riqueza conceptual de Fleck, aquí interesa rescatar las nociones sobre la conformación de comunidades de investigación organizadas que interactúan con el saber popular, lo que en sus términos es la relación entre el estilo de pensamiento² y el colectivo de pensamiento³, donde los tres factores que participan en el proceso de conocimiento son el individuo, el colectivo, y la realidad objetiva (i.e. lo que está por conocer).

En particular resulta fecunda la imagen de Fleck sobre la conformación del colectivo de pensamiento, la cual está compuesta por círculos interrelacionados que se articulan a través de un círculo esotérico (i.e. un grupo pequeño con una función creativa) y un círculo exotérico (i.e. un grupo grande con una función de mediación), cuyo factor central es la confianza social depositada en el saber de los

² El estilo de pensamiento es entendido como “una conexión de estilo entre muchos -si no todos- los conceptos de una época, basada en su influjo recíproco. Por eso se puede hablar de un estilo de pensamiento que determina el estilo de cada concepto” (Fleck, 1935, p.55). Cabe apuntar que para Fleck la fijación y el movimiento del estilo de pensamiento son procesos complementarios e inseparables, donde las relaciones históricas que indican una interrelación entre lo conocido y el conocer tienen como trasfondo la concepción del conocimiento como una actividad social.

³ El concepto del colectivo de pensamiento está orientado a enfocar el aspecto formal de las actividades científicas y su estructura social, para lo cual Fleck incluye en su consideración la división del trabajo, la colaboración, el trabajo de preparación, la ayuda técnica, el intercambio recíproco de ideas, y las polémicas que existen al interior de un grupo que comparte un estilo de pensamiento. Para Fleck también es importante destacar que un colectivo de pensamiento existe siempre que dos o más personas intercambian ideas, por lo que no debe entenderse el concepto como un grupo fijo o perteneciente a una clase social, sino que la estabilidad y permanencia de un colectivo depende de su grado de organización, y apunta que “[s]i un grupo existe durante un tiempo suficiente, el estilo de pensamiento queda fijado y adquiere una estructura formal” (Fleck, *op. cit.*, p.150), elemento a considerar en la observación de las dinámicas entre los museos de ciencias con sus audiencias.

expertos, misma que es reforzada por las creaciones intelectuales de éstos y la comunicación pública con la que las promueven. Aunque añeja, la propuesta de Fleck aún señala con claridad las características generales del problema de la brecha entre expertos y laicos, del cual Fleck reconoció que “el primer efecto de la estructura general del colectivo de pensamiento científico consiste, por tanto, en la oposición entre el saber especializado y el saber popular” (Fleck, *op. cit.*, p.160). Fleck también señala que existen diferentes formas de entender a la comunicación de la ciencia, que van desde la ciencia especializada de revistas, la ciencia especializada de manuales, pasando por la ciencia popular hasta la ciencia de los libros de texto.

Si bien la taxonomía de Fleck sobre la comunicación de la ciencia ofrece un marco teórico amplio, debido al interés que aquí se tiene por la comunicación de la ciencia en el espacio museístico, es preciso ahondar en el papel de la ciencia popular, la que desde la perspectiva de Fleck cumple una función fundamental pues actúa en todo conocimiento al ser una estructura compleja de la que participan los laicos. Para Fleck "lo característico de una edición popular [de la ciencia] es la omisión de detalles, y principalmente de las concepciones discutibles, con lo que se persigue una simplificación artificial", que conduce hacia una "ciencia simplificada, gráfica y apodíctica, tales son los rasgos principales del saber exotérico". El argumento de Fleck se basa en el contraste entre el conocimiento especializado y el saber popular, ya que este último “en lugar de una coerción de pensamiento específica proporcionada por pruebas, que sólo se pueden hallar mediante un gran esfuerzo, se erige, por simplificación y valoración, una imagen clara" (Fleck, *ibídem*, pp.160-164).

Aunque las aseveraciones de Fleck guardan cierta postura vertical sobre la comunicación de la ciencia, propia de su época, su interpretación lleva a reconocer que “la descripción es siempre una simplificación impregnada de elementos apodícticos y gráficos: cada comunicación, cada nomenclatura tiende a hacer un conocimiento más exotérico, más popular”, dado que la “certeza, sencillez y grafismo surgen sólo en el saber popular. Ahí es donde el experto obtiene su fe en esta tríada como ideal de conocimiento”, donde “el grafismo de un

saber tiene un efecto especial. El especialista recurre a este medio cuando quiere hacer una idea comprensible a otras personas o cuando necesita alguna regla mnemotécnica” (Fleck, *ibídem*, pp.160-164). Las características mencionadas por Fleck bien pueden corresponder a la definición de estereotipo como una creencia que se puede distinguir de las actitudes y comportamientos, aun cuando estén estrechamente relacionadas en ciertas condiciones, específicamente al entender el concepto de estereotipo como un conjunto de creencias sobre los grupos y sus prácticas (i.e. imagen clara erigida por valoración y simplificación), las cuales influyen en la memoria, los razonamientos y la percepción (Cf. Matsumoto, 2009, p.520).

Por lo que revisar el museo de ciencias a la luz del argumento de Fleck, lleva a considerar el estilo de pensamiento a través de la fijación y movimiento del discurso científico, por un lado a partir de la visible consolidación de ideas en las producciones culturales representadas museográficamente (i.e. conocimientos y artefactos), y por otro en el flujo producido por la circulación de mensajes entre los diferentes círculos del colectivo de pensamiento (i.e. los procesos de producción, distribución y consumo de mensajes científicos). De lo anterior se desprende una consideración sobre el mantenimiento del colectivo de pensamiento y la inclusión del público, ya que el colectivo depende de la distribución social del trabajo cognitivo para el intercambio de ideas. Asimismo dicho intercambio mediante el medio museográfico responde a las características de la ciencia popular, dada la simplificación artificial de la re-contextualización museográfica⁴ que estabiliza el significado al emitir una imagen clara por simplificación y valoración, la cual invisibiliza los procesos de construcción del conocimiento y orienta la mirada hacia el estereotipo científico.

Lo que lleva al tercer problema, relacionado con la influencia de la museografía en la experiencia del visitante, o de las formas en que nos relacionarnos con el ambiente del museo de ciencias. En principio se puede atender la relación entre experiencia y aprendizaje desde la lente de la novedad, la

⁴ Re-contextualización efectuada a través del juicio experto, ya sea por prescripción de los especialistas o bien por apropiación de su discurso por parte de las comunidades de comunicadores de las ciencias, es decir, por quienes producen los objetos comunicativos a partir del conocimiento científicamente validado como fuente.

cual a decir de Hooper-Greenhill es articulada por la museografía como detonante para el uso de conocimiento previo en situaciones de descubrimiento y a través de éstas promueve su reforzamiento (Hooper-Greenhill, 2007, pp.36-37)⁵. Esta narrativa expresada de manera espacial es la que se encuentra ligada a la orientación de la mirada sancionada por los diseñadores de exposiciones (i.e. museógrafos), lo que lleva a reflexionar sobre la no neutralidad del imaginario cultural dentro del museo de ciencias (i.e. estilo de pensamiento expuesto museográficamente)⁶.

Al respecto del aprendizaje obtenido en el museo de ciencias, al cual se le ha clasificado como un espacio de educación informal, Carmen Sánchez Mora identifica que este tipo de instituciones acercan la ciencia al público tanto conceptual y cognitivamente, como actitudinal y socialmente. Asimismo señala que el “evento educativo que ocurre en el museo se le describe como aprendizaje informal, es de naturaleza personal y depende del contexto” (Sánchez-Mora, 2014), lo que aunado a las múltiples interpretaciones y ambigüedades emanadas de la interacción entre público y exposiciones, lleva a identificar al mediador o guía de museo como un agente clave en la experiencia museística, pues funge como instrumento interactivo para la construcción dialógica de la experiencia de visita.

⁵ Al respecto coincido con la autora sobre la relevancia de la experiencia para reforzar la significación del conocimiento, su desarrollo y articulación verbal, dado que la forma más profunda de aprendizaje es a partir de la experiencia y la generación de conocimiento tácito, problema que requiere de mayor estudio dentro contexto museístico, sobre todo en las prácticas de mediación. Por ahora baste reconocer que el conocimiento tácito, como codificación interna, forma parte de nuestras estructuras mentales, ya que la experiencia directa es una manera de involucrar los sentimientos, de aprehender la vivencia y relacionar el conocimiento de una manera sensible, y por lo tanto significativa.

⁶ Al respecto se encuentra la puesta en práctica de la metáfora del museo como tienda –correspondiente a la reformulación de las relaciones entre museo, públicos y Estado en el contexto neoliberal–, en la que se han asumido a las colecciones como productos y a los visitantes como consumidores gracias a la re-estructuración de las instalaciones, servicios, imagen pública y personal del museo bajo la perspectiva mercadotécnica. Esta situación lleva a MacDonald a cuestionar las políticas e implicaciones de conceptualizar al museo en términos de mercado, en especial al preguntar “¿cómo influyen los contenidos de las exposiciones? En particular, ¿cómo afecta las representaciones de la ciencia y la tecnología? ¿Y acaso la consideración del visitante como consumidor y el énfasis en la elección del consumidor democratizan y habilitan al público?” (MacDonald, 1998, p.104). Hooper-Greenhill también ha señalado la relación entre el aprendizaje y los cuestionamientos sobre consumo, subjetividad, significado e identidad que se desprenden de las museografías, situación que plantea problemas de acuerdo al tipo de interpretaciones exhibidas, a quiénes las proponen y con qué finalidad lo hacen, es decir, que a través colecciones y representaciones visuales de la cultura material del pasado orientan la mirada al modelar el conocimiento mediante prácticas de condensar, reubicar, ficcionar y mitificar narrativas continuas y unificadas dentro del contexto museístico (Hooper-Greenhill, 2007).

La influencia del contexto en la apropiación de mensajes museográficos ha sido estudiada por Falk y Dierking, quienes señalan que el aprendizaje es un proceso relacionado con un lugar y una situación en el que influyen los planos personal, sociocultural y físico del museo y del visitante (Falk & Dierking, 2000). Más aún, Falk y Storcksdieck apuntan que los visitantes aprenden aquello ligado a sus intereses e ideas previas (Falk & Storcksdieck, 2005), por lo que el diseño del ambiente físico es fundamental para el aprendizaje informal, el cual es estimulado de manera voluntaria, no secuencial, e informada a través de la orientación e indicaciones provistas por el emplazamiento (Falk & Storcksdieck, *op. cit.*, p.121), ya que el lugar genera expectativas en los visitantes ante las exposiciones, programas, e inclusive en los sitios en internet. Por lo que en relación al ambiente físico, Falk y Storcksdieck también hacen dos consideraciones oportunas sobre la experiencia del museo: la primera relativa a la influencia de los elementos arquitectónicos que afectan el aprendizaje, tales como la iluminación, el poblamiento del espacio, el tipo de presentación, la generación de un contexto, así como la calidad y cantidad de información; y la segunda relativa al impacto del ambiente posterior a la visita, dado que este también afecta el aprendizaje al ser un proceso acumulativo de adquisición y consolidación de experiencias y conocimientos (Falk & Storcksdieck, 2005, p.121).

Lo anterior lleva a considerar que en el museo de ciencias el conocimiento y la cultura científica se encuentran ligados a las interacciones entre institución y visitantes, mismas que a su vez se ven influidas por la disposición del espacio de acuerdo a los códigos del sistema de comunicación museográfico, por lo que aparece la imagen del museo como punto de encuentro (i.e. heterotopía) y en ese sentido como puente entre colectivos de pensamiento (i.e. especialistas y laicos), cada cual con sus respectivas representaciones del mundo. De tal manera que considerar al museo de ciencias como un espacio de aprendizaje y recreo, requiere incluir los elementos ambientales para comprender la influencia del espacio en los procesos de comunicación de la ciencia.

2.2. Aportaciones desde la perspectiva del sistema cognitivo distribuido para el estudio del museo de ciencias.

Para observar con mayor precisión las relaciones establecidas en y con el ambiente del museo de ciencias, se requiere un acercamiento al contexto en el cual sucede la interacción entre institución y visitantes. Al respecto, en el horizonte de los estudios sobre museos, se encuentran las perspectivas de la evaluación contextual y de la teoría de la actividad, donde la primera es una técnica de evaluación que ha enfocado la relación entre ambiente y visitante con fines administrativos, y la segunda funge como un marco de referencia para el estudio de las experiencias propiciadas por el espacio museístico. Si bien cada postura estudia las interacciones entre visitantes y museografía, cabe preguntar ¿qué aporta cada perspectiva al estudio sistémico del museo de ciencias?

La evaluación contextual, a decir de Stephen Bitgood, proviene de la tradición de la psicología ambiental aplicada en museos, y en el caso particular de los museos estadounidenses identifica cuatro periodos que respectivamente se han enfocado de manera progresiva: (1) al estudio del comportamiento y patrones de circulación de los visitantes (1920-1930, Robinson y Melton); (2) a la evaluación del aprendizaje cognitivo y afectivo producido por la exposición a las exhibiciones (1960-1970, Shettel y Screven); (3) a la evaluación ambiental desde perspectivas psicológicas, antropológicas y pedagógicas (1970-1980, Wolf, Oppenheimer, Koran, Falk, Diamond, Gottfried, Rosenfeld y Taylor); y (4) al procesamiento de la información, desarrollo cognitivo, actitudinal, etológico y modos de comportamiento desde la década de 1980 hasta la fecha (Bitgood, 2002), por lo que en la última etapa ha derivado en un eclecticismo metodológico, además de una fuerte vinculación con los estudios de visitantes como fuente de información⁷.

⁷ Hooper-Greenhill nos advierte que los estudios de visitantes son un término paraguas para estudiar a los visitantes como audiencia, y en ese sentido orientar la investigación sobre las experiencias, actitudes y opiniones de los visitantes actuales, potenciales y virtuales. Al respecto Hooper-Greenhill remarca las referencias a la evaluación, investigación del visitante, comportamiento del visitante, desarrollo de audiencia o estudios de audiencia, como una multiplicidad de términos reveladores del carácter fragmentario del campo y sus distintos orígenes intelectuales, así como el amplio rango de propósitos para los que son producidos los estudios de visitantes, lo que da cuenta de la novedad del campo e integración de la diversidad bajo un mismo concepto (Hooper-Greenhill, 2006).

Desde la evaluación contextual contemporánea, Carmen Sánchez Mora nos dice que la comunicación de la ciencia en el museo se entiende como “una propuesta estructurada, que contiene el conjunto de acciones que llevan a lograr ciertas metas y objetivos, en una temporalidad dada” (Sánchez-Mora, 2008, p.28), lo que lleva a pensar la comunicación como una programación que opera en tiempo real durante el momento de la visita. Por lo tanto observar las actividades de comunicación de la ciencia situada en el museo requiere:

[C]onsiderar a la mayor cantidad posible de variables, como son: recursos humanos (visitantes, visitantes con necesidades especiales, científicos, museógrafos, diseñadores, guías, custodios, personal administrativo, intendentes, mantenedores, etc.), recursos materiales (equipos, objetos, especímenes, mobiliario, etc.); contenidos científicos a divulgar o popularizar; [y las] estrategias de comunicación propias del museo (actividades educativas, programas, talleres, visitas guiadas, visitas libres, voluntariados, cursos, etc.).

A todas estas variables, habrá que añadir, la evaluación de los procesos (de conceptualización y elaboración de exhibiciones, de atención a los visitantes, etc.) y la evaluación de los productos (las propias exhibiciones, los programas, actividades educativas, etc.). Cabe mencionar que un punto esencial en esta propuesta será la evaluación de resultados desde el punto de vista de la apropiación del conocimiento científico por los visitantes (Sánchez-Mora, *op. cit.*, p.29).

La clave de la evaluación contextual se centra en el qué y cómo exhibir, decisión que puede efectuarse desde los productores del museo, desde las expectativas del público, o con base en la negociación de ambas partes (que es el caso ideal). El actual modelo de evaluación contextual consiste en un proceso que primero busca un problema social de comunicación ante el que se decide intervenir. Posteriormente el evaluador estudia a la población objeto y para ello usa diferentes modelos de desarrollo sociopersonal y comunitario, observa cómo la población objeto se vincula con un territorio y con una temática o problemática, y a partir de las relaciones establecidas se definen las variables relevantes. De esta manera se realiza un análisis de la realidad subjetiva (lo que se cree sobre lo que hay, es decir, las demandas y expectativas), así como un análisis de la realidad objetiva (lo que hay, es decir, las necesidades y los recursos disponibles), de cuyo análisis se obtienen datos sobre la operatividad de las variables, a los cuales se les aplican procedimientos, técnicas e instrumentos de evaluación para obtener

resultados con los que se realiza un diagnóstico que sirve de base para la planificación de programas de comunicación (Sánchez-Mora, *op. cit.*).

Por su parte la teoría de la actividad es una línea de investigación psicológica derivada de los estudios de Vigotsky sobre la relación entre ambiente y cognición, y postula que la acción humana individual es la intersección de los planos interpersonal e intrapersonal que existe dentro de una meta estructurada por las condiciones culturales. La principal aportación de la teoría de la actividad consiste en identificar los efectos del ambiente en el visitante, y para ello utiliza una matriz que contempla las relaciones entre sujetos, comunidades, objetos, reglas, herramientas de mediación y distribución del trabajo para identificar conflictos, fricciones, contradicciones e inconsistencias entre y dentro de los elementos del sistema de actividad (Karasavvidis, 2008, p.196). En la aplicación de la teoría de la actividad en el estudio del museo de ciencias, Martin ha enfatizado la importancia del contexto museístico en los procesos de excitación cognitivo-emocional, ya que este tipo de espacios fungen como detonadores de asombro y curiosidad genuina al promover pensamientos, fantasías, proyecciones, cuestionamientos, interpretaciones y dinámicas que llevan a compartir información, a la socialización, e incluso a la contemplación (Martin, *op. cit.*).

Martin también ha señalado la necesidad de reconsiderar el diseño y metas para este tipo de instituciones enfocadas a la educación y el recreo⁸, en especial porque las experiencias inmersivas obtenidas por la visita al museo de ciencias resultan trascendentes, y en ese sentido susceptibles de incorporarse como referentes de interpretación para las vivencias cotidianas, lo que distingue al museo de ciencias de otros espacios educativos -como la escuela- al reconocer su potencial como medio de comunicación⁹. En este sentido la posibilidad de

⁸ Martin señala que aprender en un lugar diferente de la escuela es poderoso y diferente, lo que abre la posibilidad del museo de cumplir otras metas diferentes al currículo y tradición escolar, las cuales se encuentran ligadas a los intereses intergeneracionales y culturales de las comunidades de visitantes, y que en pos de generar un diálogo entre institución y públicos apuestan por la promoción del asombro, el desarrollo de capacidades, la reflexión y la investigación genuina mediante el desarrollo de conceptos mentales fundamentados en las actividades, las personas, las herramientas y el lenguaje utilizado.

⁹ Una clave de interpretación que se deriva de esta propuesta es que el aprendizaje en diferentes emplazamientos tiene diferentes componentes y prácticas, por lo que parece válido preguntar qué competencias requiere y qué capacidades restringe el museo, lo que a su vez recuerda que la adquisición de conceptos se basa en las experiencias previas, las prácticas y el contexto motivacional de la actividad.

apropiación de la experiencia museística es un factor clave en la empresa dirigida hacia la cultura científica, pues si las imágenes propuestas por el museo de ciencias son efectivas, entonces se estarán anclando interpretaciones del mundo y de la vida cotidiana desde una perspectiva científica. Es por ello que Martin concluye que el museo de ciencias es una institución híbrida de la educación informal y la búsqueda recreativa, aunque para constituirse plenamente debe dialogar con los visitantes a través de escuchar motivos de visita, descripciones y actividades en sala para promover la co-construcción del museo a partir de las experiencias, motivos y aspiraciones del público.

No obstante que la evaluación contextual como la teoría de la actividad brindan un marco de referencia para el estudio del museo de ciencias, en el que se preserva su complejidad al tiempo que enfatiza la influencia del ambiente en la experiencia de visita, ambas propuestas padecen un punto ciego en la observación de los procesos de comunicación, mismo que se origina al no considerar la historicidad de los elementos constituyentes del museo de ciencias, aquellos que al sincronizarse generan al ambiente y la interpretación de uso (i.e. lógica implícita). Lo que lleva a pensar sobre las dimensiones temporales del fenómeno museístico, que a grandes rasgos pueden clasificarse en sincrónicas (i.e. experiencia de visita) y diacrónicas (i.e. constitución del ambiente del museo). Si bien la evaluación contextual y la teoría de la actividad permiten dar cuenta de la temporalidad sincrónica al centrarse en los visitantes, ambas propuestas dejan fuera de foco la temporalidad diacrónica, ya sea previa o posterior a la experiencia de visita.

El desconocimiento de cómo es que un ambiente altamente artificial como el museo de ciencias llega a conformarse conlleva el riesgo de asumirlo acríticamente como algo dado, y en esa medida desproblematiza las cargas políticas, históricas y culturales implícitas en su codificación. Este problema no es menor debido a la relevancia de los objetos incluidos en la museografía de las ciencias y las relaciones promovidas hacia los mismos, ya que el proceso de aprendizaje situado en el museo de ciencias se encuentra ligado al diseño de la exposición de modelos ejemplares de la ciencia popular (i.e. casos fundacionales

para una comunidad científica), cuyo efecto de representación es la configuración de estereotipos susceptibles de guiar la opinión pública. Por lo tanto se requiere complementar el cuerpo de conocimientos sobre el estudio del ambiente en el museo de ciencias, para lo cual resulta útil una perspectiva sistémica que permita tanto la observación de comportamientos y valores reproducidos a través de la programación museográfica, así como la identificación de los procesos constructivos del sistema.

Un primer paso hacia la solución de este reto requiere visibilizar la importancia del ambiente y su constitución en los procesos de comunicación de la ciencia. Dicho problema ha sido descrito por Ludwig desde una perspectiva externista, en la que asume que las actividades de razonamiento, resolución de problemas y otras habilidades están ligadas y son dependientes del ambiente, argumentos que apoyan la interpretación fuerte de la cognición extendida a efectos de modificar el concepto de conocimiento en relación a las necesidades de la comunicación de la ciencia (Ludwig, 2014, p.982)¹⁰. Cabe aclarar que los debates actuales sobre cognición extendida están fuertemente influidos por la postura de Andy Clark y David Chalmers (*The extended mind*, 1998), quienes argumentan que la cognición humana literalmente se extiende más allá de los límites orgánicos y está constituida parcialmente por el ambiente de los sujetos, lo que dota de relevancia a los artefactos como herramientas para los sistemas cognitivos, es decir como parte constitutiva de los mismos.

Con base en lo anterior Ludwig cuestiona la importancia de la ubicación espacial del almacenamiento de información para la comunicación de la ciencia, y para ello utiliza el ejemplo clásico de Clark, el cual se basa en Otto quien es un sujeto que padece de Alzheimer y que sistemáticamente registra elementos relevantes en una libreta para tenerlos a su disposición. Por lo que Ludwig apela

¹⁰ Ludwig propone tomar en serio la hipótesis radical de las fuentes externas de conocimiento como parte del sistema cognitivo, ya que dichas fuentes pueden convertirse en repositorios de conocimiento capaces de incrementar el conocimiento sobre la ciencia, lo que es una de las funciones prioritarias de la comunicación de la ciencia. La principal crítica de Ludwig se dirige al supuesto de que el conocimiento es algo enteramente interno (i.e. modelo didáctico vertical) y que el conocimiento sobre la ciencia es independiente del ambiente en el que la ciencia tiene sentido (i.e. descontextualizado), ya que el ambiente influye en el conocimiento que posee una persona, tal como la posibilidad de acceder a un diccionario o una consulta a Wikipedia. En otras palabras, la perspectiva internista excluye sistemáticamente el ambiente cognitivo del sujeto para su evaluación, mientras que la perspectiva externista permite incluir elementos ambientales relevantes.

que desde una perspectiva externista la libreta de Otto, en tanto medio de acceso a la información (i.e. artefactos y dispositivos que intervienen y facilitan la cognición), es funcionalmente análoga a la memoria biológica si permite un acceso rápido y confiable, por lo que debería contar como parte del sistema de creencias y conocimientos del sujeto cognoscente.

Consciente de la novedad de su propuesta en el ámbito de la comunicación de la ciencia, y de las implicaciones que se derivan de la misma, Ludwig propone dos interpretaciones de la mente extendida: por un lado (i) la interpretación fuerte (i.e. aceptación de las implicaciones metafísicas)¹¹, que critica los límites impuestos por el internismo al concepto de conocimiento científico y se apela literalmente a que algunos estados cognitivos deben extenderse más allá del organismo; y por otro (ii) la interpretación débil (i.e. aceptación de los beneficios metodológicos, sin implicaciones metafísicas), desde la que el externismo brinda un modelo pragmático para la comunicación de la ciencia en un sentido ficcionalista o instrumental, cuasi-realista, sin comprometerse con los estados cognitivos extendidos (Ludwig, *op. cit.*, pp.988-989).

El acierto de Ludwig consiste en incluir al ambiente en la evaluación de la adquisición de conocimiento científico, ya que ello supone considerar las limitaciones materiales como base para evitar visiones acríticas de la ciencia y la tecnología, así como la necesidad de integrar el conocimiento científico al sistema de creencias, valores y acciones, y no sólo el mero acceso a la información. De

¹¹ La interpretación fuerte de Ludwig se basa en la aceptación de la explosión de conocimiento que ofrece internet como parte de la cognición extendida, lo que lleva a resolver el problema de sobrecarga cognitiva mediante la instrumentalización de los procesos comunicativos en dispositivos biológicamente externos. El argumento de Ludwig parte de la pregunta sobre el tipo de conocimiento necesario para la comunicación de la ciencia exitosa, de lo cual sabemos son conocimientos sobre: (a) hechos científicos, (b) metodologías científicas y (c) incorporación social de la ciencia; posteriormente, basado en la dependencia del conocimiento experto para la toma de decisiones informadas sobre ciencia y tecnología en las sociedades democráticas, Ludwig apuesta por un marco externista para la comunicación de la ciencia, desde donde reconoce que la complejidad del conocimiento requerido es tal que desde una perspectiva internista (i.e. que sólo supone el almacenamiento orgánico de información) se limita cualquier posibilidad de éxito, lo que deriva en el trilema de la sobrecarga cognitiva, a saber: (1) *Modelo complejo*: La comunicación de la ciencia debe enfocar suficiente conocimiento sobre hechos y métodos científicos así como su empotramiento social respecto a problemas importantes para la sociedad en general; (2) *Internismo*: Sólo la información que es representada internamente en el cerebro cuenta como conocimiento; (3) *Asequibilidad*: Las metas de la comunicación de la ciencia actualmente son alcanzables (Ludwig, 2014, p.990), ante lo cual Ludwig renuncia a (2) y propone una reformulación del conocimiento en la que acepta la incorporación de elementos biológicamente externos para satisfacer (1) y (3).

esta manera Ludwig atina en señalar a la distribución del trabajo cognitivo como un reto para la comunicación de la ciencia desde una perspectiva externista, ya que ésta requiere de la formulación de códigos éticos y morales que permitan la transmisión del conocimiento ante la difuminación del criterio de verdad estática, situación patente en el cambio de nuestras economías cognitivas a raíz de las transformaciones producidas por las tecnologías digitales y móviles (Ludwig, *ibídem*, p.995).

Por motivos pragmáticos en esta investigación se asume la interpretación débil de Ludwig¹² y en ese sentido se considera al museo de ciencias como un instrumento educativo¹³ en tanto medio de comunicación. Por lo que en adelante se asume una perspectiva externista de la comunicación de la ciencia desde la que se reconoce que los elementos ambientales influyen en los procesos cognitivos situados en el museo de ciencias (i.e. comunicación, aprendizaje, gozo, etc.), y se concede que las condiciones materiales forman parte del sistema de creencias y conocimientos presentes en el ambiente museístico para la configuración de la heterotopía del museo de ciencias.

Reconocer la artificialidad y complejidad del ambiente del museo de ciencias conlleva observar la distribución social del trabajo cognitivo necesario para la comunicación de la ciencia. En este sentido la perspectiva del SCD se presenta como la mejor opción para analizar los procesos de vinculación entre comunidades y patrimonio cultural científico en el museo de ciencias, así como del proceso constructivo del ambiente donde suceden dichas interacciones, ya que (a) preserva la complejidad del fenómeno; (b) brinda un marco de referencia para la interpretación de los procesos interactivos desde la hibridación cognitiva y el énfasis en la agencia humana, además de rescatar la experiencia perceptual como

¹² Aunque se encuentra sugerente la interpretación fuerte de Ludwig, la tesis radical requiere la apertura de líneas de investigación que de momento rebasan los intereses de estudio sobre la oferta de la comunicación de la ciencia del Museo de la Luz, motivo por el cual tan sólo se hace énfasis en su utilidad como heurística para el desarrollo de investigaciones de comunicación de la ciencia desde una perspectiva externista.

¹³ Si bien la experiencia del museo de ciencias tendiente a la interactividad promueve escenarios recreo y de educación informal para el visitante que sea ajeno a los temas expuestos (Sánchez-Mora, 2012), las condiciones contextuales de nuestro país orientan hacia la consideración del museo de ciencias también como un espacio de apoyo para la educación formal y no-formal, al ser utilizado como una herramienta de reforzamiento para la enseñanza básica, media y media superior, pues en muchos casos los museos de ciencia suplen las carencias de laboratorios e infraestructura que las escuelas tienen para la enseñanza de las ciencias.

forma legítima de conocimiento; y (c) permite contextualizar las interacciones a partir de la historicidad que configura al sistema.

La perspectiva del SCD encuentra su base teórica en la cognición situada, proyecto de múltiples matices que coinciden en la intención de otorgar al cuerpo un papel central en la conformación de la mente (Wilson, 2002), sobre todo al reconocer que el cuerpo requiere una mente que lo haga funcionar, con lo que se busca superar la visión tradicional de la mente como un procesador de información abstracta (i.e. desligada del exterior), es decir, aquella interpretación de la mente que sólo atribuye un papel periférico a los procesos perceptivos y motores. Los principales argumentos a favor de la cognición situada reconocen que los procesos cognitivos están fuertemente arraigados en las interacciones corporales con el mundo, ya que: (1) la cognición está situada; (2) la cognición está limitada temporalmente; (3) descargamos trabajo cognitivo en el ambiente; (4) el ambiente es parte del sistema cognitivo; (5) la cognición es para la acción; (6) la cognición desconectada¹⁴ del ambiente está basada en el cuerpo¹⁵. El proyecto de la cognición situada puede verse como un movimiento complementario enfocado en las condiciones materiales y corporales que influyen en la cognición, bajo el compromiso de comprender a la mente en su contexto de relación con el cuerpo.

¹⁴ El procesamiento sensoriomotor conectado con el ambiente se refiere al acoplamiento activo del agente con el entorno, en el cual el primero recibe aportaciones sensoriales (inputs) y en consecuencia produce emisiones motoras (outputs). Por su parte, el procesamiento sensoriomotor desconectado del ambiente, se refiere a los procesos mentales ubicados fuera del aquí y el ahora, tales como imaginar, especular, recordar, planear o soñar despierto.

¹⁵ A decir de Margaret Wilson los argumentos a favor de la cognición corporizada se pueden sintetizar de la siguiente manera: (1) la cognición está situada, ya que la actividad cognitiva toma lugar en un contexto ambiental del mundo real, e inherentemente envuelve la percepción y la acción; (2) la cognición está limitada por el tiempo, por lo que ésta debe ser entendida en los términos de cómo funciona bajo presión en la interacción con el ambiente en tiempo real; (3) la descarga de trabajo cognitivo en el ambiente, argumenta que dada la limitación de nuestras habilidades para el procesamiento de información, explotamos al ambiente para reducir el trabajo cognitivo, por lo que hacemos que el ambiente sostenga e incluso manipule información para nosotros, y sólo recogemos la información que requerimos conocer; (4) el ambiente es parte del sistema cognitivo, reivindica que la información que flota entre la mente y el mundo es tan densa y continua que, para los científicos que estudian la naturaleza de la actividad cognitiva, la mente por sí misma no es una unidad de análisis significativa; (5) la cognición es para la acción, ya que la función de la mente es guiar a la acción, y los mecanismos cognitivos como la percepción y la memoria deben ser entendidos en términos de su contribución al comportamiento apropiado a la situación; y (6) la cognición desconectada del ambiente está basada en el cuerpo, ya que aun cuando la actividad mental está desacoplada del ambiente, ésta se encuentra apoyada por mecanismos que envuelven la interacción con el ambiente, tales como los mecanismos de procesamiento sensorio y de control motor. Por último Wilson reconoce que si bien es útil llamar la atención sobre la cognición corporizada anudando todas las posturas bajo una misma presentación, también lo es reconocer las diferencias entre cada una ellas (Wilson, 2002).

Al asumir que la cognición está situada, es preciso rescatar varias consideraciones relativas al constreñimiento de los agentes por el contexto, lo cual deriva en actividades que requieren de una solución de acuerdo al ambiente. Por un lado se encuentra la saturación de estímulos y respuestas (i.e. concepto de cuello de botella representacional o sobrecarga cognitiva), situación en la que un agente cognoscente requiere del uso de estrategias económicas y eficientes para generar soluciones apropiadas, por lo que recurre a representaciones pre-programadas para utilizar los recursos del ambiente y así disminuir el trabajo cognitivo, sobre todo ante situaciones novedosas. De esta consideración se deriva una heurística para observar la experiencia de la museografía de la ciencia, en la cual la cantidad de elementos detonadores de atención dispersan la capacidad de concentración y en consecuencia se presenta la fatiga del visitante, un efecto causado por la saturación de información y por el tiempo de recorrido, lo que llega a convertir la experiencia de visita en un reto más que gozo intelectual (Gregory & Miller, 1998). Tener en cuenta esta consideración bien podría ser de ayuda para el diseño museográfico de las ciencias dada la abstracción de sus contenidos, por lo que la construcción de estereotipos que apelen a conocimientos previos se muestra como una opción viable.

Por otro lado se encuentra la capacidad del agente cognoscente para alterar el ambiente en favor de los objetivos cognitivos gracias a las estrategias de descarga cognitiva que suceden en diferentes temporalidades, ya puede efectuarse a largo plazo como la memoria y a corto plazo como la acción, y en ambas se vuelve fundamental el uso del entorno para tareas espaciales como manipular objetos físicamente, o para el trabajo cognitivo de conceptualizar y computar. Este apunte sirve para entender los fundamentos de la museografía interactiva, característica de los museos de ciencia, cuyo aporte ha sido la experiencia presencial de fenómenos, que sin embargo también ha derivado en prácticas de mera presentación de dispositivos con botones y palancas que mecánicamente reproducen efectos sin mayor retroalimentación.

Asimismo es pertinente asumir que la cognición es para la acción, ya que de esta manera se relaciona la actividad mental con la interacción corporal,

relación que influye en la evolución de la arquitectura cognitiva y en la que la percepción funge como base de las actividades mentales relativas al comportamiento adaptativo que promueve la supervivencia. Este apunte resulta de importancia al ligarlo con el problema de las temporalidades sincrónicas y diacrónicas del museo de ciencias, ya que si en la programación de actividades de comunicación se incluye el factor temporal para promover la reiteración de visitas, se puede apelar al desarrollo de arquitecturas cognitivas adecuadas para la optimización de los recursos disponibles en el uso del museo de ciencias.

Por último es importante señalar que la cognición desconectada del ambiente está basada en el cuerpo, ya que la manipulación del ambiente produce una asistencia mental de patrones corporales para ayudarse en la resolución de problemas, es decir se hace uso de las funciones sensoriomotoras en actividades desconectadas del ambiente a manera de simulación que ayuda a la representación de información¹⁶. Si bien puede parecer ambicioso, la experiencia del museo de ciencias potencialmente genera interpretaciones del mundo que influyen en la experiencia cotidiana, aspiración que no sólo debe estar fundamentada en el asombro por la interacción física de dispositivos, sino que debe ir acompañada por una mirada crítica hacia la experiencia de los mismos.

Lo anterior sirve de base conceptual para atender la propuesta Ronald Giere sobre el SCD, que consiste en la apelación de que observar a la cognición como distribuida –y no perteneciente a un solo individuo- permite tener una sola categoría para pensar el problema, además de que puede enfocarse el proceso de adquisición del conocimiento y no sólo la mera posesión de éste (Giere, 2002). La propuesta de Giere sobre la cognición distribuida resulta conveniente para trazar la articulación del ambiente del museo de ciencias, ya que un SCD es definido como un sistema compuesto por agentes humanos, artefactos o instrumentos,

¹⁶ Algunas evidencias a favor del uso de las simulaciones sensoriomotoras implicadas en la cognición humana son: (a) imágenes mentales, para las cuales utilizamos recursos visuales, sonoros y kinéticos; (b) memoria de trabajo, en la cual la memoria a corto plazo mantiene las percepciones sensoriomotoras que posibilitan la acción; (c) memoria episódica, en la que la memoria a largo plazo está atada a las experiencias corporales del mundo, mediante registros de eventos localizados espaciotemporalmente; (d) memoria implícita, en la que el aprendizaje de habilidades deriva en control de la situación al automatizar las acciones; (e) razonamiento y resolución de problemas, en las que se utilizan simulaciones sensoriomotoras tales como esquemas de imagen (representaciones externas), sistemas de percepción simbólica (introspección), metáforas (analogías entre lo abstracto y lo concreto), así como la imitación (Wilson, *op. cit.*).

representaciones externas, y estructuras sociales a través de las cuales se distribuyen las tareas cognitivas para la consecución de metas específicas (Cf. Giere, *op. cit.*; Giere & Moffat, 2003).

De esta manera, la consideración del museo de ciencias como SCD está configurada a partir de las comunidades productoras del museo y del público visitante (i.e. recursos humanos), las instalaciones del museo (i.e. recursos materiales), la museografía de las ciencias (i.e. representaciones externas que funcionan como aparatos de divulgación), así como las prácticas culturales de comunicación y de interacción en el espacio museístico (i.e. códigos socioculturales), que se organizan para efectuar la comunicación de la ciencia en pos de conseguir la cultura científica (i.e. meta específica). Identificar estos elementos y sus interacciones permite dar cuenta de los factores que afectan la experiencia de un espacio en el que es posible asombrarse o adquirir conocimiento, que a través del estímulo de diferentes procesos mentales –como percibir, pensar o recordar– promueven las habilidades para imaginar o representar los conceptos científicos al relacionar las imágenes de la ciencia (i.e. estereotipos) con el ambiente museístico.

No obstante es importante señalar que el énfasis de Giere reside en que el sistema cognitivo crea las instancias del proceso, pues es éste el que permite la adquisición y coordinación del conocimiento dentro de un sistema cuidadosamente organizado que opera en tiempo real. Para ello Giere aduce ejemplos de sistemas cognitivos complejos donde la estructura socio-tecnológica distribuye el trabajo entre agentes humanos y no-humanos para realizar tareas específicas en tiempo real¹⁷. En este sentido puede observarse la constitución del museo de ciencias como un SCD a partir de la distribución del trabajo cognitivo entre los diversos agentes que lo componen, lo que lleva a reflexionar sobre los supuestos que

¹⁷ Tales son los casos de la navegación estudiados por Ed Hutchins en la década de 1990, en los que incluye a personas, instrumentos y códigos sociales como parte del sistema cognitivo; o sobre la manera en que se efectúa el reconocimiento de patrones por parte de redes de procesadores simples, como el caso del Grupo de investigación PDP de James McClelland y David Rumelhart durante 1980 en San Diego, California, E.E.U.U., que se asemeja a la resolución de problemas aritméticos (multiplicaciones de cifras de tres dígitos) por parte de las personas con ayuda de soportes materiales (lápiz y papel) y representaciones externas (plasmadas en papel), donde las contribuciones de la persona en el sistema cognitivo tienen que ver con la construcción de la representación externa, la realización de las manipulaciones en el orden correcto, así como la provisión de las actividades cognitivas básicas (Giere, 2002).

permean las interacciones entre las diferentes comunidades que vincula el museo de ciencias.

Una consideración esclarecedora sobre la articulación del SCD se encuentra en el concepto de extensión cognitiva presente en los sistemas híbridos propuestos por Wilson y Clark (2009). De manera sintética se puede decir que un sistema híbrido está constituido por la conjunción temporal de duración variable de recursos naturales, tecnológicos y/o socioculturales para aumentar las capacidades cognitivas de los organismos biológicos al momento de enfrentar las resistencias del entorno. La clave de esta propuesta radica en los sistemas de cognición extendida transitoriamente (TECS por sus siglas en inglés), a partir de los cuales es posible generar estrategias *ad hoc* para ampliar las capacidades cognitivas de los individuos. De manera concreta, lo que sugiero es que el museo de ciencias puede observarse como un SCD en el cual opera un ensamblaje temporal y flexible entre diseñadores, mediadores, público, edificios, museografías y prácticas relacionales con el patrimonio cultural científico, bajo la finalidad de ampliar las capacidades cognitivas de los individuos en pos de facilitar la comunicación de la ciencia.

Ahora bien podrá objetarse que ciertas propuestas sobre la distribución de la cognición atribuyen extensión de la agencia consciente al sistema como totalidad, ante lo cual Giere propone pensar al SCD no como una totalidad unificada sino como un híbrido que incluye a los humanos como el único agente cognitivo activo, ya que a su juicio es un hecho la operación de sistemas de cognición distribuida, por lo que la cuestión es desarrollar un mejor entendimiento teórico de dichos sistemas para el estudio general de la ciencia y la tecnología como componentes de la cultura moderna (Giere, 2004, p.760)¹⁸. Lo que también se puede leer en términos museográficos como la pregunta que cuestiona las

¹⁸ Para Giere tal pregunta puede responderse a través de los beneficios teóricos de interpretaciones sencillas, sin atribuciones complejas, por lo que señala que los agentes son seres con mente y cuerpo, conscientes de las cosas del ambiente y de sí mismos como actores en su ambiente, lo que implica que tengan creencias sobre sí mismos y sus ambientes, así como memorias de cosas en el pasado y ser capaces de hacer planes y algunas veces llevarlos a cabo intencionalmente, además de ser responsables de sus acciones de acuerdo a los estándares culturales y de las comunidades locales, y por último, justificadamente pueden decir que saben algunas cosas y otras no (Giere, 2004, p.769), acotando de esta manera la agencia cognitiva a los seres humanos como operadores intencionales del SCD.

interacciones entre el público y las representaciones científicas proyectadas por la museografía a través de los aparatos de divulgación (i.e. estereotipos de la ciencia popular).

Si bien Giere reconoce la importancia que tienen los dispositivos para la memoria, al ser medios para el registro y acumulación externa de capacidades cognitivas, destaca la distribución social del trabajo cognitivo como el proceso en el que el agente humano funciona como motor del SCD¹⁹. Para entender la relación entre cognición distribuida y agencia humana Giere propone que un SCD genera productos cognitivos, así como la operación de un sistema cognitivo es un proceso cognitivo sin necesidad de atribuir agencia humana a la totalidad del sistema²⁰. Al trasladar esta reflexión al museo de ciencias se vuelve necesario distinguir los procesos mediante los cuales se constituye la museografía de las ciencias y las contribuciones que cada agente humano realiza para la operación del sistema de comunicación, de lo cual se anticipa la importancia de las comunidades de especialistas en la orientación de la mirada de los públicos, y de la misma forma la presencia de los visitantes como receptores de dichas orientaciones. En este sentido se encuentra el caso particular del conocimiento científico, del que Giere propone entenderlo como conocimiento público y como tal distribuido y aceptado por la comunidad, por lo que sugiere incluir a las instituciones que hacen posible el conocimiento como parte del SCD, es decir, como parte del ensamblaje de agentes y sistemas, lo que lleva a proponer a los SCD como sistemas híbridos compuestos por sistemas físicos, computacionales y humanos (Giere, *ibídem*, p.773)²¹.

¹⁹ Para Giere existe una asimetría en las intenciones entre agentes humanos y no-humanos como distinción para entender a la ciencia como una actividad cultural, por lo que se reconoce causalidad a los agentes no-humanos pero se les restringe intencionalidad.

²⁰ La respuesta de Giere a la pregunta sobre qué hace del producto del sistema un producto cognitivo, consiste en argüir la presencia humana ya que la presencia de las creencias, conocimientos o representaciones de los agentes humanos funge como garantía de que el producto de un SCD sea de tipo cognitivo.

²¹ Asumir la totalidad del SCD como un sistema híbrido constituido por agentes humanos y no-humanos en la conformación de un ambiente permite situar el lugar donde sucede y opera el conocimiento, ya que se establecen relaciones entre las mutuas interacciones de los agentes y se diferencian los momentos de producción, distribución, consumo y retroalimentación del proceso. Un ejemplo aducido por Giere consiste en identificar la hibridación de un sistema como el del Telescopio Espacial Hubble, cuya articulación sucede a través del Telescopio Hubble, computadoras, satélites, complejos de recepción de información, centros de control de operaciones, instalaciones de captura de datos, institutos de investigación y astrónomos (i.e.

Con base en lo expuesto hasta el momento puede establecerse que la constitución del museo de ciencias planteada desde el SCD permite identificar en una sola categoría las interacciones de comunicación de la ciencia (i.e. meta del sistema), que vinculan en un lugar y en tiempo real tanto a las comunidades productoras y distribuidoras de la perspectiva científica como a los visitantes que consumen sus productos (i.e. recursos humanos), así como el patrimonio cultural científico articulado por la museografía en la sala de exhibición (i.e. recursos materiales y representaciones externas), el cual es comunicado a través de diferentes estrategias (i.e. códigos socioculturales de mediación), y que en su conjunto generan el ambiente museístico donde se posibilitan experiencias inmersivas susceptibles de significación profunda (i.e. apropiación).

2.3. Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido.

Al optar por la perspectiva del SCD para comprender la relación entre conocimiento científico, museografía y cultura científica a través de las interacciones entre especialistas y laicos en el heterotópico espacio del museo de ciencias, implica pensar al Museo de la Luz como un sistema híbrido que aumenta las capacidades cognitivas de los agentes humanos mediante un ensamblaje temporal y flexible de los elementos que lo conforman. De manera tal que una consecuencia dentro de este sistema es que la agencia humana produce manifestaciones culturales, mismas que idealmente trascienden los límites espaciales del museo para trasponerse en el macro-sistema que es la sociedad.

Es por ello que a continuación se realiza un análisis cognitivo del Museo de la Luz como SCD para dar cuenta, desde una perspectiva sistémica, de las vinculaciones y prácticas de producción, distribución y consumo de estereotipos científicos sobre los fenómenos luminosos. La relevancia de este análisis consiste en la capacidad de preservar la complejidad del fenómeno museístico, a la vez que rescata la experiencia perceptual como forma legítima de conocimiento (i.e.

científicos) que guían los procesos de recolección, distribución y análisis de la información (Giere, *op. cit.*, pp. 760-761).

experiencia de visita), además de permitir una retrospectiva para contextualizar las interacciones que configuran al sistema.

Asimismo conviene señalar que el museo de ciencias es un proyecto intergeneracional, y por lo tanto diacrónico, del que conviene reconocer sus trayectorias en pos de comprender las funciones y aportaciones de sus elementos al sincronizarse. Por lo que es preciso observar los elementos constituyentes del Museo de la Luz a través de sus orígenes y tránsitos hasta su ensamblaje en el educativo y sorprendente contexto museístico, ya que la relación entre museografía y público se encuentra ligada a las cargas conceptuales acumuladas (o extraviadas) que operan en tiempo real durante la visita, experiencia en la que influyen tanto los supuestos compartidos entre las diversas comunidades del museo, como las interacciones en el uso del ambiente museístico para resolver los problemas de descarga cognitiva en pos de la acción, la memoria y el modelaje de la arquitectura cognitiva con fines educativos y gozosos.

2.3.1. Recursos humanos.

En tanto medio de comunicación de la ciencia, el Museo de la Luz lleva a cuentas un proceso constructivo distribuido socialmente en el trabajo entre especialistas, proceso en el cual podemos identificar la conformación de un colectivo de pensamiento diferenciado en sus integrantes por dos grupos esotéricos, a saber: uno especializado en la producción y estabilización de conocimiento, y otro dedicado a la distribución pública de dicho conocimiento. El primer grupo esotérico es el perteneciente al Proyecto del Museo de la Luz coordinado por Ana María Cetto, quienes seleccionaron y codificaron museológicamente el discurso del Museo de la Luz. El segundo grupo es el identificado como la comunidad CUCC-DGDC, quienes han aportado apoyo institucional y experiencia museológica para administrar al museo desde su origen y apertura en 1996. Asimismo se identifica al público visitante como el tercer agente humano que participa de los procesos de cognición distribuida, y que no obstante su importancia como consumidores de los productos de comunicación, debido a sus características heterogéneas y

variabilidad a través del tiempo, en este análisis sólo se le considera como un grupo exotérico del cual conviene ubicar sus aportaciones al SCD.

La materialización del Museo de la Luz tiene su contexto de origen en las administraciones de José Sarukhán en la Rectoría de la UNAM²², y de Jorge Flores al frente del CUCC, bajo una estrategia similar a la experiencia de Universum, en la que se otorgó la dirección del proyecto museológico de cada exhibición a un especialista sobre el tema, estrategia cuyo efecto fue una museografía de corte académico. Al tiempo y la distancia parece legítimo suponer que el CUCC desarrolló el Museo de la Luz como un proceso de apropiación del espacio del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo, ya que fue la entidad universitaria a la que se le adjudicó la custodia del inmueble histórico, con lo que se puede rastrear la génesis de una heterotopía configurada por: (1) el proyecto museológico, a través del cual se dotó al espacio de una identidad como entidad cultural; (2) el proyecto arquitectónico, dedicado a la adecuación del espacio conforme al enfoque museológico; y (3) el desarrollo de la organización interna del museo (Cf. Domínguez-Razo, 2013, pp.123-178).



Fotografías 7 y 8. Jorge Flores (arriba) y José Sarukhán (derecha) presumiblemente en la inauguración del Museo de la Luz el 18 de noviembre de 1996 (Núm. de inventario 20-7-26443 y 23-3-27444 respectivamente). Imágenes cortesía de la Fototeca de la Biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta", DGDC-UNAM.

²² En su segundo periodo como rector, Sarukhán decidió “convertir la antigua iglesia de San Pedro y San Pablo en recinto para un museo interactivo de las ciencias” (Cetto & De la Peña, 2003, p.72), por lo que en 1994 las autoridades de la UNAM encargaron la administración del ex-templo al CUCC.

Para el caso del Museo de la Luz Jorge Flores eligió a Ana María Cetto como Coordinadora del Proyecto, pues la experiencia de Cetto en la investigación, la docencia y la divulgación respaldó la decisión de que estuviera al frente del diseño museográfico. De esta manera se puede considerar a Cetto como representante del primer grupo esotérico, y en sus palabras el Museo de la Luz es “de hechura cien por ciento nacional y podríamos decir que hasta casera, considerando que la casa es la misma UNAM” (Noriega, 2013), siendo el producto de “dos escasos años de intensos trabajos de concepción y desarrollo del proyecto y de diseño, construcción e instalación de equipos” (Cetto & De la Peña, 2003, p.72).

El Proyecto del Museo de la Luz fue asesorado por especialistas en cada área, a saber: Salvador Cuevas, asesor en astronomía e instrumentación; Glinda Irazoque asesora en química; Manuel Marín como asesor en pintura y artes; Pablo Pacheco, asesor sobre fisiología de la visión; Luis de la Peña, asesor en física e ingeniería; Giovanna Recchia, quien asesoró sobre la historia de la arquitectura; Humberto Ricalde, asesor en arquitectura; Carlos Vázquez-Yáñez, asesor en ecología; y la coordinación de Ana María Cetto, cuya especialidad es la luz como fenómeno físico²³. Por su parte el poeta Andrés García Barrios y la arquitecta Teresa Pastor colaboraron en la redacción y el diseño de las cédulas, además de que “durante el desarrollo del proyecto se contó con la asistencia del [biólogo] Martín Bonfil Olivera y se trabajó estrechamente con el personal de las diversas secciones del entonces Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, particularmente del departamento de ingeniería de Universum” (Cetto & De la Peña, *op. cit.*, p.75), mientras que los resultados del grupo de trabajo fueron adaptados museográficamente por María del Carmen Álvarez del Castillo.

Es así que en el proyecto original se planearon las secciones y temas que conformarían el itinerario de la exposición, la cual estaría dirigida al público casual en la medida de ofrecer “una narración que va de lo más puro y objetivo [de las

²³ Para el momento del desarrollo del Proyecto Museo de la Luz las filiaciones profesionales del equipo de asesores eran: Dr. Salvador Cuevas del Instituto de Astronomía-UNAM; M. en C. Glinda Irazoque de la Facultad de Química-UNAM; Mtro. Manuel Marín de la ENAP-UNAM; Dr. Pablo Pacheco del Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM; Dr. Luis de la Peña del Instituto de Física-UNAM; Arq. Giovanna Recchia de la Facultad de Arquitectura-UNAM; Arq. Humberto Ricalde de la Facultad de Arquitectura-UNAM; Dr. Carlos Vázquez-Yáñez del Centro de Ecología-UNAM (hoy Instituto de Ecología-UNAM); y la Dra. Ana María Cetto del Instituto de Física-UNAM (Cf. Fierro, 2003, p. 167).

ciencias] hasta lo más subjetivo al terminar con las artes, pasando por niveles crecientes de complejidad y elaboración” (Cetto & De la Peña, *ibídem.*, p.75). Esta propuesta tenía como objetivo trazar un recorrido que el visitante pudiera seguir de manera lógica, pero con la posibilidad de desviarse por voluntad propia en cualquier momento. Las intenciones del proyecto del Museo de la Luz, guiadas por el enfoque del museo de ciencia interactivo, muestran la prioridad que se le otorgó a la experiencia de contacto entre el visitante y los contenidos temáticos del museo al:

Mostrar las diferentes facetas de la luz, no sólo como fenómeno físico, sino como el fenómeno que da sustento a toda la vida como la conocemos en nuestro planeta, y que es y ha sido a la vez materia y medio de una parte muy importante de la expresión artística y cultural del hombre. La luz ofrece así una amplísima gama de facetas que cubren prácticamente toda la actividad humana, lo que intenta mostrar, o al menos recordar, el museo dedicado a ella (Cetto & De la Peña, *op. cit.*, p.5)²⁴.



Fotografía 9. Pilar Contreras (izquierda) y Ana María Cetto (derecha) presumiblemente en la inauguración del Museo de la Luz el 18 de noviembre de 1996 (Núm. de inventario 23-3-28445). Imagen cortesía de la Fototeca de la Biblioteca “Manuel Sandoval Vallarta”, DGDC-UNAM.

²⁴ Al respecto conviene citar en extenso a Cetto y De la Peña, cuando desde su perspectiva comparten que “había que generar en el interior del museo una atmósfera serena y armoniosa, en que la ciencia se mostrara amable, práctica e interesante. Había que concebir el Museo de la Luz como un espacio científico, a la vez bello y humano, sin que lo bello y lo humano estuvieran separados de lo científico. No se trataba de mostrar algo espectacular y explicarlo de manera trivial, sino por el contrario, partir de la experiencia cotidiana y explicarla de manera científica; pasar del asombro de la vivencia directa al asombro de entender lo que hay detrás de ella, y también a la fascinación de ver los espacios, obras de arte y herramientas creados por el hombre a partir de los fenómenos maravillosos de la luz. Los que visitaran el museo habrían de dejarlo con los ojos más abiertos; más contentos e inquietos, y mejor que con preguntas nuevas, diferentes de las que traían, que alimentaran el deseo de saber más y de regresar” (Cetto & De la Peña, *ibídem.*, p.74). De lo anterior se desprende una interpretación que orienta a pensar en la transposición al museo de los códigos del laboratorio (i.e. espacio científico), así como la correspondencia de las preocupaciones de los diseñadores con los señalamientos educativos y lúdicos enfatizados por la deontología museológica.

En este punto conviene señalar que para articular su discurso, la comunidad productora del museo se apropia de los símbolos presentes en el contexto social en el que se encuentra (Duncan, 1995, pp.5-8), y gracias a ellos se proponen los elementos que determinan lo que se considera como patrimonio, es decir, desde el discurso del museo se orienta la mirada sobre lo que conforma al conjunto de bienes considerados valiosos y que pueden ser heredados para su usufructo presente y futuro. Lo que enfocado en el Museo de la Luz lleva a reconocer que fue el grupo de trabajo de Cetto, de claro perfil multidisciplinario, quienes desde su perspectiva especializada seleccionaron por valoración los ejemplos e interpretaciones representativas del patrimonio cultural científico que conforma la oferta museográfica del Museo de la Luz, orientando la mirada del público al generar estereotipos para explicar de manera gráfica, cierta y sencilla (i.e. imágenes claras) lo que científicamente sabemos de los fenómenos luminosos.

Del segundo grupo esotérico presente en el Museo de la Luz, a saber la comunidad CUCC-DGDC, cabe destacar su aportación institucional para poner en marcha el proyecto desde su apertura y gestión como uno más de sus proyectos de comunicación de la ciencia. La relevancia de una comunidad que emerge y consolida su presencia mediante el arraigo a una institución como la UNAM, requiere observar brevemente su trayectoria y prácticas generadas a través de la misma, ya que es a partir de estos tránsitos que han configurado un código de valores relativo a su actividad, la cual en primera instancia es su función pública de divulgación de la ciencia como parte de los esfuerzos universitarios para difundir la cultura en la sociedad mexicana. Ante lo cual es conveniente señalar que la propuesta de un museo de ciencias dentro de la UNAM se puede rastrear desde mediados de la década de 1980, cuando Luis Estrada promovió la idea de tener un espacio en el cual pudieran presentar exposiciones temporales, conferencias, talleres y demás actividades que empezaron a practicar desde la década de 1970 dentro del Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC, antecedente del CUCC)²⁵ (Chávez, 2008, p.131).

²⁵ Resulta revelador que al respecto Luis Estrada haya pronunciado que “en el Centro de Comunicación de la Ciencia la idea era esa, tener varias cosas todas ligadas. Entonces fue de ahí que empezó a surgir la idea de un museo, pero no en el sentido del museo que después se hizo [i.e. Universum], sino que eran espacios de

En la historia reciente aún se perciben herencias derivadas de la experticia generada en la producción de publicaciones periódicas (boletines, revistas y libros), pláticas-conferencias y charlas de café organizadas en el seno de la comunidad universitaria otrora guiada por el proyecto de Luis Estrada, quien desde mediados de los años 1960 y hasta finales de la década de 1980 fungiría como la figura tutelar de la empresa de reivindicación de la comunicación de la ciencia desde la UNAM²⁶. Es preciso señalar el valor de las aportaciones de Luis Estrada²⁷, ya que los proyectos que emprendió han trazado los derroteros de la divulgación de la ciencia en México, como lo demuestra la adopción por parte del CONACyT de la definición de divulgación de la ciencia propuesta por Ana María Sánchez Mora, discípula directa de Estrada.

Particularmente en el Museo de la Luz es posible observar prácticas heredadas de comunicación de la ciencia para acortar la brecha entre expertos y laicos en dos sentidos, tanto para la producción de objetos comunicativos como técnicas de mediación. Tales prácticas se constituyen a través de tres ejes: (i) el manejo de la información para ofrecer un panorama general de los acontecimientos en el mundo de la ciencia; (ii) la metodología para mostrar cómo funciona la actividad científica y transmitir los conocimientos científicos con la mayor fidelidad posible; y (iii) el reconocimiento de la ciencia como parte de la cultura, de ahí su énfasis en integrarla con las actividades de la vida cotidiana (Cf. Chávez, *op. cit.*, pp.57-58; Domínguez-Razo, 2013, p.89-90).

presentación del conocimiento, más que nada lo que uno podía llamar presentaciones temporales, pero teniendo un espacio ya bien delimitado y pues la idea es de que esto estuviera unido a otras cosas, se hacían exposiciones, se hacían conferencias. Se hacía un taller, se hacía varias cosas y así estuvimos trabajando". (*Apud* Entrevista a Luis Estrada por Israel Chávez. PHO/HU/I-014, *cf.* Chávez, 2008, p. 131).

²⁶ La historia de dicha comunidad puede dividirse según las autodenominaciones institucionales, a saber: el Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC, 1977-1980); el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC, 1980-1997); y finalmente la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC, 1997 a la fecha). A través de estas etapas la institución progresivamente han adquirido experticia, prestigio, base social y recursos económicos para mantener sus actividades (*Cf.* Domínguez-Razo, *op. cit.*, pp.83-100).

²⁷ De manera general, puede trazarse una cronología de las instituciones que Luis Estrada dirigió, empezando de 1967 a 1970 cuando fue editor del *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* y de la revista *Física*, posteriormente de 1970 a 1977 fue director del Departamento de Ciencias de la Dirección General de Difusión Cultural de la UNAM, así como fundador y director de la revista *Naturaleza* de la Facultad de Ciencias de la UNAM durante 15 años de 1970 a 1985 (*Cf.* Estrada, 2003).

De estas prácticas se puede observar la tradición de la comunidad para integrar el método museográfico (i.e. exhibición espacial) a su oferta de actividades de comunicación de la ciencia, así como la historicidad de técnicas de mediación que involucran física e intelectualmente al público, como las conferencias o los talleres. Dichas prácticas operan en dos niveles: el primero de tipo administrativo, visible en el organigrama del Museo de la Luz en correspondencia con las políticas generales de la DGDC y la función pública del museo de ciencias; y el segundo de corte práctico, visible en los discursos y estrategias de mediación desarrolladas por los anfitriones del museo, fenómeno que ha sido señalado por Patricia Aguilera.



Fotografía 10. Personal del Museo de la Luz en el atrio del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo, de izquierda a derecha: Pilar Contreras, Isaias Hernández, (sin identificar), (sin identificar), Wenceslao Rodríguez, Hugo Osorio, Rafael Borbón, Leticia Enríquez (s/f) (Núm. de inventario XV.4 C1 19.4). Imagen cortesía de la Fototeca de la Biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta", DGDC-UNAM.

En particular cabe destacar los procesos de apropiación participativa que genera el colectivo de anfitriones, pues como grupo generan significaciones de las actividades del museo, transforman sus formas de participación gradualmente

desde la condición de aprendiz hasta ser guías y facilitadores expertos, y en esa medida se vuelven capaces de adecuar el discurso y lenguaje utilizado en correspondencia con las capacidades y expectativas de los visitantes, proceso en el cual se apoyan en los recursos materiales e infraestructura proporcionada por la institución, lo que redundará en contribuciones continuas a la comunidad de practicantes (Aguilera, 2007). Más importante aún es destacar junto con Aguilera que “el guía se convierte en un mediador que filtra y organiza los estímulos del escenario sociocultural y que hace evidentes las relaciones en las que se encuentra implicado el visitante” (Aguilera, *op. cit.*, p.21), lo que dentro de la perspectiva del Museo de la Luz como SCD reconoce que los anfitriones tienen un papel activo en la orientación de la mirada del público, dado que directamente establecen códigos para el uso de las instalaciones y los aparatos de divulgación, mismos que expresan relaciones particulares con el patrimonio cultural científico susceptibles de ser apropiadas por el visitante.

Por parte del grupo exotérico, un apunte inicial consiste en reconocer la necesidad de aplicar estudios de visitantes que complementen la perspectiva del SCD en pos de identificar la participación de los visitantes en el Museo de la Luz, por lo que el principal reto será dar seguimiento en diferentes temporalidades a la diversidad de grupos atendidos por el museo, proyecto para el cual la presente investigación puede servir como primer aliento frente a la complejidad del fenómeno. Tal proyecto podría anclarse en los cuestionamientos de Lynn Dierking sobre quién visita el museo y por qué, así como quién no visita el museo y por qué no, para enfocarlos desde una perspectiva sociocultural que incluya los códigos de mediación entre museo y visitante corporizados en la institución (i.e. en la asignación de papeles en el proceso de interacción, o la “metáfora de Duchamp”).

La perspectiva de Dierkieng sobre la complejidad del fenómeno social que es el museo de ciencias, se fundamenta en: (a) describir el contexto sociocultural del museo y del aprendizaje situado; (b) observar las interacciones grupales en la interacción y la construcción de significado; y (c) argumentar sobre la autopercepción del museo de ciencias como mediador de productos sociales

valorados individual, grupal, comunitaria y socialmente (Dierking, 2013)²⁸. Sobre la naturaleza social del museo, Dierking también señala que la práctica de la visita al museo es por lo regular una actividad grupal, y las investigaciones al respecto indican que la actividad social de la visita (i.e. familia, grupos escolares y programas de vinculación) es el elemento más recordado de la experiencia.

A su vez la actividad social de la visita se encuentra delimitada por el contexto sociocultural²⁹, las percepciones del museo (i.e. prejuicios y conocimientos previos) por parte del visitante, y las interacciones grupales durante la visita³⁰. A partir de un acercamiento de investigación basado en el aprendizaje intergeneracional, Dierking invita a cuestionar las relaciones entre mediadores y audiencias, a observar la importancia de las secuencias de recibimiento, negociación de papeles y relaciones, y la comunicación no verbal, dado que los acuerdos establecidos condicionan las interacciones en el contexto físico, mismo que posibilita y constriñe la negociación de papeles.

Sin embargo, de manera teórica se pueden aprovechar las aportaciones de Cuellar y Jiménez, ya que distinguen que los públicos reales del Museo de la Luz son las escuelas, quienes consumen por elección o imposición y acuden o

²⁸ Al respecto Dierking señala que los intereses y necesidades colectivas que satisface el museo, tales como preservar el patrimonio o educar al ciudadano, establecen los derroteros del museo de acuerdo a los papeles y sus posibilidades según los lineamientos personales y sociales, ante lo cual la autora se pregunta ahora por (1) ¿cómo pueden los museos apoyar los recursos socioculturales, identidades y motivaciones que los grupos llevan a la experiencia museística?; y (2) ¿cómo pueden los museos ser de valor individual, grupal y social al estructurar sus actividades según la fabricación de las vidas de las personas, sus necesidades y comunidades?, para después sentenciar que “a través de conocerse a sí mismos como espacios de aprendizaje, los museos serán más capaces de ser de valor” (Dierking, 2013, p.201).

²⁹ Ante lo que cabe aclarar que las dimensiones socioculturales no son independientes, sino que son mutuamente correspondientes, situación a considerar desde la propuesta del museo como agente social relevante en el proceso de aprendizaje, ya que el aprendizaje involucra a otros a partir de la construcción de significado y compartir la riqueza de los contextos físicos y socioculturales

³⁰ No se olvide que aprendemos a través de la interacción grupal, de conversaciones, gestos, emociones, y observaciones compartidas con el otro, y que es la familia el principal grupo de aprendizaje. Otro apunte de utilidad es la predisposición humana para aprender a través de historias y narrativas, visible en la práctica privilegiada de la oralidad para comunicarnos en vivo (i.e. en sintonía con el ambiente). Sobre el tema, Dierking señala que los grupos intergeneracionales, escolares y de adultos aprenden hablando, observando e interactuando, y aun cuando la visita sea solitaria, el visitante interactúa con aquellos que crearon la experiencia (Dierking, *op. cit.*, p.203), lo que nos lleva a reconocer de nueva cuenta la condición artificial del museo de ciencias así como la posibilidad de concebir al museo como un espacio de aprendizaje social, ya que en la visita grupal los miembros comparten antecedentes, historia y conocimientos; conocen las capacidades, necesidades e intereses de los otros; y aprovechan el emplazamiento para conversar, colaborar y construir su propia experiencia a través del uso de los objetos y actividades que ofrece la institución (Dierking, *ibídem.*, p.203).

participan con frecuencia, mientras que los públicos potenciales son los visitantes casuales, es decir quienes acuden por placer (Cf. Cuellar & Jiménez, 2013, pp.91-93). Asimismo las autoras señalan que, según datos del 2010 de Conaculta, en el panorama de hábitos culturales en la población de la Ciudad de México: (1) no se suele destinar presupuesto para visitar y conocer los museos de la ciudad; (2) la mayoría de la población encuestada visita uno (26%) o ningún museo al año (45%); (3) las principales causas por las que la gente no visita un museo son la falta de tiempo, de dinero y de interés; (4) los principales motivos por los cuales los encuestados asisten a un museo son el entretenimiento y la diversión (33.87%), así como los escolares (26.13%) y el deseo de aprendizaje (22.05%). Por último Cuellar y Jiménez también reconocen que la diversidad y variabilidad de los públicos potenciales demanda la innovación de programas, actividades y proyectos de comunicación de la ciencia atractivos, así como dirigirse prioritariamente a la población entre 13 y 29 años como público meta con el fin de posicionar al Museo de la Luz en los circuitos culturales de la Ciudad de México.

2.3.2. *Recursos materiales.*

En cuanto al emplazamiento que dota de instalaciones físicas al Museo de la Luz, por principio de cuentas hay que distinguir que la experiencia del museo resulta distinta a lo cotidiano, debido a la construcción social y cultural sobre la receptividad de la experiencia espacio-temporal de visitar un museo (i.e. predisposición). Ahora bien, tras la adjudicación del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo al CUCC en 1994, el proceso de adecuación del recinto para funcionar como museo de ciencias pasó por una selección temática al interior del CUCC, ya que como relata Elaine Reynoso, primero se discutió la idea de hacer un museo entre los gabinetes con base en el valor histórico, cultural y artístico del templo (Reynoso, 1994). Las recomendaciones que guiaron la elección del tema fueron tres: mostrar el carácter evolutivo de la ciencia y su relación con el contexto; contar la historia del templo; y mostrar el carácter interdisciplinario de la ciencia. Dadas las recomendaciones, aunado a las restricciones del INAH y el INBA para

la intervención de inmuebles catalogados como patrimonio cultural³¹, se propusieron dos temas para el proyecto museístico: el Museo del Átomo y el Museo de la Luz. Frente a la idea del Museo del Átomo, la propuesta del Museo de la Luz estructurada por Reynoso consistió en señalar los beneficios del segundo³².

Desde una perspectiva histórica se puede observar que el proyecto ganador fue el Museo de la Luz, el cual posterior a su inauguración acuñó el lema “Ciencia, Arte e Historia” guiado por los criterios contextuales de la empresa científica, así como el énfasis artístico del recinto y los diferentes usos del recinto a lo largo de su historia como templo, cuartel, escuela correccional o Hemeroteca Nacional. Sin embargo, aún cuando en la proyección y desarrollo del discurso institucional se imagina al elemento histórico como un puente conceptual con las humanidades y las artes, no se percibió que dicha conexión subyace en la historicidad de los contenidos que articulan el discurso de la óptica y los diferentes trasfondos sociales en los cuales se ha desarrollado la disciplina, lo que derivó en la adopción institucional del discurso histórico del contenedor (i.e. Ex-Templo de San Pedro y San Pablo, y posteriormente el Patio Chico de San Ildefonso), el cual es a todas luces visible por su presencia física, pero museográficamente accidental. Dicho de manera precisa, en la propuesta museográfica se presenta la historia de la óptica como un elemento de referencia más no como protagonista por derecho propio, a diferencia del discurso de *La luz* en el que Cetto asignó un papel protagónico en dos capítulos de la obra (Cf. Cetto, 1987). Lo anterior generó que en el discurso

³¹ Al respecto se pueden consultar los artículos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 33, 35 y 36 de la *Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas* (Cf. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

³² A saber: (1) Diversidad conceptual: Conceptos como onda, partícula, fotón; (2) Diversidad temática: Temas relacionados con la física, la biología, la psicología, la medicina y la tecnología; (3) Equipos más atractivos e interactivos: Telescopios, microscopios, prismas, lentes, láseres, etc.; (4) Familiaridad del visitante con el tema: Cercanía en la vida cotidiana, y su apreciación no requiere de antecedentes conceptuales previos; (5) Distintos niveles de apreciación conceptual y estética: El tema puede ser presentado para diferentes públicos, desde niños hasta estudiantes universitarios; (6) Relación del tema con las reflexiones históricas y filosóficas: La historia de las teorías sobre la luz y sus aplicaciones reflejan la evolución de las ideas centrales de la ciencia, la tecnología y la filosofía; (7) El carácter interdisciplinario del tema: El estudio de la luz como ejemplo de la interdisciplinariedad de la ciencia, ya que sus conceptos son aplicables a diversas ramas de la ciencia y la tecnología; (8) Familiaridad del visitante con los objetos expuestos: Promover el acercamiento entre visitante y los aparatos y experimentos relacionados a la luz; (9) Museografía: Disponibilidad de piezas, antiguas o modernas, para recrear ambientes; (10) Experiencia en el tema: El fenómeno de la luz ya se había trabajado previamente en *Universum*, a partir de estudios sobre el punto de vista del visitante, el aspecto didáctico y conceptual, así como el diseño de los aparatos de divulgación. (Cf. Reynoso, 1994).

del Museo de la Luz las referencias históricas estuvieran dirigidas hacia el contenedor³³, en vez de centrarse en el desarrollo histórico de las ciencias con base en las aportaciones hechas desde la óptica.

El cambio a San Ildefonso #43 significó la pérdida de la museografía original basada en un trazado horizontal, en donde el discurso multidisciplinario se mezclaba de manera armónica al no tener fronteras definidas, lo que permitía el flujo de un orden de ideas a otro. En contraparte, con la nueva sede el museo ganó espacio, recurso limitado en la primera etapa museográfica, por lo que en el recinto del Patio Chico de San Ildefonso el Museo de la Luz se desarrolló a través de tres niveles: planta baja, primer nivel y segundo nivel, con 11 salones disponibles para uso como salas de exposiciones, un salón para realizar talleres y un auditorio acondicionado para la presentación de demostraciones, conferencias y proyecciones de cine. Sin embargo es preciso distinguir las condiciones arquitectónicas entre el primer espacio y la residencia actual del Museo de la Luz, ya que en el segundo lugar el saber quedó parcelado discursiva y espacialmente en la oferta museográfica, con el consecuente problema de la ausencia conceptual de un hilo conductor entre todas las salas de exhibición.

Por lo anterior es importante reconocer que las relaciones que establecemos con el espacio museístico están cargadas de problemas epistémicos, geográficos y emocionales, los cuales desde la perspectiva de Sophie Forgan resaltan el lenguaje espacial como conocimiento situado, y que en el caso del museo de ciencias está íntimamente relacionado con la formación del ciudadano debido a su carácter público. Dicho de otra manera el museo adquiere un papel didáctico en relación al patrimonio cultural científico, en donde el edificio es parte integral de la colección del museo y por consiguiente el estilo arquitectónico adquiere una carga simbólica ligada a la identidad institucional, lo que aunado a las sanciones del espacio mediante la división y disposición del

³³ Más aún, es un caso digno de estudio el desarrollo, montaje, desmontaje y retiro de la sala “La luz en el tiempo”, la cual bajo las modalidades expositivas *in vitro* e *in vivo* contó con aparatos de divulgación basados en la memoria, el tacto y la asociación de imágenes sobre las historias de la óptica y sobre los usos del ex-templo de San Pedro y San Pablo, además de una edición facsimilar de la Carta Magna de 1824. Sin embargo en el traslado a la actual sede quedó fuera de servicio, ante lo que cabe preguntar por los motivos de dicha decisión museográfica, y si acaso llegó a significar una contradicción discursiva que se prefirió suprimir antes que actualizar, decisión que también tiene su legitimidad en términos operativos y pragmáticos.

emplazamiento expresa una racionalidad situada y sujeta al contexto, en el cual la acumulación de elementos ordenados mediante una narrativa contribuye a la generación de una cosmovisión valorativa (Forgan, 2005)³⁴.

Más no hay que olvidar que tan importante es el interior del emplazamiento museístico como el espacio urbano circundante, por lo que Forgan también visibiliza que el museo de ciencias está situado dentro de la ciudad, y como tal también cumple con una función de ornato dirigida a la actualización del espacio ritual para la cultura cívica. Es así que ante la variabilidad idiosincrática del contexto se desprende uno de los mayores retos para el museo de ciencias, a saber: configurar su oferta en relación a los intereses locales, es decir, en correspondencia con las expectativas de los públicos reales y potenciales que habitan en sus cercanías. Lo que en el caso particular del Museo de la Luz lleva a pensar en el entorno del Barrio Universitario, el cual es muy concurrido con fines comerciales, educativos y recreativos, panorama en el cual la inclusión de las comunidades de vendedores de ambulantes (i.e. comunidades marginadas) sin duda resultaría en un acierto en pos de la promoción de la cultura científica.

2.3.3. Representaciones externas.

El caso de las representaciones externas en el museo de ciencias se encuentra ligada a la práctica museográfica, pues a partir de ésta es que se disponen elementos que ayudan a la descarga cognitiva en el ambiente para comunicar imágenes claras de la ciencia dentro del ambiente de aprendizaje informal. Si bien se puede considerar a la museografía como un recurso material, dada la distribución espacial de objetos con que opera la exhibición de ideas, se ha optado por estudiarla de manera diferenciada debido a su relevancia para los procesos cognitivos dentro del sistema. En particular se sugiere observar a la llamada museografía interactiva como soportes cognitivos que enfatizan las capacidades

³⁴ El problema de la relación entre edificio y museo, relativo a la construcción de la identidad institucional, queda fuera del foco de la presente investigación; no obstante se vislumbra una línea de investigación para el caso de los museos que adoptan espacios previamente construidos que resignifican heterotópicamente, como el caso del Museo de la Luz o de todos los museos que existen en el Centro Histórico de la Ciudad de México, proyecto cuya vía de solución se prevé más cercano a la idea de adaptación que a la de reciclaje.

físicas, intelectuales o emocionales de los usuarios para establecer relaciones con los conceptos representados por los aparatos, ya sea por medio de la replicación de ciertos fenómenos o mediante la proyección de estereotipos sobre los mismos, aspectos que se atenderán con mayor profundidad en el capítulo 3 de la presente investigación. Sin embargo es preciso considerar algunos antecedentes importantes sobre la museografía de las ciencias y los objetos que la constituyen.

Desde una perspectiva integradora conviene rescatar las críticas de Bradburne sobre la crisis de la interacción física como el factor interactivo más importante ofrecido por el museo de ciencias, así como la necesidad de cambiar el enfoque institucional para el funcionamiento del museo de ciencias en el contexto neoliberal. Hacia finales del siglo XX Bradburne identificó signos de debilitamiento del paradigma de la interactividad centrada en el componente físico (i.e. herencia del Exploratorium), debido a: (1) el énfasis en principios o fenómenos más que en los procesos; (2) una representación tergiversada de la actividad científica; (3) así como la presentación de una ciencia fuera de contexto, definida verticalmente por el experto (Bradburne, 1998, p.238). Aunado a estos factores también identifica la ausencia de vinculación con las necesidades locales debido a las restricciones y parcialidades impuestas por el mercado de exhibiciones interactivas (i.e. físicamente interactivas), lo que lleva a cuestionar la misión del museo de ciencias.

En este sentido Bradburne hace un llamado a redefinir el modelo institucional de los “dinosaurios”³⁵ (Bradburne, *op. cit.*), modelo que ya no es apropiado para la actualidad de las instituciones de aprendizaje informal, donde un modelo basado en el uso –como el de la biblioteca- parece tener mayor proyección para la generación de comunidades de visitantes. Bradburne también resalta que el factor económico en la operación del museo de ciencias implica elevados costos para su mantenimiento, mismos que pueden sintetizarse en la metáfora de los museos interactivos como “elefantes blancos”, es decir como fauna suntuosa cuya posesión produce más perjuicios que beneficios al atender

³⁵ Metáfora utilizada por Bradburne para referir a seres de otra época (i.e. museos de ciencia del mundo bipolar del s. XX), donde se supuso la ignorancia del público por un lado, y por otro la función del museo de ciencias como promotor de la aceptación del programa social dirigido por la empresa científica, características con poca capacidad de resiliencia frente a los medios digitales y móviles como las TIC, las cuales abren posibilidades comunicativas y de aprendizaje más allá del juicio de autoridad institucional.

los intereses del mercado y no las inquietudes de los visitantes. Considerar este factor lleva a plantear la redefinición de la institución museística, donde la apuesta de Bradburne es por un cambio de paradigma que privilegie la movilidad, la reparación y traslado de las exposiciones, más que el gasto en operación, mantenimiento y renovación vigentes en la lógica consumista del mercado de exhibiciones interactivas, cuyos productos requieren actualización y renovación continua ya que son diseñados con fecha de caducidad (i.e. obsolescencia programada). En última instancia Bradburne propone apostar por el proyecto de educación permanente, en el cual los espacios de aprendizaje informal fungan como lugares para el desarrollo de nuevas habilidades útiles en los lugares de trabajo, así como el uso de las nuevas tecnologías para comunicarse, colaborar y discutir (Bradburne, *ibídem*, p.247). Desde esta perspectiva el ideal es que el museo de ciencias funja como foro público, que desarrolle una función social de articulador de diálogos entre comunidades epistémicas, es decir, que sea un mediador epistémico.

En ese sentido aquí se considera que los aparatos de divulgación son el elemento más representativo de la museografía de las ciencias, pues su presencia dentro del museo de ciencias es producto de la selección y disposición de los diseñadores del SCD, de manera tal que son soportes externos en los que se codifica el mensaje de los expertos hacia los laicos. Por lo que dada la importancia de los objetos que conforman las colecciones del museo de ciencias, de momento se anticipan un par de apuntes sobre el papel y las relaciones que establecemos con los objetos presentes en las museografías, ya sea que estos posean un aura de originalidad o bien muestren señales de producción artesanal e industrial, pues en ambos casos son productos culturales ligados a la memoria científica.

Ahora bien, para interpretar los aparatos de divulgación dentro del SCD del museo de ciencias, valga recordar que la exhibición de la ciencia permite conjugar diferentes modalidades de acuerdo al objetivo de comunicación, situación que hace evidente los procesos de tránsito de los objetos de su contexto de creación al contexto museográfico. En ese sentido en la oferta del Museo de la Luz se encuentran aparatos a los cuales se les puede conceder cierto grado de

excepcionalidad por varios motivos, entre ellos el mantenerse dentro el discurso museográfico vigente y cumplir con la articulación de un discurso multidisciplinario, y que en algunos casos suplen las carencias producidas por el cambio de la sede original y el desmantelamiento del primer discurso museográfico.

Bajo las consideraciones anteriores se apela al modelo de interpretación de Lorraine Daston respecto a los objetos científicos como entes históricos (Daston, 2000), con la intención de observar la historicidad de los aparatos de divulgación como agentes con una biografía propia en el colectivo de pensamiento científico. Tal biografía está integrada por sus cualidades de prominencia³⁶, aparición³⁷, productividad³⁸ y arraigo³⁹, mismas que nos recuerdan que los objetos científicos se encuentran en movimiento y así como aparecen pueden desaparecer o pasar a ser objetos cotidianos (Daston, *op. cit.*, p.13).

De esta manera en la oferta museográfica del Museo de la Luz se encuentran casos de estudio, entre los que se encuentran “Luz blanca: un abanico de colores” (i.e. juego de prismas para descomponer y componer la luz) como ejemplo de prominencia, ya que los experimentos de Newton con prismas dieron pie al desarrollo de la óptica como una rama fundamental de la física y consecuentemente la articulación del conocimiento sobre el espectro electromagnético. También está el caso de la “Ecoesfera, sistema cerrado en

³⁶ Aportaciones al establecimiento de relaciones con los fenómenos desde una perspectiva de observación racional para su control y predicción, con finalidades prácticas de modificar las condiciones de posibilidad, situaciones que van aparejadas de múltiples factores al no ser eventos aislados, sino vinculados a otros procesos mediante los cuales la investigación científica intensifica la realidad de ciertos objetos, pero no los crea de la nada.

³⁷ Es una forma radical de novedad, la cual está ligada a la influencia del contexto en las formas e implicaciones de la aparición, es decir, la contextualización requerida para la creación de entidades con fines particulares, lo que lleva a pensar que los objetos científicos se adaptan y se mantienen debido a su flexibilidad y capacidad de cambio.

³⁸ Daston enfatiza que los objetos científicos no son inertes, ya que producen resultados, implicaciones, sorpresas, conexiones, manipulaciones, explicaciones, y aplicaciones que aumentan la capacidad de crear grados de realidad, de interconexión entre ideas y fenómenos. En otras palabras el objeto científico es una herramienta productora de efectos, para crear y recrear prácticas dentro de procesos productivos y de adiestramiento de las herramientas, que devienen en su perfeccionamiento así como en el reconocimiento de sus límites y fortalezas.

³⁹ El cual se puede comprender mejor como el establecimiento de redes locales, materiales y prácticas que – desde una perspectiva latouriana- determinan los criterios de realidad de todos los objetos. Una clave de interpretación al respecto reside en el conjunto de soportes (aparatos y procedimientos) que hacen posible la existencia de un objeto científico, anclando la persistencia de los objetos a la institucionalización de prácticas y colecciones de aparatos.

equilibrio” (i.e. sistema acuático sencillo, cerrado y autosuficiente), como un objeto representativo de la aparición como forma radical de novedad, ya que fue producida en el contexto de investigación espacial de la NASA y el proyecto de colonización del espacio bajo el reto de mantener la vida fuera del planeta Tierra (Cf. Sagan, 1986). Para comprender la consideración sobre la productividad “Caleidoscopio de colores” (i.e. vitral con filtros de colores parcialmente superpuestos) es un caso útil para observar como los caleidoscopios, en tanto instrumentos filosóficos y posteriormente como juguetes, han promovido fascinación y expectativas a futuro mediante las cuales construyen su estabilidad, lo que es evidente dada la posibilidad que ofrecen para producir efectos estéticos novedosos en un proceso de actualización constante. Por último respecto al arraigo, en términos generales se puede decir que es lo que el Museo de la Luz hace con todos los objetos y conceptos que configuran su discurso museográfico, ya que la institución museística permite la interconexión entre redes locales, materiales y prácticas que determinan los criterios de exhibición del patrimonio cultural científico presente en su oferta.

Asimismo conviene profundizar en la manera en que el museo de ciencias adquiere la colección de objetos que conforman su museografía. Por lo que para contestar a la pregunta sobre cómo es que un determinado objeto llega al espacio expositivo del museo de ciencias, Samuel Alberti también apela a la aplicación de un estudio biográfico del objeto, en el cual se observen las transiciones y transposiciones del objeto en su proceso de coleccionismo, desde su producción hasta su adquisición por el museo, con sus consecuentes cambios de significado⁴⁰ (Alberti, 2005). El valor de conocer la trayectoria del objeto reside en la utilidad de la historia de los objetos para la vinculación con la ciencia, por lo que el papel de los objetos en la experiencia de los visitantes puede potenciarse a partir de la visibilidad de las trayectorias y relaciones entre personas y objetos. Alberti adopta el modelo de estudio biográfico de Kopytoff para señalar que las posibilidades de aprendizaje radican en identificar los momentos relevantes en: (1) la historia del

⁴⁰ Al respecto Alberti enfatiza la relación entre el museo y las culturas científicas y cívicas, visible a través de los tipos de colecciones (clasificatoria, analítica o en exhibición), ya que la cultura material de la práctica científica sirve como evidencia para contribuir a la historia de la ciencia constructivista.

objeto; (2) los cambios durante su desarrollo histórico; (3) así como el análisis de los impactos de los climas políticos y sociales en su trayectoria⁴¹. La clave en esta propuesta es la valoración contextual de acuerdo al tipo de relación establecida con el objeto: ya sea como reliquia, como patrimonio musealizabile, como mercancía, o inclusive como bien público, pues todo aquello coleccionado puede conectarse con instituciones y prácticas que identifican y acreditan al objeto durante su trayectoria. Por lo que Alberti señala tres fases en la vida de un objeto de museo, a saber: (i) la mecánica del movimiento del objeto desde su producción y desarrollo hasta su colección y adquisición por el museo⁴²; (ii) uso del objeto una vez coleccionado (i.e. clasificatorio, analítico o expositivo)⁴³; y (iii) el papel del objeto en la experiencia del visitante y la naturaleza de la relación entre objeto-observador⁴⁴.

Por último, Alberti señala que la observación del objeto cambia de significado a través del tiempo y del observador, dado que son múltiples las relaciones del objeto con el coleccionista, el curador, otros objetos y las audiencias. La clave de interpretación parece encontrarse en la co-construcción

⁴¹ La trayectoria así descrita permite el rastreo de relaciones y procesos de musealización, por lo que Alberti propone trazar los caminos desde la adquisición hasta la exposición a través de los distintos contextos y los cambios en la valoración operados por las transiciones, para así identificar las relaciones persona-persona, objeto-objeto, y objeto-persona en pos de dar cuenta de la producción, distribución y uso de objetos como evidencia de las relaciones humanas. Sin embargo Alberti señala que su énfasis se encuentra en resaltar la agencia humana, pues las cosas no hacen nada por sí mismas (postura cercana a la de Giere sobre la agencia cognitiva en un SCD), ante lo cual la búsqueda se encuentra en revelar los valores y significaciones, manipulaciones y sentido de los usos humanos a través del tiempo (Alberti, 2005, p.561).

⁴² En relación al proceso de adquisición, colección y exhibición de los objetos, Alberti señala que el contexto original del objeto se modifica radicalmente al ser estabilizado por el coleccionista, ya que mediante las redes de adquisición operan cambios de audiencias y significados por las transiciones espaciales, donde dichas redes de coleccionismo son interconexiones extensas y heterogéneas articuladas por procesos de distribución e intercambio, de clasificación y valoración, y de preciar lo apreciado.

⁴³ Sobre la vida del objeto al formar parte de una colección, Alberti nos indica que los objetos adquieren significado e identidad a través de las interacciones con donadores, coleccionistas y dueños previos, donde la llegada del objeto a una colección es el momento más significativo y mejor documentado, ya que cuando sale de circulación es fijada su singularidad e inalienabilidad, lo que permite la estabilización de su significado. Lo que en otras palabras es el proceso de contextualización museística, de revaloración y adecuación a un orden establecido por la lógica de la colección.

⁴⁴ Sin embargo no debe olvidarse que el museo mantiene sus rasgos polisémicos al encontrarse abierto a múltiples interpretaciones. Al respecto cabe cuestionar la posibilidad de reinterpretación del valor de un objeto, y por lo tanto también de su discurso expositivo, ya que el museo como una entidad dinámica se permite preservar, descartar o destruir a los objetos de acuerdo a la narración museográfica en relación con la ideología institucional, de lo que se desprende la visibilidad de las relaciones entre las prácticas y culturas de exposición con el contexto museístico, local y/o nacional, donde las técnicas de exhibición se traducen en posibilidades de significación.

del significado de un objeto al ser musealizado (i.e. constitución del patrimonio), ya que por un lado se ofrece una narración a través de la exposición, y por otro hay una apropiación por parte del visitante a partir de sus sensaciones y recuerdos (Alberti, *op. cit.*, p.569), de lo que se desprenden los significados y valores posibilitados por los objetos.

2.3.4. *Códigos socioculturales.*

En el museo de ciencias la relación entre los agentes humanos con los recursos humanos y las representaciones externas está mediada por códigos compartidos en el seno de una comunidad, ya sea el colectivo de pensamiento fraguado por la institución museística o bien entre ésta y los públicos visitantes. Dichos códigos compartidos pueden observarse con mayor claridad desde la perspectiva heterotópica, pues la sanción de uso que se hace del espacio repercute en las prácticas situadas. En este sentido cabe introducir el señalamiento de Barnes sobre la relevancia de las prácticas compartidas y de la práctica consensuada para los sistemas sociales, ya que si el museo de ciencias consigue articular un colectivo de pensamiento con los visitantes, estos serán capaces de comunicarse efectivamente con y a través de la museografía pues "cuando un miembro se involucra exitosamente en una práctica, invariablemente adquiere una posesión de competencia o poder" (Barnes, 2001, p.28). El señalamiento clave de Barnes enfoca a la práctica como una herramienta analítica que permite distinguir entre los miembros que conforman una comunidad y los foráneos, ya que los que miembros de la comunidad comparten teorías, ideas, creencias, reglas especificadas abstractamente, o normas que influyen en su comportamiento, por lo que la práctica puede observarse como evidencia de entidades supuestamente internas al individuo.

En particular las prácticas son actividades socialmente reconocidas que se basan en el aprendizaje mimético bajo la capacidad de ejecutarse bien o mal, correcta o incorrectamente, pues la práctica involucra pensamiento y acción juntos, integrados, por lo que el consenso en las prácticas caracteriza a los

colectivos, produciendo ajustes y modificaciones constantes del hábito en una adaptación constante al ambiente⁴⁵. Así pues, Barnes concluye que la práctica es un producto del aprendizaje, en el que la interacción es evidencia de que una práctica es compartida o no, así como que la práctica es profundamente interdependiente y mutuamente susceptible a los agentes sociales.



Fotografías 11 y 12. Montaje de la exposición *Acerca de la luz* en el marco de la XVII Feria Internacional del Libro de 1996 en el Palacio de Minería (Núm. de inventario XVII.13 CI 21.19 [izquierda] y XVII.13 CI 21.20 [arriba]).
Imágenes cortesía de la Fototeca de la Biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta", DGDC-UNAM.

Sobre dichas prácticas es interesante notar que dentro de la comunidad CUCC-DGDC se reforzó la idea del taller artesanal como modelo para la distribución social del trabajo, de manera que comunitariamente se desarrollaron habilidades para la formación de personal, técnicas para la producción de objetos comunicativos y estrategias retóricas para la presentación de contenidos, así como el diseño y experimentación de actividades de comunicación de las ciencias (e.g. conferencias, talleres, cursos). Lo que brindó condiciones de posibilidad para que en 1996, dentro del marco de la XVII Feria Internacional del Libro y durante el Festival del Centro Histórico de la Ciudad de México, el CUCC montara la exposición temporal *Acerca de la luz*, en la que “se exhibió parte de los equipamientos [i.e. aparatos de divulgación] que integran el Museo de la Luz y que

⁴⁵ Para Barnes: "sólo así se puede retener la coordinación y compartir la práctica representada. Sólo así se puede ejercer el poder social. La ejecución exitosa de rutinas en el nivel colectivo involucran la modificación y orientación de las rutinas a nivel individual" (Barnes, 2001, p.31).

ilustran temas como la óptica geométrica, el juego de colores, la descomposición de la luz [i.e. refracción de la luz], la luz en las artes y la interacción de la luz con los seres vivos, entre otras” (Flores, 1996, pp.4-5)⁴⁶.

Con base en lo anterior se puede delinear con mayor claridad el papel mediador del museo de ciencias, que en el mejor de los casos funciona como agente vinculante en procesos de integración comunitaria para la resolución de problemas concretos, es decir, para la interacción de los ciudadanos a lo largo de la vida⁴⁷. Sobre el asunto particular de la mediación en el Museo de la Luz, de nueva cuenta conviene destacar las posibilidades dialógicas establecidas por los anfitriones en sala, así como por el personal del Programa Extramuros (en su mayoría previamente anfitriones del museo), ya que su actividad requiere una investigación más profunda debido a las capacidades generadas para la formulación de significados, que más allá de ser capaces de educar o divertir, dan cuenta de la autopercepción de la institución de cara a las funciones sociales de divulgación de la ciencia.

En especial quiero llamar la atención sobre el Programa Extramuros debido a su capacidad para establecer diálogos más allá de las fronteras espaciales del Museo de la Luz. La tradición de este proyecto se puede rastrear en los orígenes de *Universum*, cuando posterior a la etapa constructiva de los prototipos, los aparatos de divulgación fueron evaluados con público real mediante exhibiciones ambulantes, experiencias que también servían para el entrenamiento de los anfitriones, personal de la institución que fue concebido para establecer comunicación directa entre aparatos y públicos (Cf. García, 2001). Del Programa Extramuros del Museo de la Luz se tiene noticia que empezó actividades en el año

⁴⁶ Cabe destacar que para la primera etapa constructiva del Museo de la Luz el Gabinete de Ingeniería del CUCC elaboró 65 de las 91 exhibiciones que conformaron la museografía inaugural (Flores, 1996, p.7), la cual también contó con obra plástica y colecciones históricas, y en 2011 también participó personal de la DGDC para la recontextualización museográfica del Museo de la Luz en las instalaciones del Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso (Domínguez-Razo, *op. cit.*, p.162).

⁴⁷ Desde de cierta idealidad, se puede señalar que el rumbo deseable es la vinculación entre el conocimiento con el saber hacer a partir de la oferta del museo de ciencias, lo que se traduce en la posibilidad de incorporar las experiencias y opiniones de los ciudadanos en la construcción del conocimiento científico mediante mecanismos de diálogo, los cuales en primera instancia pueden favorecer la comprensión de los argumentos y procedimientos científicos por un lado, y por otro abrir canales de comunicación para ampliar los intereses y motivaciones de los expertos desde una codificación ciudadana, es decir comunitaria y localmente relevante.

2000 bajo la administración de Julieta Fierro (Fierro, 2000), además de que el responsable en los primeros años del programa fue Julio Rojas (Barragán, 2006, p.72). De la versión de Barragán sobre el Programa Extramuros concuerdo en que la presencia del ambulante influyó para su creación, en un inicio como respuesta a las dificultades de acceso que experimentaban los grupos escolares⁴⁸, y que actualmente se ha consolidado como un programa de comunicación de la ciencia incluyente que participa de manera activa en la atención de diversas comunidades⁴⁹, incluidas comunidades alejadas geográficamente o marginadas socialmente así como grupos vulnerables, mediante prácticas que –dicho con suspicacia- parecen recordar la simplicidad, movilidad y eficiencia de los vendedores ambulantes del Centro Histórico.

Una observación relevante sobre el Programa Extramuros es que dicha estructura administrativa da cuenta del problema de accesibilidad urbana y económica que viven los públicos –reales y potenciales- del Museo de la Luz, y que en medida de satisfacer la demanda del museo se ofrecen servicios de divulgación de la ciencia a domicilio, así como actividades públicas auspiciadas por otras instituciones como la Secretaría de Educación Pública (SEP), el CONACyT o el otrora Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF) actualmente Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal (Seciti). Lo que demuestra por un lado el compromiso de la institución para cumplir con sus funciones sociales más allá de las limitaciones geográficas o económicas, y por otro la generación de un código sociocultural que busca ofrecer al mayor público posible los principios de la divulgación de la ciencia de la

⁴⁸ Pero difiero con la interpretación de Barragán sobre las limitaciones que le atribuye a la comunicación del patrimonio del museo por no realizar la actividad de mediación en el recinto, pues la experiencia ha demostrado que el patrimonio del Museo de la Luz se encuentra en los conocimientos científicos presentes en la museografía y no tanto en los acervos arquitectónicos del edificio que lo alberga.

⁴⁹ En 2006 Julia Tagüeña da cuenta de los programas “*La luz ilumina a las escuelas*, cuyo público meta son los estudiantes de nivel básico de escuelas públicas del Distrito Federal, y *Programa extramuros general*, con el que [el Museo de la Luz] atiende los requerimientos de diversas instituciones públicas o privadas, educativas y no educativas del Distrito Federal y de distintos estados de la República Mexicana. Por medio de estos programas se llevaron a cabo actividades en 35 eventos culturales entre los que se destacan: Festival Internacional Viva Vivaldi, Feria Metropolitana del Libro en el Zócalo del Centro Histórico, Feria del Libro en Santa María Jalapa del Marqués, Oaxaca; Jornadas de Salud con la Fundación Centro Histórico, 5° Foro Internacional de Educación para la Infancia, Rally por las calles del Centro Histórico, Festival Música del Mar en Huatulco, Oaxaca y la Feria de las Matemáticas en Atlixco, Puebla, entre otras. Con relación a instituciones educativas se atendió a 145 escuelas de diversos niveles” (Tagüeña, 2006).

comunidad CUCC-DGDC, ello con la finalidad de arraigar la cultura científica en diferentes sectores de la sociedad.

2.3.5. *Meta del sistema.*

La principal meta del Museo de la Luz como SCD radica en la divulgación de la ciencia, actividad comunicativa que busca redituar en la formación de una cultura científica. Los efectos de dicha comunicación pueden ser tangibles o intangibles, lo que introduce una reflexión en términos culturales ante la cual es preciso tener en cuenta que la cultura es un concepto amplio con múltiples definiciones, cuyas antípodas son las perspectivas materialistas o psicologistas según la agenda de investigación (Prinz, 2011). No obstante la levedad o pesadez de los productos culturales (i.e. intangibles o tangibles), estos son susceptibles de observarse como elementos de un sistema de creencias históricamente transmitido, y en ese sentido los vuelve susceptibles de interpretación desde una perspectiva cognitiva en términos de memoria, pues recordar también es pertenecer. En este sentido cabe atender la propuesta de Chiu que concibe a la cultura como memoria colectiva, aportación humana al ambiente y entendimiento compartido manifestado en el acto y el artefacto, ya que particularmente en términos psicológicos la cultura refiere a una red flexible que interconecta los conocimientos y prácticas producidas, reproducidas y actualizadas de un grupo de individuos interdependientes, mediante las cuales se aportan significados, sentido de pertenencia y certeza epistémica en los procesos intergeneracionales de cambio en la ecología social (Cf. Matsumoto, *op. cit.*, p.146).

La posibilidad de significación y valoración a través de la experiencia del museo justifica una revisión sobre las relaciones entre distribuidores y aparatos de divulgación, ya que en el museo de ciencias los grupos esotéricos generan y mantienen interpretaciones de uso del espacio público a través de las posibilidades de apropiación del patrimonio cultural científico. Al respecto, y en relación a la llamada museografía interactiva, es preciso recordar los apuntes de O'Doherty en correspondencia con los conocimientos tácitos aludidos por Collins,

ya que los supuestos de la comunicación de la ciencia son las paredes blancas de la museografía de las ciencias. En particular Collins señala que si nuestras creencias están basadas en el conocimiento tácito, surgen problemas interesantes para el método científico, así como para el mantenimiento y transferencia del conocimiento científico (Collins, 2001, p.119).

Para Collins las bases de nuestras prácticas se pueden observar en las historias de los grupos sociales en los cuales nos encontramos inmersos, ya que entender la emergencia de un consenso sobre un hecho científico novedoso es equivalente a entender por qué ese hecho es creído, y en ese tenor la emergencia de un consenso significa el crecimiento de nuevos cuerpos de conocimiento tácito. Lo que en el caso del museo de ciencias implica que la práctica de musealización sea una patrimonialización de consensos sobre hechos científicos, ya que la exhibición pública se convierte en evidencia de la estabilización del conocimiento científico para la construcción de memoria, es decir, se vuelve fundamento en la historia de la comunidad científica. Por lo que parece legítimo preguntar qué cosa es un museo de ciencias si no un lugar relevante para la inmersión en el grupo social que produce conocimiento científico (i.e. comunidad científica), o mejor dicho en su cosmovisión.

No obstante Collins identifica que la relación entre la desarticulación, olvido, generalidad y socialización, es clave para la adecuación contextual de las reglas de uso dada la relevancia del empotramiento social del conocimiento tácito, pues éste es vital para el análisis de la ciencia como la conocemos, lo que es transitivo a las prácticas de comunicación de la ciencia mediante las propuestas museográficas en tanto productos culturales. De lo que se desprende un cuestionamiento importante para la museografía interactiva relacionada con la experiencia museística y la imitación de códigos de comportamiento frente al patrimonio cultural científico musealizado, tales como los expresados por los mediadores del museo de ciencias, cuyos códigos de uso se programan anticipadamente desde el proceso de selección en el proyecto museológico y que se ejecutan en la adecuación de discursos en relación al visitante, por lo que

resulta importante observar la museografía como materialización del pensamiento, y en ese tenor como orientación de la mirada.

Más aún habría que considerar a la cultura científica en términos antropológicos para observarla en tanto conjunto de creencias, prácticas y productos compartidos por los colectivos científicos en relación a su ambiente, así como vinculación al entorno a partir de su forma de vida, misma que tiene un fuerte arraigo al emplazamiento del laboratorio como centro de origen. Propuesta que brinda más elementos de análisis que los brindados por el discurso del Museo de la Luz y de la DGDC, el cual en el mejor de los casos acierta en vincular la vida cotidiana con la cultura científica.

Recapitulación.

El museo de ciencias es una totalidad que se compone de múltiples elementos, por lo que requiere ser observado desde una perspectiva sistémica que dé cuenta de su complejidad. Para ello resulta útil observarlo como un medio de comunicación en el que se establecen relaciones entre diferentes agentes (i.e. emisores y receptores), con diversos recursos a su disposición (i.e. conocimiento científico o fuente) que son utilizados a través de diferentes estrategias (i.e. museografía o canal) con una finalidad comunicativa (i.e. cultura científica o destino). Pero lo característico del museo de ciencias es su capacidad de generar experiencias inmersivas, donde el ambiente ofrecido por el museo se muestra como un elemento clave.

Desde dicha interpretación el museo de ciencias como SCD se alza como la mejor perspectiva de estudio para rescatar la complejidad, dar cuenta de los elementos que lo constituyen y contextualizar su ensamblaje, cualidades que permiten complementar el cuerpo de conocimientos de la evaluación contextual y la teoría de la actividad sin perder las cargas políticas, económicas e históricas que configuran al ambiente museístico. Asimismo la perspectiva de cognición situada reivindica la experiencia como forma legítima de conocimiento, y por lo tanto permite entender qué sucede durante la sincronización del SCD en el

momento de la visita, al tiempo que permite rastrear diacrónicamente las trayectorias y los códigos socioculturales que dotan de sentido al ambiente del museo de ciencias.

A través del análisis cognitivo del Museo de la Luz como SCD, uno de los principales resultados es la identificación de dos grupos esotéricos y uno exotérico que distribuyen socialmente el trabajo cognitivo que permite el uso del Museo de la Luz como museo de ciencias. Dicha distribución social del trabajo cognitivo opera a través de las prácticas de comunicación de la ciencia, las cuales siempre son situadas y contextuales, y en ese sentido se adecuan al espacio físico además de acumular experiencias que se codifican como conocimiento tácito al formar parte de los valores de la comunidad de practicantes, lo que en el mejor de los casos puede ser incorporado por los visitantes tras la visita y en ese tenor formar parte de la cultura científica de los laicos.

Sin embargo, también se observa que la mayoría de los elementos que conforman al Museo de la Luz no son permanentes sino más bien contingentes, desde los agentes humanos hasta los recursos materiales, pasando por los códigos socioculturales que varían de acuerdo a la propia historicidad de la comunidad CUCC-DGDC. No obstante se rescata la permanencia de las representaciones externas bajo la forma de aparatos de divulgación, los cuales son el elemento más estable del Museo de la Luz así como su oferta más importante de comunicación de la ciencia, motivo por el cual el próximo capítulo se enfocará a dar cuenta de sus aportaciones al SCD.

Capítulo 3. Reconstrucción de la caja negra: La refracción de la luz a través de un aparato de divulgación.

Introducción.

Una vez enfocado al Museo de la Luz como un SCD ensamblado con el objetivo de divulgar públicamente los conocimientos científicos sobre la luz, al tiempo que se han distinguido las diferentes temporalidades en que sucede dicha articulación a través de la distribución social del trabajo cognitivo necesario para la constitución del museo de ciencias (i.e. organización y codificación), ahora es preciso ahondar en la llamada museografía interactiva que instancia un ambiente de experiencias dentro del cual operan en tiempo real las dinámicas del SCD. Si bien la museografía interactiva es una de las cualidades relevantes de los museos de ciencias contemporáneos, dada su importancia se ha optado por observarla de manera particular como elemento clave en el que convergen las aportaciones de todos los agentes involucrados en el museo de ciencias. Y es en particular el aparato de divulgación el elemento que se encuentra en el corazón de la museografía interactiva, por lo que estudiarlo de forma diferenciada brinda mejores perspectivas para comprender las vinculaciones con el patrimonio cultural científico propuestas del Museo de la Luz.

Por ello el objetivo del presente capítulo es elucidar el aparato de divulgación como herramienta museográfica sin disociarlo de su condición como producto cultural, bajo la hipótesis particular de que el aparato de divulgación es un producto del laboratorio que se recontextualiza museográficamente para la comunicación de la ciencia. De esta manera se desarrolla el concepto de aparato de divulgación a partir de las temporalidades sincrónica y diacrónica relativas al SCD del museo de ciencias, donde la sincronía es perceptible en su dimensión cognitivo-interactiva y la diacronía evidencia su condición como elemento histórico-cultural. Lo anterior se ejemplifica a través del ejercicio de contextualización museográfica sobre la refracción de la luz como hecho científico, caso en torno al cual se puede sintetizar la construcción de valores presentes en



Figura 3. Logotipo del Museo de la Luz (Circa 2010-2012) que recuerda la refracción de la luz a través de un prisma triangular. *Cortesía de la Unidad de Servicios Académicos del Museo de la Luz.*

el discurso del Museo de la Luz y que en un sentido profundo se encuentra ligado a la identidad institucional.

Por lo que antes de profundizar en el estudio de tales dimensiones, conviene realizar ciertas anotaciones sobre la definición y características del aparato de divulgación. Un primer acercamiento al concepto de aparato de divulgación consiste en definirlo y distinguirlo del término equipamiento

o equipo, ya que estos son términos ambiguos que no refieren de manera clara a la condición artefactual de aquellos objetos con los cuales se busca exhibir –o mejor dicho enseñar- museográficamente la perspectiva científica. Al respecto la evidencia indica que fue Jorge Flores, director del CUCC entre 1988 y 1997, quien oficialmente acuñó el término de equipamiento para referirse a los objetos comunicativos elaborados expresamente para la divulgación de la ciencia en los museos de dicha institución universitaria, y cuya peculiaridad consiste en ser piezas replicables fáciles de sustituir ante el desgaste por el uso del público (Flores, 1998; Chávez, 2008). Sin embargo aquí se prefiere utilizar el término de aparato de divulgación debido a la carga semántica que denota *un conjunto organizado de piezas cuya función es divulgar*. No obstante se puede objetar la incorporación de un neologismo bajo los cuestionamientos sobre qué y cómo divulgan dichos aparatos. La respuesta es simple: dichos aparatos extienden el conocimiento científico mediante su uso como soporte cognitivo.

Dadas sus cualidades de replicabilidad y aglutinación, el aparato de divulgación puede verse como un instrumento didáctico que manifiesta con claridad los valores de la cultura de consumo industrial, donde la reproducción técnica está orientada por la dinámica de consumo masivo. Una heurística

derivada de lo anterior consiste en interpretar al aparato de divulgación como un conjunto de objetos con carga histórica originada en el laboratorio (ya sean piezas originales, réplicas o producidas industrialmente), y en correspondencia es posible asumirlo como soporte y portador de los supuestos teóricos que le dieron origen, los cuales son articulados bajo una valoración epistémica o lúdica de consumo público que genera códigos y procedimientos al interior del espacio museístico (i.e. heterotopía), cuyo mensaje es el estereotipo de ciencia popular (i.e. imagen clara) concebido por el grupo productor (i.e. esotérico) que diseña el museo de ciencias.

En principio hay que atender la dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación cuya influencia en el ambiente funge como detonador de experiencias, ante lo cual se requiere analizar su potencial como soporte para la descarga cognitiva en el ambiente durante los procesos lúdicos y de aprendizaje – fuertemente determinados por las capacidades técnicas que se dispongan-, lo que a su vez enfoca el problema relacional de la interactividad del aparato de divulgación, o dicho de otra manera el problema de la programación museográfica sobre las sanciones de uso del espacio de exhibición. Dicha programación del uso del espacio responde a la condición histórico-cultural del aparato de divulgación, ante la cual es preciso tener en cuenta que las relaciones entre el aparato de divulgación y memoria¹ se encuentran inmersas en los procesos de construcción de estereotipos, estabilización de significados y actualización de tradiciones epistémicas, ya que como producto cultural el aparato de divulgación es portador de una cosmovisión con orígenes definidos, y en tanto bien material se encuentra en circulación dentro de redes de intercambios que permiten transiciones y desplazamientos (i.e. trashumancia) asociados a las prácticas de producción, distribución y consumo de la cultura científica.

¹ Para comprender la influencia de la experiencia y los conocimientos previos a partir de la visita al museo, se encuentra el estudio de caso presentado por Carmen Sánchez Mora donde asocia la generación de recuerdos a la interacción con los elementos museográficos, cuyos resultados confirmaron “la preponderancia de la memoria de objetos, es decir de la memoria visual, principalmente en el público lego. También en este grupo domina la memoria de la actividad física realizada durante la visita; y particularmente, una componente emocional de sus recuerdos” (Sánchez-Mora, 2011, p.25). Otro de los apuntes relevantes de dicho estudio se encuentra en el reconocimiento de la diversidad de visitantes, lo que conlleva reconocer la diversidad de demandas aún pendientes de satisfacer para ejercer una inclusión plena a través de las estrategias museográficas.

Además para el caso específico del Museo de la Luz conviene reconocer dos aportaciones contextuales de los aparatos de divulgación: (1) son su elemento más estable; y (2) son el elemento que le permitió sobrevivir al cambio de espacio sin perder coherencia discursiva como sistema de comunicación. En ese sentido los objetos que conforman la museografía del Museo de la Luz (i.e. aparatos de divulgación) pueden considerarse accesos al universo mental y material de la comunidad que lo produjo (i.e. emisores), por lo que es importante señalar que la intención primera de la mayoría de dichos objetos fue –justamente– la de comunicar interpretaciones científicas de los fenómenos luminosos (i.e. patrimonio cultural científico), intención con clara finalidad pragmática. Por lo que dada la condición del Museo de la Luz como de medio de comunicación, se propone su interpretación como un laboratorio de comunicación de la ciencia cuya articulación se da a través del tiempo, en el mejor de los casos como un proyecto permanentemente en beta² sujeto a constantes modificaciones por añadiduras, pérdidas y actualizaciones de su discurso museográfico.

3.1. Dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación.

La oferta museográfica del Museo de la Luz está plagada de patrimonio cultural científico que es mostrado (i.e. enseñado) de diversas maneras, como en la exhibición de ilusiones visuales desde la perspectiva gestáltica o mediante la reproducción de fenómenos electromagnéticos con un telégrafo que replica el modelo de Hertz. No obstante la diversidad de aparatos de divulgación presentes en su museografía, se ha elegido atender sólo el caso del juego de prismas “Luz blanca: un abanico de colores” por su relación con los valores institucionales y como expresión clara del estereotipo que sintetiza la ideología de la comunidad productora del museo³, y cuya asociación con el logotipo del museo es ineludible

² En ingeniería informática se conoce como fase beta a la primera versión completa de un programa, y aunque inestable dicha versión es útil para una inspección técnica de errores, es decir, es una versión de prueba.

³ Al respecto no se olvide que los autores intelectuales del Museo de la Luz y parte importante de la comunidad CUCC-DGDC como Ana María Cetto, Jorge Flores, Salvador Cuevas, Elaine Reynoso, Ana María Sánchez Mora y Luis Estrada fueron formados como físicos en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y que junto con Luis de la Peña (actual investigador emérito del Instituto de Física-UNAM) forman parte de la

ya que el símbolo institucional consiste en un haz de luz refractado por un prisma, en una clara alusión a la tradición disciplinaria de la física, y particularmente a la genealogía de la óptica.



Fotografía 13. Aparato de divulgación "Luz blanca: un abanico de colores" en la segunda época del Museo de la Luz. Archivo del autor.

Ahora bien, en su paso a San Ildefonso el conjunto de aparatos de divulgación sobre la refracción de la luz fue reubicado en la sala "Naturaleza de la Luz 1", donde el aparato "Luz blanca: un abanico de colores" se encuentra en asociación con la "Mesa de prismas", la "Lente de Fresnel" y "Refracción", todos ellos instalados en un área al centro de la sala, situación en la que la narración espacial reitera y refuerza la interpretación óptica sobre la refracción de la luz. En este contexto

"Luz blanca: un abanico de colores" es un aparato de divulgación constituido por una vitrina de 1.5m^2 , planeada para abarcar un área expositiva de 4m^2 y ser utilizada simultáneamente por 3 visitantes (Cetto, s/f). Al interior de la vitrina se encuentra una pared negra con una lámpara en el costado izquierdo y al centro dos prismas (uno fijo y el otro móvil), mientras que en el costado superior de derecho se ubican dos pantallas (una cóncava y la otra plana); por la parte exterior de la vitrina hay un botón en la parte inferior izquierda y una perilla centrada también en la parte inferior, así como una cédula con texto en un soporte aparte. Este dispositivo es principalmente *in vitro* por su cualidad de estar encapsulado en una caja con vidrio, sin embargo también yuxtapone una exhibición *in vivo* que invita al visitante a interactuar de dos maneras: (1) mediante un botón que

comunidad de físicos profesionales mexicanos, corporación cuya profesionalización en México se remonta a poco más de siete décadas atrás, periodo en el que han generado instituciones de investigación, circuitos de publicaciones, formación de especialistas distinguidos en la comunidad científica, así como políticas públicas con impacto a nivel nacional e internacional (Cf. Instituto de Física, 2015), todos ellos productos culturales a los cuales se suma el Museo de la Luz.

enciende una lámpara cuya luz es refractada por el prisma fijo para proyectar en las pantallas el espectro de luz visible; y (2) con una perilla que al girarla manualmente sube y baja el segundo prisma para recomponer la luz refractada.



Fotografía 14. Asociación museográfica de los aparatos de divulgación "Mesa de prismas" (frente), "Luz blanca: un abanico de colores" (atrás) y un microscopio binocular Negretti & Zambra de 1855 (fondo) en la sala de *Naturaleza de la luz I*. Archivo del autor.

La condición central del conjunto sobre la refracción de la luz expresa su importancia en la narrativa espacial, justo al medio entre los conjuntos de aparatos que exhiben las fuentes artificiales de luz e incandescencias –a la izquierda de la sala- y la reflexión de la luz –del lado derecho. En el uso de este espacio la centralidad de “Luz blanca: un abanico de colores” es un efecto periférico como acompañante de la “Mesa de prismas”, principal aparato del circuito de exhibición tanto por sus dimensiones como por sus capacidades interactivas, las cuales suelen atraer a más audiencia al

permitir la manipulación de prismas sin restricciones, experiencia en la que se puede experimentar la absorción, reflexión y refracción de la luz a partir de la disposición de prismas cóncavos y convexos o de filtros de colores que se combinan con el juego de luces emitidas por una lámpara ubicada al centro de la mesa. No obstante la diferencia de popularidad, “Luz blanca: un abanico de colores” cuenta con una cédula que ofrece más elementos para el análisis que la “Mesa de prismas”, aparato donde lo primordial es la experiencia *in situ*, ya sea con el dispositivo y/o con los mediadores en sala.

Esta relación objeto-cédula es relevante ya que constituye el binomio básico de la museografía, en la que el objeto cumple una función expositiva mientras la cédula una explicativa, y en conjunto ofrecen al visitante la experiencia de ver un

fenómeno con una interpretación autorizada sobre la misma, operación mediante la cual objeto y texto refuerzan el discurso museográfico. Al respecto de las cédulas, Russell aconseja que estas sean breves para enfocarse en el objeto y no en el texto, bajo una fórmula atractiva, prescriptiva, descriptiva e informativa (i.e. título atractivo + qué hacer + qué observar + comentario breve). Asimismo el autor señala que la información de antecedentes puede ser atractiva para cierto tipo de público pero no para todos, por lo que advierte que el abuso de antecedentes es un riesgo que hace compleja la impresión durante la visita, no obstante propone el uso de folletos para reducir el texto en sala, así como el apoyo de mediadores *in situ* para extender la información según las necesidades e intereses del visitante (Russell, 1990). Considerar lo anterior para el caso de “Luz blanca: un abanico de colores” lleva a observar la relación objeto-cédula que opera en su disposición, en la cual una cédula –en contra de las recomendaciones- sintetiza en un solo espacio la siguiente redacción:

Luz blanca: un abanico de colores.

Al oprimir el botón enciendes la luz blanca que al pasar por un prisma se descompone en un abanico de colores.

Obsérvalo en la pantalla de la esquina superior derecha de la vitrina.

Cuando la luz está prendida gira la perilla hasta que la luz atraviese el segundo prisma. El abanico de colores “se cierra” para recomponer la luz blanca.

¿Por qué, al pasar por un prisma, la luz blanca se divide en luces de colores?

¿Por qué éstas vuelven a componer luz blanca cuando atraviesan un segundo prisma?

La luz blanca es una mezcla de luces de muchos colores. Cuando la luz atraviesa un prisma, cada color se desvía, es decir, se refracta en una dirección ligeramente diferente. Así, la luz blanca que entra por un lado, sale por el otro transformada en un abanico de hermosos colores, los mismos del arcoíris.

Si las luces de este abanico atraviesan un prisma semejante al primero, pero colocado de cabeza, se produce el efecto contrario, es decir, el abanico “se cierra” y sus colores se unen para volver a componer la luz blanca.

Este experimento fue realizado y explicado por primera vez en 1666 por Isaac Newton.

La gama de colores que componen la luz blanca se llama espectro visible.

¿Por qué se separan las luces de colores en el interior del prisma? Los rayos de luz de cada color tienen una longitud de onda diferente. Debido a su forma y al material de que está hecho, el prisma refracta –es decir, desvía- cada

longitud de onda con un ángulo ligeramente distinto. Así separa los rayos según su color (Ver Fotografía 15).



Fotografía 15. Cédula de "Luz blanca: un abanico de colores", en la que se puede observar la saturación de texto y la clara intención de orientar la mirada del visitante, lo que abre la reflexión sobre la diversidad de interpretaciones sobre el arcoíris y en la cual la ciencia ofrece una perspectiva electromagnética. Archivo del autor.

Como se puede apreciar en la cédula, donde toda la información se concentra en un solo soporte cognitivo, la síntesis discursiva hace compleja la lectura debido a los múltiples detonantes de atención que saturan el campo visual (i.e. distintos cuadros de texto y tipografías), lo que es cuestionable debido a la finalidad de mediación del dispositivo en la que se supone a la simpleza y precisión como criterios oportunos. Sin embargo también cabe una interpretación caritativa sobre los beneficios de sintetizar en un solo espacio la información para evitar su dispersión, beneficio con el efecto no deseado de la saturación.

Pero más allá de una apreciación sobre el diseño visual, resulta más interesante comentar el contenido del texto, del cual se extrae que: (1) el discurso es reiterativo; (2) busca programar las interacciones manuales del visitante con el aparato (i.e. instrucciones de uso); (3) busca asociaciones entre los conceptos científicos y la vida cotidiana; (4) la información sobre su origen y trayectoria se muestra de manera opaca (aún y cuando se mencione su origen newtoniano). La reiteración del discurso sucede a nivel espacial tanto en sala como en cédula, y en ambos casos se observa la programación de las interacciones entre visitante y museografía en un diálogo vinculante entre la perspectiva científica y experimentación. Por su parte la opacidad del discurso, oscuridad producida por el

exceso de texto, contrasta con la simplicidad del dispositivo que permite la movilidad de los prismas, más el mensaje espacial que promueve el aparato en su conjunto es la experimentación para la contemplación ya que si bien permite una dinámica entre la luz y los prismas, dicha dinámica se encuentra calibrada desde la mirada experta a la cual se puede apreciar pero no modificar. Lo que lleva a reflexionar sobre la importancia de los anfitriones en sala como un elemento plurifuncional, que bien puede detonar cuestionamientos que enfatizen las cualidades de los aparatos en exhibición o también reformular el discurso museográfico según las expectativas y capacidades de los visitantes.

La relación entre espacio, dispositivo y visitante lleva a reflexionar sobre la dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación dado que es una faceta clave para el funcionamiento del museo de ciencias como SCD, ya que durante la experiencia de visita el aparato de divulgación es el elemento detonador de estímulos frente al cual el visitante se sincroniza en tiempo real con el SCD. Dicha dimensión puede abordarse desde las perspectivas sobre la interacción planteadas por la museología y la cognición situada, y en ese tenor se requiere analizar las prácticas museográficas contemporáneas que apelan a la interactividad con finalidades lúdicas y educativas mediante las representaciones externas que generan el ambiente museístico. El punto central del aparato de divulgación, en tanto representación externa, consiste en su calidad de herramienta de comunicación que permite manipular fenómenos para generar estímulos, acción que reivindica a la experiencia como forma legítima de conocimiento y permite identificar relaciones comunicativas en las prácticas de mediación, mismas que están permeadas por valoraciones y actitudes susceptibles de imitación. Por último para conceptualizar la interactividad de manera operativa desde una perspectiva sistémica se requiere resolver el problema de su polisemia, que a veces centra la atención en los elementos técnicos o físicos y otras en sus propiedades de significación, problema ante el que aquí se adopta una definición de interactividad como cualidad relacional que permite observar el funcionamiento del aparato de divulgación como una vinculación intergeneracional con el patrimonio cultural científico.

La exhibición sobre la refracción de la luz presente en la sección “Naturaleza de la Luz” tiene un fuerte componente de interacción corporal, ya sea a partir del movimiento de perillas o del desplazamiento alrededor de los aparatos de divulgación que permiten producir y observar diferentes particularidades de la interacción de la luz con objetos traslúcidos. Este tipo de museografía donde el visitante puede desplazarse libremente entre dispositivos para operarlos manualmente es heredera del modelo de interactividad propuesto por el Exploratorium, que a decir de Barry es un claro ejemplo de las maneras en que la exhibición de la ciencia es una actividad creativa que reivindica el aprendizaje mediante la experiencia perceptual del visitante (Barry, 1998). En el caso particular de “Luz blanca: un abanico de colores”, la importancia de la interacción manual es fundamental para la experiencia de la refracción y recomposición de la luz a través de los prismas, ya que es el usuario del aparato –idealmente el visitante- quien opera el movimiento de los prismas para experimentar dichos fenómenos.

Por otra parte, en términos generales Russell ha señalado con claridad que la oferta de un museo de ciencias consiste en la capacidad de manipular objetos que nos brindan posibilidades para la interacción y la libertad de acción, objetos cuya particularidad radica en la simplicidad orientada a la demostración de principios mediante la interacción física, y a partir de esta procura la sensación de cercanía y confianza (Russell, *op. cit.*). Más aún, Russell recuerda que despertar curiosidad e interés en el visitante son los objetivos de la comunicación de la ciencia en el espacio museístico, es decir, motivar a las personas a pensar por sí mismas y construir sus explicaciones, promover la discusión mediante el diálogo, así como entretener para la obtención de recursos que sufraguen los costos operativos del museo. Por lo que Russell más que apostar por la absorción de contenidos, rescata las posibilidades de cambio en las actitudes del visitante, lo que vuelve evidente la necesidad de salvaguardar el gozo de la visita y en esa medida permitir procesos de aprendizaje autoiniciados y autodirigidos⁴.

⁴ Aunque cabe reflexionar deontológicamente el planteamiento de Russell sobre el museo de ciencias, el cual propone como lugar de exploración más que de explicación en el que es posible promover cuestionamientos, buscar información sin expectativa ni demanda de respuesta, delegando las dudas a la investigación futura.

No obstante la fuerza vivencial de la experiencia, este tipo de exhibiciones adolecen –en su mayoría- de contextualización histórica o industrial de los dispositivos que conforman los discursos museográficos, ausencia que *cajanegriza* (i.e. vuelve opacos y poco claros) los principios científicos supuestamente revelados mediante el proceso de interacción⁵, lo que también es perceptible en el caso de “Luz blanca: un abanico de colores” en donde el origen newtoniano del experimento de refracción con prismas sólo es un mero dato que apela al juicio de autoridad, más no al proceso de construcción del hecho científico. Por lo que críticos como Rennie y McClafferty han señalado que las representaciones de la ciencia en los centros de ciencia suelen ser descontextualizadas al no mostrar su significado profundo, o bien las demostraciones son sosas y no ofrecen gran reto intelectual, así como que se representa a la ciencia y la tecnología como libres de ética y se presenta a la ciencia como no problemática o carente de contradicciones internas (Rennie & McClafferty, 1999)⁶.

Lo anterior deriva en el dilema entre educación y recreo, entendido en términos de las implicaciones de elegir una representación que satisfaga las expectativas de los productos prioritariamente educativos o preferentemente lúdicos. Dicho de manera más clara, es el cuestionamiento sobre las consecuencias de optar por procesos educativos en contraposición con los parámetros de entretenimiento, en donde elegir la primera opción tiende a orientar los esfuerzos en términos de comprensión de fenómenos, mientras que elegir por la segunda significa apostar por la maravilla en el uso de dispositivos tecnológicos. Asimismo no hay que olvidar que el atractivo y potencial de aprendizaje de las exhibiciones interactivas radica en su capacidad para estimular la curiosidad (i.e.

⁵ Ante lo cual Barry se detiene a observar el papel de los mediadores y evaluadores del museo como agentes que también participan del museo como sistema de comunicación de la ciencia, y quienes potencialmente pueden suplir dicha ausencia mediante estrategias dialógicas con el visitante (Barry, 1998, p.91).

⁶ Aunado a ello Rennie y MacClafferty critican que el diseño museográfico tiende a presentar exhibiciones científicas descontextualizadas, al (1) orientar la exposición por ideas y conceptos más que por los objetos (i.e. tendencia a ser exhibiciones autoreferenciales); (2) concebir las exhibiciones desde los supuestos de que éstas tienen que ser interactivas, participativas y entretenidas (cualquier cosa que eso signifique contextualmente); lo que (3) deriva en que el aprendizaje en el centro de ciencia sea algo trivial al ser espacios orientados hacia el entretenimiento (Rennie & McClafferty, 1999).

motivación intrínseca)⁷, ya que ofrecen múltiples modos de aprendizaje y utilizan estrategias que involucran el juego y la exploración que contribuyen al desarrollo de modelos y concepciones del mundo por el propio aprendiz⁸.

Por lo que desde el concepto del aparato de divulgación, entendido como conjunto de objetos comunicativos, es preciso atender el problema de la distribución del conocimiento en el visitante a través de los procesos de aprendizaje (i.e. significación) mediante la producción de fenómenos y estímulos. Al respecto resulta útil acercarse los postulados de la nueva generación de ciencias cognitivas, ya que reconocen la complejidad del ser humano y sus interacciones con el ambiente desde los supuestos del pragmatismo clásico y una teoría no dualista de la mente⁹. La apuesta principal radica en superar el modelo tradicional de la arquitectura de la cognición, o “modelo del sándwich”, desde el cual se propone que el procesamiento de los sistemas periféricos de bajo nivel (responsables de la percepción y la acción), está estrictamente segregado del procesamiento de los sistemas centrales de alto nivel (responsables del

⁷ Al respecto Rennie y MacClafferty destacan la contribución de Csikszentmihályi y Hermanson quienes identificaron la manera en que sucede la motivación intrínseca en el contexto museístico, la cual está relacionada con la curiosidad y los intereses del visitante como detonadores de la experiencia de flujo, experiencia descrita como el estado mental en el que espontáneamente se mantiene un involucramiento en actividades que no tienen recompensa extrínseca. Una cuestión fundamental para la producción del estado de flujo es que los objetivos de la actividad sean claros y las reglas sean apropiadas, que exista una retroalimentación sin ambigüedades, y que promuevan un reto a las habilidades del visitante. Más interesante aún resulta el señalamiento de que la motivación intrínseca involucra emociones, sentimientos y pensamientos, lo que se relaciona con la propuesta de las múltiples inteligencias de Gardner desde una visión pluralista de la mente: inteligencia lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, kinestésico-corporal, interpersonal, e intrapersonal (Cf. Rennie & McClafferty, *op. cit.*).

⁸ Una consideración importante sobre el juego como forma de experimentar el museo de ciencias se encuentra en su relación con el ambiente, es decir, con las dinámicas de interacción entre museografía y visitante, en las que los conocimientos previos son fundamentales para el desarrollo de modelos propios a partir de las exhibiciones, pues en el ejercicio de mediación que supone la interacción se efectúan contrastes entre las explicaciones personales y los ejemplos exteriores (i.e. estereotipos de la ciencia popular).

⁹ Este rechazo se refiere al dualismo metafísico y epistemológico fundado en la tradicional división mente-cuerpo de la primera generación de científicos cognitivos, visión defendida en el formalismo e incorporeidad de sus tesis, cuyos supuestos dualistas desembocaron en distinciones entre lo mental y lo físico, lo cognitivo y lo emotivo, teoría y práctica, distinciones contrapuestas a las consideraciones interactivas, corporizadas y no dualistas de los pragmatistas. Estas convergencias pueden comprenderse al reconocer la corporalidad del significado, del entendimiento y del razonamiento, a diferencia de la primera generación de científicos cognitivos (1950-1960) que defendió el paradigma funcionalista según el cual las operaciones mentales son un programa formal funcional, que puede ser operado por un soporte físico (máquina o ser vivo), pues supone a la mente como algo incorpóreo, motivos por los cuales los pragmatistas clásicos los rechazaron. Hacia 1970 la segunda generación de científicos cognitivos realizó una revisión del paradigma tradicional apoyados en una base empírica, cuya evidencia sugiere que el significado, el pensamiento y la interacción simbólica están moldeados por la naturaleza del cuerpo, del cerebro y del ambiente (Johnson, 2006).

pensamiento) y del proceso central de las representaciones amodales, bajo el siguiente esquema:



A esta perspectiva, que reduce la cognición a los procesos internos privilegiando los procesos de alto nivel se le ha objetado desde la perspectiva corporizada, desde la que se enfatiza la co-constitución de la percepción, el pensamiento y la acción como elementos interdependientes. Dicha perspectiva renovada de las ciencias cognitivas busca solucionar el problema de la fundamentación simbólica (i.e. la cuestión de cómo es que las representaciones adquieren significado), a través de la relación entre el cuerpo y la cognición. El elemento medular de esta propuesta se encuentra en la base sensoriomotora para la cognición, la cual puede ejercitarse en conexión o en desconexión con el ambiente, es decir, al manipular o abstraer elementos del ambiente. Extender este argumento en relación al aparato de divulgación lleva a cuestionar sus capacidades de representación para fundamentar simbólicamente los fenómenos reproducidos, lo que en el caso de “Luz blanca: un abanico de colores” se traduce en la interpretación del arcoíris como producto de la refracción de la luz.

En relación a las demandas museológicas de experiencias interactivas dentro del espacio museístico, conviene recordar que la distribución del sistema cognitivo sucede tanto a un nivel material como a uno simbólico, por lo que en adelante se adopta la tesis de la cognición empotrada (i.e. la actividad cognitiva aprovecha la estructura natural y social del ambiente), desde la que se piensa a la cognición como un efecto interactivo entre los procesos causales que separan los límites del organismo individual y del ambiente natural, social y cultural (Robbins & Aydede, 2009), en el sentido de que la museografía de las ciencias aprovecha las estructuras materiales y sociales para la comunicación (i.e. externismo instrumental de la interpretación débil de Ludwig), perspectiva desde la cual se puede interpretar al aparato de divulgación en su calidad de herramienta que permite la descarga cognitiva en el ambiente.

En este sentido destaca el uso de dispositivos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, del cual Ilias Karasavvidis ha señalado que la dimensión material de la distribución de la cognición envuelve tanto el uso físico del ambiente como el uso de artefactos culturales en la ejecución de ciertas tareas (Karasavvidis, 2002). Este apunte lleva a observar a los aparatos de divulgación como herramientas comunicativas que sintetizan, reiteran y actualizan interpretaciones del mundo desde la perspectiva científica, es decir, son instrumentos expositivos que orientan la mirada heterotópica del museo de ciencias. Es por ello que conviene señalar junto con Karasavvidis que una parte importante de los procesos de enseñanza-aprendizaje radica en el uso del ambiente como herramienta cognitiva, pues las capacidades cognitivas aumentan a través del uso de herramientas físicas presentes en el ambiente o a través de aspectos de éste¹⁰.

Es preciso tener en cuenta que en el planteamiento de la distribución material de la cognición si una herramienta es utilizada en la ejecución de una tarea entonces participa del resultado, pues su contribución guía, aumenta y estructura la actividad al ahorrar trabajo mental y ayuda a evitar errores. Ante lo cual Karasavvidis advierte que reiteradamente la invisibilidad de los instrumentos, debido a su uso frecuente, repercute en la atribución de inteligencia a los individuos aun cuando las herramientas literalmente llevan inteligencia en ellos, pues contienen patrones de razonamiento anterior y constituyen una realización de la inteligencia distribuida (Karasavvidis, *op. cit.*, p.17). Desde esta interpretación conviene señalar que los aparatos de divulgación constituyen una herramienta fundamental al estabilizar procesos de replicación de fenómenos, situación de la que conviene visibilizar los aportes del aparato de divulgación a los procesos de comunicación de la ciencia, pues brinda un servicio de mediación relevante como soporte para la descarga cognitiva en el ambiente museográfico, y

¹⁰ El ejemplo aducido por Karasavvidis proviene de la experiencia docente en la enseñanza de problemas de correlación como la geografía, en la que estudiantes en condición de uso de papel y lápiz desarrollaron diferentes habilidades (como la producción de gráficas; grupo A) que los estudiantes con acceso a dispositivos computacionales (quienes desarrollan experticia en la interpretación; grupo B). Cabe mencionar que las limitaciones técnicas influyeron proporcionalmente en las habilidades desarrolladas, pues las deficiencias en la interpretación de las gráficas del grupo A son análogas a las deficiencias del grupo B para la producción de las mismas (Karasavvidis, 2002, p. 23).

en el caso de “Luz Blanca: un abanico de colores” su diseño es expresión del conocimiento esotérico de los ópticos sobre la refracción de la luz con el cual guían la interpretación del visitante.

Asimismo conviene recordar que la experiencia –ya sea física, emotiva o intelectual- es uno de los fundamentos del museo de ciencias contemporáneo, motivo para el cual se disponen los aparatos de divulgación con finalidades específicas. Esta disposición se ve delimitada por las modalidades desarrolladas para la exposición de las ciencias de la naturaleza (i.e. capacidades técnicas), de las que Philippe Dubé ha señalado que en su interacción pueden conjugarse entre sí para la producción de artefactos complejos que cuenten con mayores recursos mediante los cuales lograr objetivos específicos. La aplicación de la taxonomía expositiva de Dubé al aparato de divulgación resulta útil para acercarlo a la perspectiva distribuida de Karasavvidis como pensamiento materializado, es decir, como patrón de pensamiento previo que guía la experiencia del visitante a través técnicas *in vitro*, *in vivo*, *in situ* y/o *in silico* con las cuales se dispone el patrimonio cultural científico en soportes cognitivos que respectivamente permiten su contemplación, manipulación, aproximación y/o proyección¹¹. Como se ha mencionado antes, “Luz blanca: un abanico de colores” participa de las técnicas *in vitro* e *in vivo* con las cuales se presenta el fenómeno de la refracción de la luz para ser contemplada y manipulada al mismo tiempo, acciones que han sido programadas desde el diseño del aparato y que revelan las relaciones establecidas hacia el patrimonio cultural científico.

Si bien la comunicación desde el museo de ciencias tiene un fuerte apoyo en las condiciones materiales del contexto, también es importante señalar las relaciones promovidas hacia los objetos presentes en la museografía. En este sentido el diseño museográfico propone un discurso, tanto a manera de narración

¹¹ Un ejemplo simple del aparato de divulgación como pensamiento materializado que programa la interacción, consiste en una vitrina con un objeto de cierto valor histórico en su interior –supongamos un microscopio del siglo XX- y una cédula, los cuales establecen una relación comunicativa de índole pasiva con el visitante (i.e. *in vitro*), al condicionar la interacción a la contemplación por no poder tocar, mover o usar el objeto exhibido. Un ejemplo más complejo del aparato de divulgación consiste en el conjunto de dos dispositivos con botones, lentes y lámparas, cada uno con su respectiva cédula, una cédula general y un video articulados como un conjunto coherente para mostrar un fenómeno, supongamos esta vez la refracción de la luz, frente al cual las interacciones del visitante son dinámicas al conjuntar la manipulación (i.e. *in vivo*) y la expectación audiovisual (i.e. *in silico*).

espacial mediante soportes cognitivos que permiten cierto tipo de interacciones (como contemplar o manipular físicamente, e imaginar), así como formas de uso particulares estimuladas por la percepción de comportamientos frente a los aparatos de divulgación durante las mediaciones realizadas por los agentes humanos -lo que incluye una valoración subjetiva en sus contribuciones al SCD. La relación percepción-comportamiento no es un problema menor para el museo de ciencias ya que está ligada al proceso de aprendizaje humano mediante la reproducción de comportamientos y valores, donde la reiteración necesaria para el aprendizaje es posibilitada por la generación de memoria (i.e. interpretación sobre las experiencias acumuladas y estabilización de las mismas), lo que en términos museográficos es visible en el uso de modelos ejemplares. Esta situación problematiza el espacio museístico tanto en el diseño como en la operación del aparato de divulgación, ya que éstos producen efectos de percepción que influyen en el comportamiento del visitante en tiempo real, incluidas las valoraciones subjetivas con que representantes del museo y visitantes se relacionan con el ambiente museográfico.

Al respecto conviene atender las consideraciones de Chartrand y Bargh sobre efecto camaleón en las habilidades cognitivas y la replicabilidad, quienes señalan que el efecto camaleón refiere a la imitación inconsciente de posturas, maneras, expresiones faciales y otros comportamientos en la interacción entre compañeros, de tal manera que el comportamiento de uno cambia pasiva e inintencionadamente para coincidir con el del otro dentro de un ambiente social. En este punto es preciso enfatizar que el museo de ciencias, como heterotopía, es un claro ejemplo de ambiente social en el que las interpretaciones de uso orientan el comportamiento en relación al lugar específico en que se sitúa la interacción.

Para Chartrand y Bargh el mecanismo involucrado en el efecto camaleón es la relación percepción-comportamiento, donde la percepción del comportamiento del otro automáticamente incrementa la vinculación mimética en el propio comportamiento. También señalan que la actividad de percepción social es

automática (i.e. inmediata, eficiente, y sin guía consciente)¹² (Chartrand & Bargh, 1999, p.894), por lo que apuntan que “si la activación automática de representaciones perceptuales continuamente activa las representaciones conductuales, las mismas manipulaciones de impresión que han sido mostradas para influir en la percepción social también influyen en el comportamiento social” (Chartrand & Bargh, *op. cit.*, p.894). Tal capacidad de percepción social automática se explica a partir de la capacidad de imitación de los primates, incluido el ser humano, la cual se divide en la capacidad de imitación intencional (actividad orientada por objetivos) e imitación inconsciente (actividad pasiva orientada por la percepción de los efectos sociales del comportamiento), donde el apunte clave radica en que la imitación puede ser tanto de comportamientos como de valores.

Incluir la percepción social automática al análisis del aparato de divulgación lleva cuestionar la imitación (¿y apropiación?) derivada de los estereotipos y códigos de conducta identificados en el ambiente a partir de las representaciones museográficas y, sobre todo, de las prácticas de mediación. Por lo que conviene observar los estímulos propiciados por el discurso museográfico, ya que Chartrand y Bargh indican que las técnicas detonadoras producen cambios en el comportamiento a partir de la relación automática de percepción-comportamiento¹³ influida por el ambiente. Los estudios al respecto señalan que activar las categorías de trato usualmente produce efectos de asimilación, así como el uso de modelos ejemplares generan estándares altos en comparación con los

¹² Sobre la percepción social automática Chartrand y Bargh apuntan que: (1) los comportamientos se codifican de manera espontánea y sin intención en términos de conceptos de rasgos relevantes; (2) el detonador contextual de conceptos de rasgos cambia la interpretación del perceptor a un comportamiento idéntico a través de aumentar temporalmente su accesibilidad o disposición a ser utilizado; y (3) los estereotipos de los grupos sociales se activan automáticamente en la mera percepción de los rasgos distintivos de un miembro del grupo (Chartrand & Bargh, 1999, p.894).

¹³ Los efectos de asimilación y contraste en el comportamiento automático pueden investigarse a partir de dos formas de representación que moderan los juicios sociales: (1) las categorías de trato (i.e. características en la forma de comportarse, pensar o sentir tales como amabilidad, honestidad, rigidez, ansiedad); y (2) los ejemplos (i.e. representaciones de personas específicas que ejemplifican el trato, como Einstein para la inteligencia) (Chartrand & Bargh, *op. cit.*, p.895). Sobre el concepto de trato cabe señalar que es una característica más o menos estable de las personas, que aunque cambia a través del tiempo mantiene cierto patrón de comportamientos, pensamientos o sentimientos en diferentes contextos, por lo que se considera que los tratos son disposiciones que se expresan con claridad dependiendo de la situación (*Cf.* Matsumoto, 2009, p.549; Haslam, 2007, pp.18-19).

comportamientos cotidianos basados en el trato. Asimismo utilizar detonadores de estereotipos produce efectos de asimilación en el comportamiento, por lo que es preciso observar la cantidad de experiencia que media los efectos de percepción-comportamiento y de la cual se ha encontrado evidencia positiva de mediación en la actividad perceptual de acuerdo al contacto de un individuo con un grupo, de la que se deriva una relación en la que a mayor contacto social la representación perceptual se vuelve más fuerte y automática (i.e. efecto mimético por la reiteración).

Desde estas observaciones por un lado se identifica la importancia de los mediadores y su influencia en la aceptación (que no necesariamente apropiación) del patrimonio cultural científico por parte del público; y por otro la necesidad de que las instituciones museísticas refuerzan las experiencias de visita mediante programas que favorezcan la reiteración de la visita o el seguimiento posterior a mediano y largo plazo. Pero más importante aún, es preciso señalar que el ambiente genera sus propias metas, las cuales son percibidas de manera inconsciente mediante la identificación de beneficios y riesgos al tiempo que promueven respuestas ante estereotipos, en las que el estereotipo apela a información que no está en el ambiente y que afecta la percepción-comportamiento de quien percibe (i.e. conocimiento tácito). En este sentido el estereotipo funge como simplificación del mundo que codifica procesos para su manipulación, donde la clave que encierra el efecto camaleón se encuentra en el entendimiento empático como mecanismo de imitación cuya función es facilitar la interacción social. Este punto resulta relevante para comprender el posible efecto de “Luz blanca: un abanico de colores” en el visitante, ya que es un aparato articulado bajo el estereotipo de un experimento fácilmente identificable que sanciona el conocimiento de la comunidad científica sobre la luz, cuyo contenido simbólico se encuentra presente tanto en la cédula (i.e. representación externa) como en las actitudes que refuerzan una valoración positiva del mismo por parte de la comunidad productora del Museo de la Luz (i.e. diseñadores, administrativos y mediadores), y que en conjunto ofrecen una interpretación institucional susceptible de asimilación por parte de los laicos.

Al respecto conviene recordar que en la base del diseño museográfico se encuentra el objetivo de generar experiencias significativas para los visitantes, a través de proveer elección y control en la exploración de ideas, conceptos y objetos. Por lo que para Adams, Luke y Moussouri resulta necesario analizar la claridad y propósitos de los supuestos acerca de los dispositivos interactivos¹⁴, los factores de diseño¹⁵, así como el aprendizaje y vinculación social relacionados con la museografía interactiva¹⁶ (Adams, Luke & Moussouri, 2004). La propuesta de Adams, Luke y Moussouri parte de la dinámica de los museos de ciencia para promover experiencias interactivas en las exposiciones¹⁷ con el objetivo de atraer la atención y en consecuencia el interés del visitante, experiencias que apelan a sus expectativas para vincularse personal y físicamente con un tema. Por lo que es importante atender la relación entre aprendizaje y vinculación social, ya que la interacción social es una parte sustancial tanto del aprendizaje como de la experiencia del museo al permitir el intercambio de información entre los miembros del grupo de visita, lo que facilita la significación de la experiencia al retener información y generar recuerdos interpersonalmente, tales como la exploración conjunta y la discusión.

¹⁴ Ante los cuestionamientos sobre para qué se quiere y para qué se requiere un aparato interactivo, Adams, Luke y Moussouri señalan que el aparato interactivo: (1) posibilita experiencias significativas para la comprensión de conceptos; (2) funge como mediador de información para atraer la atención y la valoración de la exposición; (3) es una atracción de nuevas audiencias; y (4) también es reforzador de experiencias, conocimientos y emociones, por lo que insisten en la necesidad de clarificar el tipo de experiencia de aprendizaje deseada y la complementariedad ofrecida por el interactivo.

¹⁵ Respecto a los factores de diseño Adams, Luke y Moussouri resaltan la correspondencia que debe existir entre el tamaño del museo y número de visitantes, dado que en el espacio museístico opera con claridad la lógica de la disponibilidad, por lo que es necesaria la distribución de la atención según los recursos disponibles; lo anterior es patente en el diseño de estaciones interactivas para ser usadas por pocas personas, lo que en la práctica deriva en grandes filas según el atractivo de la estación. Por lo mismo sugieren identificar el impacto deseado, ya que de acuerdo a la ubicación espacial dentro de la exposición un interactivo tendrá mayor o menor impacto, si está cerca de la entrada o ubicado dentro de los patrones de movimiento de los visitantes tendrá mayor atención, pero si está ubicado fuera de las rutas o lejos de los objetos a los que hace referencia perderá su capacidad comunicativa de acuerdo a los fines de diseño (Adams Luke & Moussouri, 2004, p.161).

¹⁶ Cabe recordar que el reto de una exposición interactiva es balancear el conocimiento personal y la información empírica, al tiempo de ofrecer posibilidades de elección, problema que requiere teorizar sobre el papel de los aparatos interactivos para el aprendizaje en el ambiente museístico, a manera de ofrecer alternativas para superar los estudios de caso altamente localizados producto de evaluaciones de diseño, formativas o sumativas, y en ese sentido preguntar cómo los visitantes perciben y aprenden de las experiencias interactivas en el museo para lograr en ellos plena vinculación física, mental y emocional.

¹⁷ Las cuales no necesariamente son *in silico* (i.e. videojuegos, simulaciones por computadora, o audiovisuales).

Sin embargo ante tal abordaje teórico sobre las posibilidades del aparato de divulgación como articulador de experiencias significativas, que bien puede ofrecer estereotipos susceptibles de memorizarse y potenciar ciertas actitudes favorables hacia los mismos, se abre la necesidad de contar con una definición útil para señalar cómo es que el visitante se relaciona interactivamente con la museografía. Y es que como bien señalan Adams, Luke y Moussouri, el concepto de interactividad se ha vuelto problemático dada la polisemia de su uso, lo que desde la perspectiva de Smuts está relacionado con los avances tecnológicos de los últimos treinta años (postura similar a la de Dubé), los cuales han desarrollado nuevas formas para los medios de comunicación a partir de las tecnologías digitales, situación ante la que el concepto de interactividad constituye el criterio de distinción entre los "viejos" y los "nuevos" medios (i.e. la diferencia entre las técnicas de comunicación *in vitro*, *in vivo*, *in situ* y las técnicas *in silico*), por lo que considera legítimo cuestionar la constitución de lo interactivo y la distinción de su significación (Smuts, 2009, p.53). En términos de Smuts, para que algo sea interactivo debe responder de una manera que no sea del todo controlable ni completamente aleatoria¹⁸, por lo que propone una definición en términos de "interactuar con" algo.

Según el uso común la interacción describe un tipo de comportamiento en el que uno se involucra, por lo que es preciso distinguir entre comportamientos interactivos y cosas que son interactivas. Así Smuts propone utilizar la conversación como paradigma de la interactividad, en el sentido de que interactuar con una persona de manera dialógica implica una acción relevante, estimulada y elaborada. Para Smuts las cualidades relevantes de la interacción exitosa, a partir de la observación de casos negativos, radican en la aleatoriedad y la predictibilidad, ya que por un lado la aleatoriedad no permite la interacción pues no toma en cuenta la intencionalidad de uno de los agentes, mientras que por su parte la predictibilidad tampoco permite la interacción al limitar el intercambio a la

¹⁸ Si bien Smuts aplica su estudio al ámbito de las artes interactivas, podemos considerar válidos sus aportes teóricos sobre la definición de la interactividad y rescatarlos para el análisis de la museografía interactiva en los museos de ciencias.

mera repetición sin aportación de una de las partes¹⁹. De esta manera la interactividad requiere de una capacidad de respuesta mutua, es decir, para que algo sea interactivo requiere poder responder de una manera particular, y acto seguido “interactuar con algo toma la forma de tratar de ganar control” (Smuts, *op. cit.*, p.64), ya que implica un proceso de entrenamiento, desarrollo de habilidades y ampliación de capacidades, por lo que se puede decir que primero es la interacción y después el control²⁰.

Así para Smuts la interactividad es una propiedad relacional, ante la cual cabe cuestionar la relación e influencia entre el productor y el consumidor, entre emisor y receptor, así como las condiciones contextuales en las que se efectúa la interacción, más aún si dichas condiciones permiten o no la co-construcción de la experiencia²¹. Lo que aplicado al caso del aparato de divulgación “Luz blanca: un abanico de colores” conlleva a reconocerlo –en tanto herramienta museográfica– como objeto que permite el establecimiento de una relación comunicativa sincronizada con el visitante mediante la disposición de elementos para la estimulación sensoriomotora (i.e. botón, perilla, cédula, etc.), la cual no es totalmente predecible ni aleatoria, de manera tal que facilita percepciones y comportamientos vinculados al modelo ejemplar para el estudio de la refracción de la luz, es decir, posibilita la detonación de procesos cognitivos de acuerdo al estereotipo científico exhibido (i.e. experimento de Newton). Por lo que cabe preguntar con qué tipo de cosa interactúa el visitante al apoyarse cognitivamente en un aparato de divulgación.

¹⁹ Por lo que para Smuts el tipo de interactividad es más importante que el grado, ya que “uno no puede interactuar con algo que es completamente controlable, ni interactuar con algo que responde aleatoriamente, de maneras completamente impredecibles. El tipo de respuesta que ofrece una cosa interactiva está en algún lugar entre lo controlable y lo meramente aleatorio” (Smuts, 2009, p.64).

²⁰ En resumen, la propuesta de Smuts es “X y Y interactúan entre ellos si y sólo si (1) ellos responden mutuamente, y (2) ni X ni Y controlan completamente al otro, y (3) ni X ni Y responden completamente de una forma aleatoria” (Smuts, *op. cit.*, p.65). Así se puede identificar la interactividad de una exhibición “si y sólo si (1) tiene capacidad de respuesta, (2) no controla completamente, (3) no se puede controlar completamente, y (4) no responde completamente de una manera aleatoria” (Smuts, *ibídem*, p.65). Por lo que es preciso reconocer que la posibilidad de predecir la respuesta no es interacción, es control o manipulación, ya que “claramente, entonces, la interactividad debe ser relacional, no algo intrínseco; es sólo en relación a nuestra habilidad de controlar algo que es interactivo para nosotros” (Smuts, *ibídem*, p.65).

²¹ Ante lo cual, una vez más, hay que tener presentes que la principal fuente de error es confundir interactividad con control.

Una respuesta a tal cuestión puede formularse en clave cultural si se concede que el aparato de divulgación funciona como mediador del discurso museográfico, en tanto dispositivo replicador de fenómenos y soporte material de las valoraciones científicas sobre los mismos. En este sentido el aparato de divulgación se convierte en evidencia del trabajo cognitivo previo, organizado y materializado para su uso durante la experiencia de visita como un sintetizador de trayectorias de larga duración que fija pensamientos y acciones en un objeto exhibido en tiempo real (i.e. sincrónicamente). Como todo producto cultural tiene su origen en el seno de la comunidad que lo dota de existencia, las huellas de los aparatos de divulgación como productos científicos dirigen la mirada hacia el laboratorio como centro de origen, tanto de los dispositivos (i.e. herramientas) mediante los cuales se objetiva el conocimiento científico (i.e. fuente), como de las técnicas de exhibición (i.e. museografías *in vitro*, *in vivo*, *in situ* e *in silico*). Por lo que al preguntar de nueva cuenta con qué se relaciona el visitante al interactuar cognitivamente con el aparato de divulgación, la respuesta corta es: la cultura científica heredada del laboratorio (i.e. patrimonio cultural científico). Por su parte la respuesta larga requiere ahondar en las condiciones histórico-culturales del aparato de divulgación como se presenta a continuación.

3.2. Condición histórico-cultural del aparato de divulgación.

La dimensión cognitivo-interactiva del aparato de divulgación tiene su génesis en su condición histórico-cultural, por lo que es preciso sintetizar que el aparato de divulgación es una herramienta comunicativa que permite acceder a la circulación de saberes promovida por las comunidades científicas, circulación en la que el aparato de divulgación funge como testimonio de la historia y desarrollo de hechos y objetos científicos a través de diferentes climas políticos, económicos y sociales. A partir de la observación de estos desarrollos es posible identificar las aportaciones, adaptaciones, producciones y anclajes del aparato de divulgación al SCD del museo de ciencias a través de conocer cómo la producción, los usos y la oferta de objetos y hechos científicos son exhibidos públicamente, es decir,

conocer cómo los dispositivos modifican las condiciones de posibilidad a través de la contextualización museográfica para producir efectos que se vinculan entre sí y con las redes de intereses conectadas con la heterotopía del museo de ciencias.

En este sentido la herencia del laboratorio trasladada al museo de ciencias puede verse como un problema de mudanza o trashumancia, en el que se trasladan los códigos, comportamientos y objetos del espacio esotérico al espacio público. En otras palabras el patrimonio cultural científico se desplaza del ámbito especializado al popular, y tal movimiento se logra mediante la museografía como herramienta comunicativa que descontextualiza y recontextualiza la perspectiva científica. De tal manera el museo de ciencias es modulado por la museografía, y a su vez la museografía se encuentra articulada por los aparatos de divulgación, cuyas cualidades operativas hacen funcionar al conjunto como laboratorio para la comunicación de las ciencias. Desde dicha apelación se considera legítimo aplicar las enseñanzas de las antropologías de laboratorio para el estudio del espacio museístico, en particular por los apuntes sobre la estabilización del conocimiento, la disposición espacial y el apoyo institucional mediante los cuales los colectivos de pensamiento científico reinterpretan heterotópicamente el espacio público bajo su mirada disciplinaria.

Ahora bien el traslado del patrimonio cultural científico se puede observar en sus procesos de adquisición, conservación, estudio, exposición y difusión por parte del museo de ciencias, por lo que Montpetit sugiere observar los momentos de tal desplazamiento que van desde la recolección hasta el montaje (i.e. valoración y articulación del discurso museográfico), ya que el lugar ocupado en el espacio es tan significativo como el objeto mismo (Montpetit, 1995)²². La clave de este procedimiento de selección y organización, Montpetit lo identifica en la interpretación del espacio público como manifestación cultural y social, manifestación de la que la exposición constituye un hecho social que expresa la gestión social de los mensajes, de aquello que una colectividad selecciona de

²² Si bien cada objeto o idea considerada patrimonio cultural científico tiene valor en sí mismo, en tanto testimonio, la valoración museográfica es enfocada desde la mirada entrenada (i.e. especializada) que establece relaciones de conjunto, el cual está guiado por los principios de reagrupación en la exposición que por un lado emparentan los objetos por similitudes funcionales o materiales (según un rasgo común mínimo), y por otro organizan el simulacro de entornos reales y reconocibles (re-contextualización museográfica).

acuerdo a lo que quiere y puede hablar; es decir, enfatiza la condición de la exposición como producto de la política cultural. Ante lo cual conviene reflexionar sobre las relaciones entre patrimonio, memoria y sus usos en el museo de ciencias, donde el aparato de divulgación funge como plataforma contextualizadora de los estereotipos científicos.

Sobre la condición de los bienes intangibles presentes en el museo, tales como los conocimientos científicos para el museo de ciencias, Dubé señala que su valoración proviene de la investidura patrimonial y la asignación de sentido histórico mediante procesos de descontextualización y recontextualización en el espacio museístico, en los cuales ocurren borraduras de la polisemia de los productos culturales en favor de una interpretación canónica que busca estabilizar los significados. Desde este planteamiento Dubé identifica que el desafío consiste en "recordar que el patrimonio se sitúa en la confluencia de la sociedad de los vivos y la de los muertos, y que para transmitir las obras inmortales del ingenio humano a la posteridad es necesario actuar con discernimiento y perspicacia" (Dubé, 2004, p.128), ya que "el patrimonio inmaterial suscita de modo intrínseco la cuestión de los límites, es decir, de las fronteras de la propia materialidad del patrimonio" (Dubé, *op. cit.*, p.126), problema que deriva en la creación de monumentos mediante la herencia de prácticas de memoria asociadas a expresiones materiales, o en otros términos la configuración de estereotipos como estrategia para generar modelos ejemplares propios de los objetos patrimoniales.

Para el caso particular del patrimonio cultural científico, Van Praët ha señalado que la producción cultural científica se encuentra atravesada por dogmatismos y conflictos de interés, los cuales limitan la difusión de ideas de acuerdo a una relación profunda entre las representaciones científicas y sociales de la naturaleza, cuyas tensiones son visibles en la presentación de exposiciones como eco de los conceptos vigentes²³ (Van Praët, 2004). Ante tal situación Van

²³ Como ejemplo Van Praët utiliza las representaciones de la ecología en el siglo XIX, que trajo consigo la superación de la mera presentación global de las colecciones a través del surgimiento de las primeras exposiciones bajo el concepto de ecología. Por lo que propone observar a la ecología como un producto de la transformación del pensamiento y no como un elemento iniciador de una nueva cultura, es decir, la ecología como resultante de la actitud científica de exploración de la complejidad de los procesos, lo que dio paso a la transferencia del interés por los objetos hacia los procesos.

Praët propone la alternativa de dar a conocer lo intangible para mostrar cómo se crean los saberes, como las prácticas de interactividad que han revolucionado la museología científica para convertir al museo en “un lugar de mediación de los conocimientos, donde se solicita la participación activa de los visitantes, a quienes se sitúa *ex profeso* en el centro del dispositivo” (Van Praët, *op. cit.*, p.122)²⁴. A su vez Van Praët también señala que “debe recordarse que los descubrimientos científicos y técnicos son, como todos los procesos culturales, patrimonios frágiles, que en algunas ocasiones la humanidad hubo de volver a inventar varios siglos más tarde” (Van Praët, *ibídem*, p.124), lo que se encuentra en consonancia con la perspectiva de Fleck sobre la historicidad del conocimiento científico y la necesidad de reconocer sus trayectorias en pos del desarrollo futuro, a manera de memoria y heurística ante los enigmas de la inducción.

Por lo que al recordar que el museo de ciencias es un cubo blanco compuesto por nuestros supuestos, conviene preguntar dónde y cómo se articuló el supuesto de la refracción de la luz como hecho científico museable. Es así que al atender estos cuestionamientos encontramos los primeros antecedentes de “Luz blanca: un abanico de colores” en el célebre experimento número 44 que Newton registrara en 1666, un hito de la comunidad científica –y en especial de los ópticos- que ha sido estudiado desde múltiples perspectivas, de las cuales destaca la de Simon Schaffer quien cuidadosamente ha desmenuzado el llamado *Experimentum Crucis* de la teoría óptica de Newton. Del análisis de Schaffer se extrae que en el experimento no.44 se sintetiza la autoridad de Newton, pues muestra como “la aceptación de un hecho contrastado sobre la base de un informe experimental comporta la concesión de la autoridad al autor de dicho informe y a los instrumentos utilizados en el experimento” (Schaffer, 2011, p.75).

²⁴ Al respecto Van Praët reconoce al modelo participativo como base de las estrategias de comunicación museística contemporánea, ante lo cual previene que “no se trata de definir los límites, las ventajas ni el interés del modo participativo respecto a la inmersión o la distanciación. Mi experiencia de responsable de la concepción de exposiciones me ha convencido de que su éxito depende ante todo de la existencia de una trama conceptual en la que el desarrollo de los contenidos y de la forma según un plan museológico y escenográfico, puede combinar varios de esos modos conforme a un ritmo que guarda cierta analogía con una partitura musical, en que se suceden y alternan referencias conocidas, sorpresas y elementos más exigentes tanto en el plano del contenido como en el de la forma” (Van Praët, 2004, p.122).

La clave de interpretación que brinda Schaffer radica en distinguir cómo la replicación, el uso de testigos, los detalles técnicos, la calidad de los instrumentos y la pertenencia a una comunidad otorgaron, mediante un proceso de controversias y disputas, el estatus de incontrovertible al experimento crucial de los prismas de Newton en el periodo que va de 1660 a 1720, situándolo como emblema de la filosofía experimental de esa época. Schaffer enfatiza que la 'crucialidad' del experimento fue un logro de su replicación, misma que le valió la adhesión de su comunidad de experimentalistas, puesto que:

Para cierta comunidad de experimentalistas y durante un periodo determinado, el *experimentum crucis* de Newton pudo asociarse con un procedimiento obvio que implicaba una serie de disposiciones complejas de prismas y lentes fabricados de una manera especial y con un hecho irrefutable y evidente por sí mismo, relacionado con la homogeneidad cromática y la refrangibilidad de los rayos de luz llamados primitivos, aquellos que se corresponden con los colores básicos. En el experimento crucial se empleó un prisma para disponer los rayos 'primitivos', uno de los cuales se sometió con posterioridad a una segunda refracción en un segundo prisma. Newton afirmó en ocasiones que si la luz blanca se transmitía a través de un prisma, sería posible descomponerla en el conjunto de rayos de color 'primitivos' (Schaffer, *op. cit.*, p.78).

Cuando Newton comenzó a transformar el prisma de vidrio triangular en un instrumento experimental complejo, constituido por prismas utilizados por separado y en combinaciones diversas "para mostrar cómo cada uno de los rayos [de luz] poseía una refrangibilidad específica y generaba un color específico" (Schaffer, *ibídem*, p.87), jamás imaginó que más de trescientos años después éste experimento fuera a formar parte de un museo de ciencias en la Ciudad de México. Sin embargo dadas las implicaciones históricas y disciplinares del experimento crucial de Newton, es del todo comprensible que se encuentre en el discurso del Museo de la Luz y que inclusive forme parte de su imagen institucional, pues el logotipo del museo es una versión artística del mismo.

Pero antes de llegar a estas regiones tropicales el experimento de los prismas de Newton fue trasladado a otras latitudes, como la escala que hizo en Edimburgo, donde hacia 1813 el escocés David Brewster, miembro de la Sociedad Real de Edimburgo y de la Sociedad de Anticuarios de Escocia, publicó un tratado sobre los novedosos instrumentos filosóficos utilizados en aquél entonces para el

estudio del arte y la ciencia en experimentos con luz y color. En dicho ensayo el autor dedica el libro cuarto a los instrumentos ópticos utilizados para diferentes propósitos en los cuales los rayos son transmitidos a través de fluidos (Brewster, 1813). A su vez el libro cuarto está dividido en cuatro capítulos dedicados a la descripción de instrumentos para: (1) ver debajo del agua; (2) medir el poder refractivo de fluidos y sólidos; (3) medir el poder dispersivo y refractivo con especial atención en la irracionalidad de los espacios coloreados en diferentes medios; así como (4) un estudio sobre las propiedades de trasmisión de la luz en diferentes medios.

En la obra de Brewster además de la experimentación y la medición, es de especial interés atender el uso de representaciones externas en las descripciones de los procesos constructivos del instrumental óptico, tales como tablas de resultados y procedimientos matemáticos pues son útiles para otorgar crédito a la narración²⁵, al tiempo de que posibilitan la descarga cognitiva en el ambiente durante el proceso de lectura. Para los fines de esta investigación también es importante reparar que en la introducción al tema Brewster exprese añoro por la manipulación de los instrumentos filosóficos, un control a placer sobre los ángulos de refracción en los instrumentos utilizados, especialmente desde una valoración en términos de simplicidad y precisión. Tal expectativa enuncia el interés por una interacción versátil con el instrumental para la producción de fenómenos, como el caso de innovación que le supone la incorporación de prismas de diferentes tamaños para conseguir los efectos deseados mediante movimiento rotatorio, lo que hace pensar en la modularidad y movilidad de los instrumentos del laboratorio.

Una segunda escala importante para la constitución de “Luz blanca: un abanico de colores” es el uso refractivo de los prismas para la comunicación de la ciencia en el espacio museístico, práctica que se puede rastrear hacia 1975 a través de los *Cookbook* del Exploratorium²⁶, particularmente en la receta número 3

²⁵ Al respecto cabe destacar el uso de fórmulas matemáticas, representaciones externas que facilitan y codifican la interpretación del discurso sobre las propiedades refractivas de diferentes sustancias, como piedras preciosas o aceites, de las cuales se deja constancia con tablas sobre el poder dispersivo medido (Cf. Brewster, 1813, pp.315-320).

²⁶ Los *Cookbook* del Exploratorium son guías para la construcción de dispositivos que produzcan fenómenos relacionados con la oferta de exhibiciones del museo. Una breve reflexión al respecto es que los “recetarios”

“Rainbow encounter” (algo así como *hallazgo del arcoíris*) publicada en el primer tomo de la colección (Bruman, 1975). En tal receta el personal del Exploratorium ofrece un diagrama del dispositivo ya montado para especificar la ubicación de las piezas, y posteriormente se describe tanto el funcionamiento del aparato en relación a la demostración de fenómenos ópticos así como el proceso constructivo, para finalizar con referencias sobre exposiciones en sala relacionadas con el tema de la refracción y la reflexión de la luz, es decir, con una sugerencia de interacción con el instrumental didáctico del Exploratorium. El detalle de la interconexión no es menor, sobre todo si se toma en cuenta a los aparatos de divulgación como soportes cognitivos que contextualizan la perspectiva científica que funcionan mediante reiteración, pues mientras más experiencias se vinculen entre sí mayor será la exposición –e idealmente también el reforzamiento- del mensaje museográfico heredado del laboratorio.

Como puede observarse el experimento de prismas para la refracción de la luz goza de una vitalidad tal que lo mantiene vigente desde el siglo XVII hasta la fecha, transcurso en el que se ha visto modificado por las innovaciones instrumentales del siglo XIX y su adecuación didáctica para uso público en el siglo XX. Más no se piense que los tránsitos de dicho experimento se circunscriben tan sólo a los espacios físicos como laboratorios, museos y aulas, ya que su movilidad ha permitido que en medios digitales como YouTube la búsqueda del experimento arroje aproximadamente 3,950 resultados en inglés y otros 2,010 en español, aunque con contenidos de calidad variable. Sin embargo en el medio *in silico* cabe destacar la aportación del Museo Virtual de la Ciencia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, ya que en su canal muestran “como reproducir uno de los experimentos más célebres e importantes de la historia de la ciencia: el experimento que Newton realizó utilizando prismas y la luz solar” (CSIC, 2014), para el que proponen el uso de la luz artificial de un proyector y una rendija virtual construida en una diapositiva del software MS Power Point, lo que supone una apertura para su reproducción técnica quien cuente con dichos dispositivos.

del Exploratorium son productos que distribuyen su discurso mediante tecnologías de papel, las cuales instancian en otros espacios las interpretaciones de uso codificadas desde San Francisco.

Con base en lo anterior se tienen elementos para reconocer que el valor patrimonial del experimento de prismas de Newton ha sido trabajado por diferentes comunidades científicas a través de distintas temporalidades y geografías, de las cuales también participan los diseñadores del Museo de la Luz quienes recolectaron, recordaron y vieron una heurística importante en dicho experimento de acuerdo a sus intereses particulares para la exhibición. Por ello es importante atender el proceso de recontextualización del experimento de prismas en su ingreso a la museografía del Museo de la Luz, el cual sucedió durante un periodo de estabilidad institucional en el entonces CUCC a mediados de la década de 1990, justo en el contexto de incorporación de México a la dinámica de globalización neoliberal a través del Tratado de Libre Comercio, es decir, el momento de transición social de la regulación estatal a la privatización de los mercados, apunte que lleva a reflexionar sobre la importancia de la educación ofrecida por instituciones públicas como la UNAM.

En todo caso las fuentes para conocer la recontextualización de la refracción de la luz como hecho museable llevan al *Proyecto del Museo de la Luz* (Cetto, 1995), documento museológico en donde la “Sección I. Naturaleza de la luz” indica que:

La luz puede ser estudiada a muy diferentes niveles y desde muy variados ángulos. En esta primera sección presentamos a la luz como un fenómeno físico, explicamos sus orígenes y sus destinos –que pueden ser de diversa naturaleza-; mostramos sus propiedades más notables y las cosas que le pueden suceder cuando, en su trayecto, interacciona con la materia. Estos fenómenos luminosos tienen importantes aplicaciones en la vida, la tecnología, en el arte, etc. Para una mejor familiarización del visitante con la luz, ofrecemos algunos elementos que permiten adquirir una noción más completa acerca de lo que está hecha, de qué es la luz.

Los fenómenos luminosos que aquí se muestren serán en parte, cosas de la vida diaria, y en parte, cosas que nos son menos familiares, aunque pueden ser apreciadas en cualquier momento, si uno aprende a observarlas. También habrá oportunidad de mostrar algunos fenómenos especiales que ocurren sólo muy ocasionalmente, y que dejan maravillado al que tiene la fortuna de presenciarlos (Cetto, 1995, p.I-1).

De este fragmento se extrae que el rasgo común mínimo de “Luz blanca: un abanico de colores” con el conjunto de aparatos de divulgación que conforman la “Sección I. Naturaleza de la Luz” reside en la óptica como explicación de los

fenómenos luminosos, a partir de la cual se genera un entorno que reitera la política de memoria del Museo de la Luz (i.e. tradición óptica). Dicha política de memoria es visible en “Luz blanca: un abanico de colores” al expresar la significación lúdica y didáctica del experimento de prismas, así como una interpretación canónica del fenómeno para constituir un monumento que se anticipa en el contenido temático del apartado “I.3. Luz, ¿qué eres?” del proyecto museológico, donde se hacen referencias a la descomposición de la luz por medio de prismas que señalan el peso simbólico del aparato cuando se indica que:

Una serie de propiedades y comportamientos de la luz nos permiten adquirir una idea más concreta acerca de su naturaleza física. En primer lugar, en general un haz de luz tiene componentes de diferentes colores, que se pueden separar de diversas formas, por ejemplo por medio de un prisma; el conjunto de todos los componentes forma el llamado *espectro*. Un haz de luz blanca o luz solar contiene todos los colores puros del espectro (Cetto, *op. cit.*, p.1-7).

Además de que posteriormente fue ‘re-bautizado’ con su nombre actual, la descripción de la ficha museográfica de lo que llegaría a ser “Luz blanca: abanico de colores” también resulta de especial interés por las múltiples indicaciones con las que cuenta, ya que al parecer se contemplaba como un aparato estelar con múltiples elementos de apoyo:

I.3.1) La luz se descompone y se vuelve a componer

Objetivo: mostrar que la luz blanca se compone de luces de colores

Descripción: Descomposición de la luz. Interactivo. Vitrina con prisma grande que descompone un haz de luz blanca, rasante, proyectando el haz descompuesto sobre una pantalla. En la misma vitrina, recomposición de la luz con una pareja de prismas, con posibilidad de sustraer un color antes de la recomposición, usando un disco giratorio de filtros. Modelos o imágenes de apoyo, para mostrar la composición de la luz en colores: candelabro de cristales cortados, escamas de peces irisadas, compact disc, etc. Zona de baja iluminación ambiental (Cetto, *ibídem*, p.1-7).

De esta manera el aparato fue construido con casi todas las especificaciones mencionadas, salvo que los modelos de apoyo fueron ensamblados en un aparato diferenciado (i.e. “Vitrina de iridiscencias”). También destaca que la idea defendida por Newton sobre la descomposición de la luz blanca en luces de colores al atravesar un prisma se mantiene casi intacta en los contenidos temáticos de la sección, del apartado y de la ficha museográfica del aparato “Luz blanca: un

abanico de colores”, es decir, se asume el consenso de la comunidad de ópticos sobre la validez de la interpretación newtoniana sin atisbo de cuestionamiento, o lo que es lo mismo se genera un cuerpo de conocimiento tácito, el cual es indispensable para conformación de una comunidad científica.

De este proceso de descontextualización del patrimonio cultural científico de su centro de origen (i.e. laboratorio) y su posterior recontextualización en el espacio público (i.e. museo de ciencias), se obtiene que las representaciones de la cultura científica son producto de trayectorias que viajan de una persona a otra, de una situación a otra, de un periodo a otro en procesos de circulación, traslación y cambios limitados contextualmente a partir de las ideas, formas, imágenes, imaginaciones y técnicas vigentes en la construcción social del museo de ciencias. Dichos tránsitos llevan a observar la exhibición pública del patrimonio cultural científico como un acto de comunicación intergeneracional, tendiente a la construcción de estereotipos y la incorporación del visitante al diálogo museográfico, procesos en los que se vuelven evidentes las cargas simbólicas e históricas a través de la interconexión entre disposición espacial y prácticas sociales (i.e. estructuras de significación local). En dicho escenario la aportación del aparato de divulgación al SCD del museo de ciencias es relevante al efectuar interconexiones entre objetos, fenómenos y asociaciones simbólicas que delinean el comportamiento apropiado en el lugar, y que a partir de presencias y ausencias en la narrativa espacial (i.e. museografía) contextualiza la heterotopía de los museos de ciencias.

Esta capacidad contextualizadora del aparato de divulgación se encuentra en la base del modelo de museografía interactiva trazada por Oppenheimer, cuya apuesta original buscaba acercar las prácticas de laboratorio con énfasis en la historicidad del conocimiento científico y los dispositivos tecnológicos, así como la vinculación necesaria entre entretenimiento y educación sin pasar por alto las características estéticas y los propósitos pedagógicos, bajo una racionalidad museística orientada a proveer un marco de trabajo flexible (i.e. ofrecer un ambiente de aprendizaje informal) (Oppenheimer, 1968). Para la organización de tal modelo museístico, Oppenheimer propuso articular diversas áreas de

contenidos científicos y tecnológicos asociadas con secciones de contenidos psicológicos sobre percepción y arte. Por lo que propuso una interconexión de los dispositivos de exhibición con base en las condiciones de: (1) demostrabilidad y reproductibilidad de los fenómenos a los que hacen referencia; (2) iteración y reiteración de los conceptos ofrecidos; (3) manipulación para la ejemplificación de detalles conceptuales; y (4) relacionar teoría con praxis (i.e. explicaciones tecnológicas con base en el conocimiento científico). No obstante Oppenheimer también fue consciente de que el museo, pese a estar estructurado bajo un plan, debe permitir patrones de visita no preconcebidos (Oppenheimer, *op. cit.*, p.207), ya que en principio reconoció que el museo de ciencias es un ambiente de aprendizaje voluntario, o lo que es lo mismo: un espacio para la libertad de elección en la construcción de la experiencia.

La primera museografía del Museo de la Luz (1996) recuerda una racionalidad similar, en la que si bien se programó una iteración de contenidos asociados a la perspectiva científica de los fenómenos luminosos, también permitía la posibilidad de recorrer libremente la exposición. La museografía en el Ex-Templo de San Pedro y San Pablo estuvo a cargo de Álvarez del Castillo, y de este proyecto se produjeron cedularios accesibles (aunque de extensión variable), así como la asociación de espacios temáticos que generaban recorridos definidos pero con la posibilidad de efectuar cambios e improvisaciones en el itinerario, además de que estaban contextualizados al ex-templo por medio de una integración por contraste, respetando la arquitectura y decoración mural al introducir mamparas y dispositivos con tonalidades y materiales sobrios (Álvarez, 1998, pp.110-115).

En este contexto expositivo “Luz blanca: un abanico de colores” fue ubicado al costado izquierdo de la segunda bóveda del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo, lugar en el que se extendía la museografía de la sección “Naturaleza de la Luz” referente a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, con mayoría de aparatos *in vitro* y algunos *in situ*. En dicho espacio “Luz blanca: un abanico de colores” competía con una serie de mamparas colocadas al centro de manera divisoria entre bóvedas, las cuales exhibían los aparatos pertenecientes a la

sección de “La luz en las artes”, especialmente el vitral *La luna* de Quagliata, sección que colindaba con el primer espacio destinado a las exposiciones temporales, justo al

medio del espacio de la bóveda (Ver Mapa 7). De esta disposición espacial se desprende una

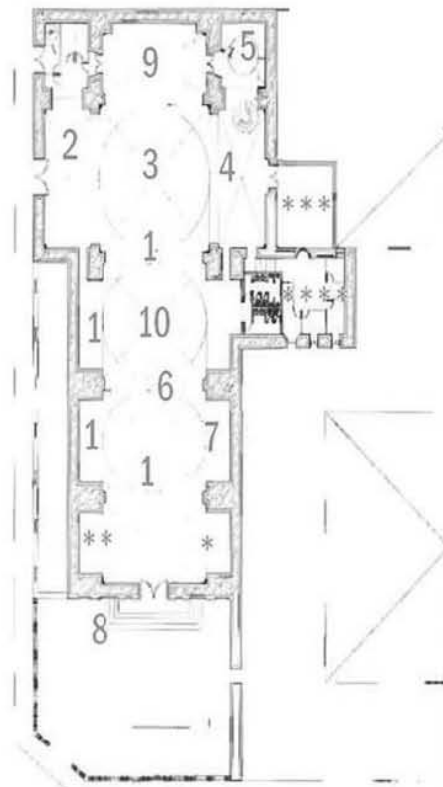
consideración de “Naturaleza de la luz” como la sección principal desde la que se permitía la articulación con el resto del museo, y en

cuya museografía resalta la asociación de “Luz blanca: un abanico de colores” con otros aparatos para conformar un núcleo expositivo que contrastaba la perspectiva científica sobre la luz con interpretaciones históricas del recinto y la relación entre la luz y el arte en exposiciones permanentes y temporales.

En este montaje “Luz blanca: un abanico de colores” incluso tenía un nombre ligeramente diferente del actual, y su disposición espacial en primera instancia fue complementado por dos cédulas, donde el contenido de la primera cédula declaraba:

Luz blanca abanico de colores.

¿Por qué, al pasar por el prisma, la luz blanca se divide en luces de colores?
¿Por qué éstas vuelven a componer luz blanca cuando atraviesan un segundo prisma? La luz blanca del sol es mezcla de luces de muchos colores. Cuando la luz atraviesa un prisma, cada color se desvía, es decir, se refracta en una dirección ligeramente diferente. Así, la luz blanca que entra por un lado, sale por el otro transformada en un abanico de hermosos colores, los mismos del arcoíris.



Mapa 7. En esta imagen se muestra el plano de las instalaciones del Museo de la Luz durante su estancia en el Ex-templo de San Pedro y San Pablo. La numeración corresponde a la distribución de las secciones museográficas y otros espacios utilizados para su funcionamiento: 1. Naturaleza de la luz; 2. Un mundo de colores; 3. La luz y la biosfera; 4. La visión; 5. La luz de las estrellas (se encontraba sobre un tapanco); 6. La luz en las artes; 7. La luz en el tiempo; 8. La luz en el atrio; 9. Exposición temporal; 10. Exposición temporal; *Taquilla y guardarropa; **Tienda y librería; ***Sala de usos múltiples; ****Oficinas. *Imagen intervenida a partir de la propuesta de Fierro (2003).*

Si las luces de este abanico atraviesan un prisma semejante al anterior, pero colocado de cabeza, se produce el efecto contrario, es decir, el abanico “se cierra” y sus colores se unen para volver a componer la luz blanca.

Este experimento fue realizado y explicado por primera vez en 1666 por Isaac Newton.

La gama de colores que componen la luz blanca se llama espectro visible.

¿Por qué se separan las luces de colores en el interior del prisma? Los rayos de luz de cada color tienen una longitud de onda diferente. Debido a su forma y al material de que está hecho, el prisma refracta –es decir, desvía– cada longitud de onda con un ángulo ligeramente distinto. Así separa los rayos según su color (Manriquez, 2010).

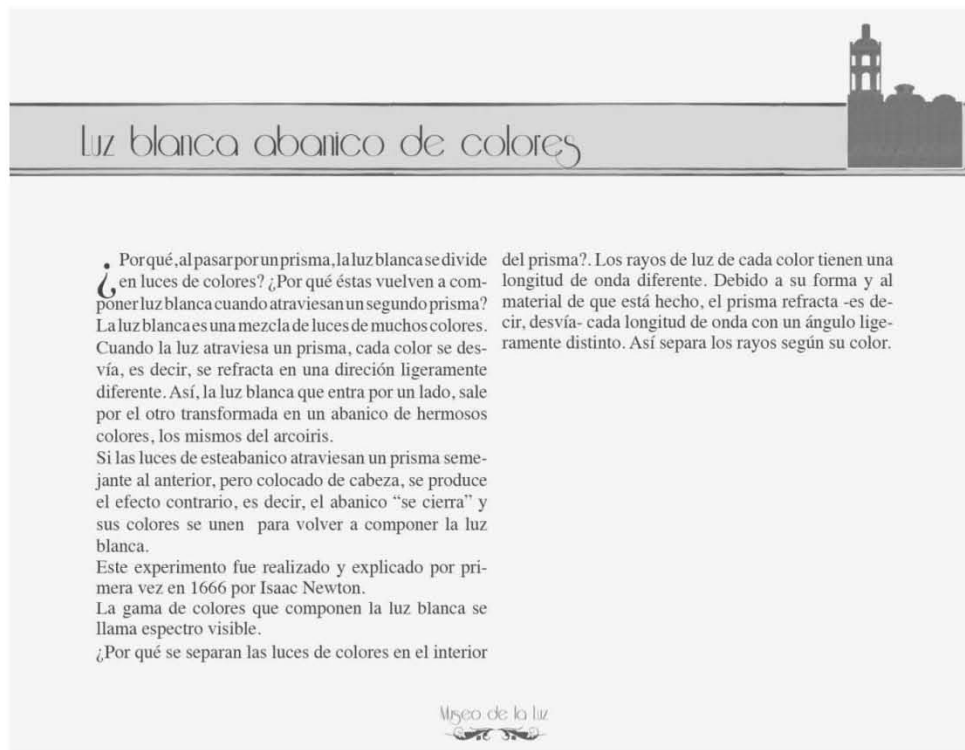


Figura 4. Cédula de “Luz blanca: abanico de colores” en la primera museografía del Museo de la Luz, de la cual se puede percibir su identidad gráfica asociada al recinto del Ex-Templo de San Pedro y San Pablo. *Cortesía de la Unidad de Servicios Académicos del Museo de la Luz (Cf. Manriquez, 2010).*

Mientras que la segunda cédula reiteraba información al tiempo que añadía instrucciones para el uso del aparato de divulgación:

LUZ BLANCA: UN ABANICO DE COLORES

¿Por qué, al pasar por el prisma, la luz blanca se divide en luces de colores?

La luz blanca del sol es mezcla de luces de muchos colores; por la forma y material del prisma que atraviesa, cada color se desvía en distinta dirección. Issac Newton realizó por primera vez este experimento en 1666.

La gama de colores que componen la luz blanca se llama **espectro visible**.

(Los rayos de luz de cada color tienen una longitud de onda diferente. El prisma refracta –desvía– cada longitud de onda con un ángulo ligeramente distinto. Por eso separa los rayos según el color.)

Al oprimir el botón enciendes la luz blanca que al pasar por un prisma se descompone en un abanico de colores. Obsérvalo en la pantalla de la esquina superior derecha de la vitrina. Cuando la luz esté prendida gira la perilla hasta que la luz atraviese el segundo prisma. El abanico de colores se “cierra” para recomponer la luz blanca (Manriquez, *op. cit.*).



Fotografía 16. Al centro de la imagen se observa el aparato de divulgación “Luz blanca: un abanico de colores” en su instalación original de 1996, acompañado por un aparato sobre la difracción de la luz (Núm. de inventario XV.2 C1 13.3). *Imagen facilitada por la Fototeca de la Biblioteca “Manuel Sandoval Vallarta”, DGDC-UNAM.*

Ante la evidencia resulta necesaria una comparación entre las cédulas, pues en sus diferencias se encuentran plasmados los cambios en las relaciones establecidas entre la comunidad del Museo de la Luz y el patrimonio cultural científico. La primera diferencia es obvia al tiempo que significativa, y consiste en el paso de dos cédulas montadas a una mampara en 1996 (cédulas A y B) a una sola cédula sobre un soporte fijado al piso después de 2010 (cédula C), transición que expresa una economía de recursos al sintetizar la información en un solo soporte cognitivo, con las consecuencias de saturación antes mencionadas. Si bien la síntesis siempre se agradece en las tareas cognitivas limitadas por el

tiempo, como la visita al Museo de la Luz, en este caso resulta desafortunada al saturar el campo visual con exceso de información, así como por la pérdida de elementos para la reiteración del mensaje cifrado en el aparato en cuestión.

Una segunda diferencia se encuentra en el análisis de los contenidos de las cédulas, de las que se extrae la permanencia del discurso sobre la refracción de la luz como una propiedad de ésta al interactuar con la materia (e.g. un prisma). No obstante un contraste entre discursos lleva a reconocer que la cédula C comienza con la programación de la interacción, es decir, con las instrucciones de uso del aparato de divulgación, mientras que el juego de cédulas A y B comienza con preguntas detonadoras dirigidas a interesar sobre la interacción entre la luz y los prismas. Del contraste también se da cuenta que la cédula C en general es una réplica de la cédula A, con el añadido de las instrucciones de uso, lo que lleva a observar que la cédula B se encuentra extraviada o más bien suprimida, y con ella la pérdida del juego de reiteración en el que se sintetizaba el contenido temático de la cédula A para orientar la interacción con el aparato *in situ*.

Ahora bien al tener en cuenta la “metáfora de Duchamp” en relación con los aparatos de divulgación como dispositivos lúdicos y didácticos en el museo de ciencias, es preciso reconocer que las museografías de las ciencias se encuentran orientadas por los supuestos de aquellas comunidades que sancionan el uso del espacio expositivo, ya sea desde la posición de diseñador o de mediador, y por ende como productores y distribuidores de códigos heterotópicos, en los cuales se hace patente el poder y responsabilidad de los expertos como principales voceros del patrimonio cultural científico. Situación ante la cual son útiles los señalamientos de Secord de observar a la empresa científica como un fenómeno comunicativo en constante movimiento, así como el énfasis de Fleck sobre el mantenimiento de los colectivos de pensamiento a través del intercambio dialógico.

Por lo que parece legítimo apelar a una perspectiva antropológica para el estudio del museo de ciencias, y en ese sentido cabe recuperar las enseñanzas de las antropologías del laboratorio, en particular las aportaciones de Latour y Woolgar sobre la construcción de los hechos científicos, los mismos que son

recontextualizados en el espacio público mediante su musealización. Así se pueden identificar algunos paralelismos entre el laboratorio con el ambiente museístico, a saber: la estabilidad del conocimiento; la correspondencia entre espacio e instrumental; y el apoyo institucional (Latour & Woolgar, 1986).

Otro factor importante para asemejar al laboratorio con el museo de ciencias reside en su historia compartida, a veces sin diferenciación, como espacios en los que se ha realizado tanto la investigación científica como la formación de profesionales²⁷. Baste recordar las experiencias occidentales del siglo XIX y principios del XX, en las cuales dentro del museo de 'x' ciencia (por ejemplo de antropología, de geología, o de historia), se llevaba a cabo la investigación de vanguardia. Al respecto conviene resaltar, como ha anotado Simon Schaffer –en concordancia con los apuntes de Giere sobre los SCD-, que en los laboratorios se da la congregación de recursos humanos, materiales y técnicos en un mismo emplazamiento, organización que promueve una dinámica contextual propia derivada del diseño instrumental, la localización del establecimiento y la conducta del personal (Schaffer, *op. cit.*). Esta misma situación es patente para los museos de ciencias, y en realidad para cualquier museo, debido a los códigos culturales que se trasladan durante la construcción y mantenimiento de este tipo de espacios especializados. Es por ello que asemejar el museo de ciencias con un laboratorio didáctico visibiliza las dinámicas entre los agentes humanos con el espacio –instrumentos incluidos-, relaciones cargadas de los valores y códigos culturales de las comunidades que hacen posible al museo, ya sea como productores o consumidores de éste.

Es así que en primer lugar se encuentra el fenómeno de estabilización del conocimiento, el cual es producido por la codificación de información a partir de la repetición sistemática y la similitud de patrones. La importancia de la codificación radica en la relación directa con la atribución de autoridad, que tanto en el caso de los laboratorios como en los museos de ciencias refiere a la atribución de realidad como producto de la estabilización. Es decir, que la objetividad producida por

²⁷ Ante dicho paralelismo, salta la pregunta si acaso los museos de ciencias contemporáneos son centros de investigación de la comunicación de la ciencia, y en ese sentido también forjadores de nuevas disciplinas guiadas por el paradigma del dialogismo y la interactividad entre comunidades epistémicas.

ambos tipos de emplazamientos puede ser vista como consecuencia del trabajo científico, más no como su causa. Al respecto Bruno Latour y Steve Woolgar han señalado que es característico del proceso de construcción de hechos que la estabilización supone la fuga de una declaración referente al proceso de construcción (Latour & Woolgar, *op. cit.*). En este sentido la especificidad cultural del laboratorio recae en la configuración particular de los aparatos, de los dispositivos de inscripción mediante los cuales el laboratorio se articula como un sistema para la construcción de hechos. De manera paralela puede decirse lo mismo del museo de ciencias, pues sus museografías son herramientas para la exhibición de conceptos y entidades científicas (i.e función de los aparatos de divulgación), mediante los cuales se articula la narrativa que propone una imagen pública de la ciencia desde el emplazamiento museístico, y que responden a las condiciones (1) y (2) de Oppenheimer sobre demostrabilidad y reproducibilidad de los fenómenos a los que hacen referencia, así como la iteración y reiteración de los conceptos ofrecidos (i.e. actualización constante).

Los paralelismos de dichas prácticas se manifiestan en una continuidad de comportamientos entre el emplazamiento museístico y el laboratorio, que consisten en las borraduras de los pasos intermedios que hicieron posible un producto, lo que en el laboratorio es característico mediante el olvido de los dispositivos de inscripción que posibilitan la obtención de resultados. Esta situación plantea un problema para la dinámica de comunicación de la ciencia, pues la interactividad en los museos de ciencias se centra en la reproducción de fenómenos en vivo, los cuales al estar estandarizados se vuelven réplicas de los productos finales, lo que a su vez conlleva el olvido del proceso de construcción (i.e. dispositivos previos y factores sociales que coadyuvaron a su establecimiento). Esta dinámica genera un vacío de información que aleja la crítica respecto al proceso de producción, al tiempo que convierte al “cubo blanco” en una “caja negra” de fenómenos estables que responden al discurso establecido. Más aún, en el caso de “Luz blanca: un abanico de colores” es posible observar que opera la estabilización del conocimiento sobre la refracción de la luz mediante la repetición sistemática del fenómeno, lo que redundaría en las condiciones de

demostrabilidad y reiteración requeridas por la racionalidad del museo de ciencias, lo que se traduce tanto en atribución de realidad como de autoridad frente a la experiencia en vivo, con consecuente el monumento a la figura de Newton. Sin embargo, también se observa la borradura de los pasos intermedios entre el experimento de 1666 y el montaje expositivo de 1996, lo que expresa la fragilidad del patrimonio cultural científico ante la pérdida de memoria y por ende las posibilidades de comprender la construcción de saberes realizada en 330 años.

En segundo lugar y relacionado con lo anterior se encuentran las correspondencias entre espacio e instrumental, pues tanto en los laboratorios como en los museos la importancia del arreglo material es vital, ya que sin ello no existirían los fenómenos que discuten los científicos ni las versiones públicas de sus consensos. "No se trata simplemente de que los fenómenos dependen de ciertos instrumentos materiales, sino que los fenómenos están constituidos totalmente por la disposición del material del laboratorio" (Latour & Woolgar, *ibídem*, p.64), pues cada instrumento cumple con una finalidad específica para la cual fue hecho y por lo tanto la remoción o incorporación de un instrumento provoca la pérdida o ganancia de objetos en las discusiones científicas. La fuerza del laboratorio depende de la presencia de una configuración particular de las máquinas diseñadas específicamente para realizar ciertas tareas, las cuales se encuentran sujetas al ensamblaje de diferentes dispositivos en un emplazamiento, lo que lleva a reflexionar sobre la comunión entre dispositivos, habilidades y máquinas, y que da lugar a la imagen que Bachelard ha propuesto de los aparatos como teorías reificadas (*i.e.* soportes materiales del discurso científico).

En este sentido los artefactos pueden interpretarse como productos de los límites teóricos de sentido y validación de los experimentos, los cuales a su vez son producto de las dinámicas propias de la investigación, los recursos humanos (*i.e.* habilidades y equipo de trabajo) y los recursos materiales (*i.e.* inversión de capital y máquinas especializadas). Por su parte, para los museos de ciencias el ensamblaje de los dispositivos (*i.e.* museografía a partir de los aparatos de divulgación) también dota de fuerza al emplazamiento, ya que ofrece un contexto de manipulación de objetos para la ejemplificación de detalles conceptuales, lo

que repercute en la coherencia del discurso y en la correspondencia entre teoría y praxis. Si bien la manipulación y la interacción de los aparatos cumplen con las condiciones (3) y (4) de Oppenheimer, también hay que señalar que en el espacio museístico el instrumental con el que se reproducen los fenómenos es rescatado del olvido como cultura material, como un bien tangible que posibilita inscripciones para la confirmación de teorías (i.e. bienes intangibles), a las cuales enuncia implícita o explícitamente como soporte cognitivo. Y de nueva cuenta el caso de “Luz blanca: un abanico de colores” resulta ejemplar, pues el contraste entre su primer montaje y su exhibición actual expresa las posibilidades de comunicación e interacción a través de la disposición espacial, ya que en su primera época el recorrido a lo largo y ancho de la nave principal del Ex-templo de San Pedro y San Pablo permitía la interconexión del discurso óptico con los artísticos, biológicos, químicos y psicológicos sobre la luz, caso contrario a la disposición fragmentada del montaje en el Patio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso en donde la parcelación del discurso enfatiza una perspectiva al desligarla espacialmente de las demás.

En tercer lugar, tanto en museos como en laboratorios, la institución ofrece resguardo mediante instalaciones físicas, financiamiento y seguridad al crédito de las carreras profesionales. Esta anotación sirve para indicar que la actividad científica es una arena en la que el conocimiento es construido mediante los procesos con que los científicos dotan de sentido a sus observaciones, a partir de "la eliminación de las interpretaciones alternativas de los datos científicos y la presentación de estas alternativas como menos plausibles" (Latour & Woolgar, *ibídem*, p.36), lo que da cuenta de que la práctica científica conlleva confrontación y negociación de estructuras de significados. Estos procesos de confrontación y negociación son las llamadas micronegociaciones al interior del laboratorio²⁸, las cuales vistas retrospectivamente se presentan como descripciones epistemológicas que brindan confiabilidad a partir de la replicación de las

²⁸ Dinámica de formación de criterios sobre la identidad de las cosas a través de la codificación simplificada de la información, es decir, a partir de la legibilidad de los resultados de laboratorio como un mecanismo para obtener confianza mediante la certeza (Latour, 1983).

observaciones y el uso de explicaciones con base en metodologías válidas para la comunidad de practicantes.

En el caso del museo de ciencias, la propia institución museística brinda una legitimidad que, en principio, excluye interpretaciones alternativas a las propuestas por el discurso museográfico, con lo que ofrece de facto una estructura de significados estables provenientes de las micronegociaciones de laboratorio, mismas que han sido estabilizadas y aceptadas por la comunidad científica y que se traducen en un discurso canónico por parte de la comunidad científica (i.e. grupo esotérico al estilo de pensamiento científico)²⁹. Lo que aplicado al caso de “Luz blanca: un abanico de colores” lleva a observar que el Museo de la Luz ofrece resguardo a la comunidad científica en general más que a las carreras de ciertos científicos, es decir, la institución museística mantiene vigente el crédito de la tradición óptica más que el de los diseñadores del museo, quienes incluso han sido borrados del discurso museográfico, o mejor dicho cuyos rastros permanecen ocultos³⁰, quienes no obstante en su diseño establecen las condiciones para que las micronegociaciones al interior del emplazamiento coincidan con la perspectiva científica al eliminar interpretaciones alternativas de los fenómenos luminosos.

Sirvan estos tres apuntes como marco interpretativo sobre la estabilidad del conocimiento y valores cifrados en el estereotipo (i.e. imagen clara de la ciencia popular), la correspondencia entre museografía y experiencia interactiva, y la orientación de la mirada derivada del museo de ciencias como referente de opinión pública en temas de ciencia. Y es que tener en cuenta la historicidad de los museos de ciencias conduce a la conciencia sobre su condición artificial, como producto construido *ex profeso* para producir imágenes públicas de la ciencia, lo

²⁹ Desde una perspectiva antropológica del museo también es pertinente rescatar los apuntes de Carol Duncan, que si bien están orientados hacia el museo de arte se pueden considerar válidos para una perspectiva general del fenómeno museístico, ya que señala la oferta del museo como algo distinto a lo cotidiano debido a la construcción social y cultural sobre la receptividad (pre-disposición) de la experiencia (espacio-temporal) de visitar un museo. En términos de la autora, el discurso del museo promueve un acto ritual de contemplación debido a la distribución de los espacios con cierta frecuencia, la ubicación de los objetos (disposición espacial), la iluminación y detalles arquitectónicos con los cuales se busca una experiencia situada fuera del tiempo cotidiano (Duncan, 1995, pp.1-16).

³⁰ Esta particularidad puede atribuirse al contexto histórico en el que surgió el Museo de la Luz, pues el reconocimiento del curador de exposiciones es un fenómeno relativamente reciente, motivo al cual puede atribuirse la ausencia de autoría en la museografía del Museo de la Luz.

que se entrecruza con los caminos y redes de intereses que han delineado las prácticas de los laboratorios, pues ambos espacios concentran recursos humanos, recursos materiales y códigos socioculturales que permiten y promueven la generación de discursos según los objetivos trazados, mismos que una vez estabilizados son considerados conocimientos ciertos sobre el mundo.

Por lo que enfocar al museo de ciencias como un espacio dedicado a la investigación y experimentación de la comunicación de la ciencia (incluyendo las teorías, valores y objetivos de ésta), resulta en un puente conceptual para la comprensión de su producción material y simbólica como proyección y exhibición de la cultura del laboratorio (i.e. cultura científica). Desde dicho enfoque conviene recordar los señalamientos que Bruno Latour ha hecho sobre los laboratorios (Latour, 1983), en el sentido de que al ser una construcción social ligada a diferentes intereses, dentro de estos espacios operan dinámicas para desestabilizar o deshacer las diferencias de escala entre lo micro y lo macro, y que hacen visible lo invisible a partir de estrategias de renombrar bajo términos propios cada uno de los elementos relevantes para la investigación. Es importante rescatar ambos apuntes latourianos debido a que su aplicación al museo de ciencias permite delinear dos aspectos fundamentales para su organización institucional, a saber: (1) la legitimidad del discurso museográfico, establecido tanto por criterios de autoridad como por la reproductibilidad de fenómenos (que se busca refuercen el discurso); y (2) la capacidad de representar ideas de lo científico, por más abstractas que éstas sean, mediante soportes cognitivos a manera de recursos textuales, audiovisuales, cinéticos e inclusive de mediación realizada por profesionales en la atención al público (i.e. técnicas *in vitro*, *in vivo*, *in situ* e *in silico*).

Sin embargo la distinción entre laboratorio y museo de ciencias se mantiene, entre ellas la diferenciación en el contexto del laboratorio donde la estabilización de significados es producto del agotamiento de novedad de los objetos científicos, mientras que en el contexto del museo la estabilidad es condición necesaria para su incorporación al conjunto orgánico que es el discurso museográfico. Dicho de manera clara, el laboratorio produce prototipos que una

vez consolidados pueden ser adoptados como emblemas o estereotipos en el museo de ciencias. Este paso de consolidación producto de un consenso sobre un hecho científico (que significa el asentamiento de cuerpos de conocimiento tácito), es posible gracias a las significaciones compartidas dentro del estilo de pensamiento científico, del que Fleck señaló que cuanto más desarrollado está un campo del saber más pequeñas son las diferencias de opinión, pues la tradición, la formación disciplinaria y la costumbre dan origen a una disposición a percibir y actuar conforme a un estilo, es decir, de forma dirigida y restringida según la preformación de respuestas contenidas en las preguntas, métodos y aparatos de cálculo aceptados (Fleck, 1935).

La importancia de las tradiciones disciplinarias para el museo de ciencias radica en la estabilidad que brindan al discurso museográfico, pues desde el estilo de pensamiento de un grupo particular es que se estructuran las narrativas y se seleccionan los contenidos con que se exhiben las ciencias de manera pública. Ello invita a pensar que el museo de ciencias en tanto producto cultural es reflejo de la comunidad que lo produce, y por ende los aparatos de divulgación son elementos de publicidad con que las comunidades científicas reproducen su identidad disciplinaria, es decir, son dispositivos mediante los cuales se posibilita el acceso al universo mental de los productores del museo. Lo que redundaría en la implementación heterotópica del museo de ciencias desde la interpretación de los especialistas, esto es bajo los códigos, supuestos y artefactos con los que se organizan dichos colectivos de pensamiento, y en donde la ausencia del entrenamiento previo mediante el cual se adquiere la mirada esotérica se suple con el valor comunicativo del estereotipo.

Recapitulación.

A lo largo del presente capítulo se ha descrito y elucidado conceptualmente el aparato de divulgación como un conjunto organizado de piezas con una función de divulgar las ciencias mediante su uso como soporte cognitivo, definición que establece una ventaja conceptual sobre otros términos al enfatizar los problemas e

implicaciones cognitivas y museológicas a las que se apela, las cuales son la dimensión cognitivo-interactiva que se encuentra relacionada a los procesos cognitivos situados detonados por el aparato de divulgación, mismos que se encuentran programados desde la condición histórico-cultural del aparato de divulgación como bien material heredado del laboratorio.

La dimensión cognitivo-interactiva centra el valor presencial del museo como medio de comunicación, ya que los fenómenos en vivo acentúan la experiencia interactiva al ofrecer un ambiente para la libertad de acción y la construcción de experiencias significativas durante la visita, cuyos resultados en el mejor de los casos promuevan tanto el asombro como el aprendizaje suficientes para modificar las actitudes hacia la ciencia basadas en su entendimiento, es decir, en una interpretación de la realidad a partir de la perspectiva científica. Por lo que acercarse a la postura teórica de la cognición situada ofrece beneficios explicativos sobre la manera en que el ambiente influye en la cognición, como la experiencia interactiva con el patrimonio cultural científico promovida por el aparato de divulgación como detonador de estímulos sensoriomotores, ya que esta experimentación promueve la generación de recuerdos o la solución de problemas en tiempo real. Por lo tanto el apoyo que brinda el aparato de divulgación como soporte para la descarga cognitiva en el ambiente requiere ser visibilizado como herramienta que guía y aumenta las capacidades cognitivas del visitante.

Sin embargo los procesos de comunicación son plásticos y no siempre eficientes debido a los ruidos contextuales, por lo que es ingenuo suponer que el mensaje emitido por el aparato de divulgación es inoculado eficientemente en el visitante con tan sólo el hecho de su exposición. Antes bien cabe reflexionar sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje en los que la reiteración de experiencias y la generación de memorias permiten identificar cambios en la interpretación de los individuos. Aun así queda por investigar cómo la asociación de experiencias sensoriales y las valoraciones de las mismas dentro del ambiente museístico promueven efectos miméticos en el visitante, ya sea por la orientación de la mirada cifrada en los dispositivos o bien por las actitudes de los mediadores en

sala con las cuales se da sentido a la perspectiva científica para consumo popular, indagación para la cual conviene acercarse a los estudios de visitante.

Sobre la condición histórico-cultural del aparato de divulgación, la principal clave de interpretación radica en el entendimiento de la ciencia y la tecnología a través de la observación del comportamiento y control de los dispositivos del laboratorio, lo que lleva a pensar en los paralelismos funcionales del museo como un laboratorio para la comunicación de la ciencia. En particular por la importancia del arreglo espacial de los instrumentos para la producción de fenómenos que correspondan a la estabilización del conocimiento, que en el caso del museo de ciencias se encuentran cifrados en estereotipos científicos que corresponden a una imagen clara puesta en circulación por validación y simplificación del conocimiento científico. Las consecuencias de dicha imagen y valoración no son menores, pues son consumidas por los visitantes y reforzadas por la autoridad socialmente atribuida a la institución museística como referente de opinión pública, lo que en el caso del museo de ciencias implica ser un agente confiable para la mayoría de las personas que requieran saber o informarse sobre temas científicos. Asimismo el paso del producto del laboratorio al museo sucede a través de una recontextualización museográfica, en la que los procesos de estabilización del conocimiento científico no son neutrales al estar atravesados por las redes de intereses que orientan la empresa científica, la cual encuentra en la memoria disciplinaria elementos que se juzgan patrimoniales de la cultura científica.

Así el aparato de divulgación se muestra como un elemento de convergencia dentro del SCD del museo de ciencias, en el que se sincronizan las aportaciones de los agentes cognitivos, los soportes materiales, las representaciones externas, los emplazamientos y los códigos socioculturales con la finalidad de proveer una experiencia comunicativa de la perspectiva científica sobre el mundo. Más aún la estabilidad del aparato de divulgación permite identificar la vinculación con el patrimonio cultural científico, ya que mediante la replicación y estandarización como rasgos distintivos sintetizan estereotipos de ciencia popular propuestos por la comunidad científica, y de esta manera las comunidades científicas interconectan las tradiciones disciplinarias con el espacio

público para constituir la heterotopía del museo de ciencias. Lo que es visible en el estudio de caso sobre el aparato “Luz blanca: un abanico de colores”, cuya función de mediación expresa el papel del especialista como representante de su comunidad y como líder de opinión para la sociedad.

El estudio de caso sobre “Luz blanca: un abanico de colores” puede verse como el desciframiento del rompecabezas que es el Museo de la Luz, para lo cual la metodología de rastreo histórico potencialmente puede ser aplicada a cualquier aparato de su museografía, con la hipótesis de trabajo de que las afinidades intelectuales de los diseñadores influyen en la selección de temas, definiciones y objetos representativos de la perspectiva científica a exponer. Sobre todo al tener en cuenta que la elección y montaje del aparato de divulgación está orientada por su relación con los valores institucionales y como expresión clara del estereotipo que sintetiza la ideología de la comunidad productora del museo de ciencias, como los físicos de la UNAM participes en la construcción del Museo de la Luz, quienes en su condición de especialistas recae el compromiso de orientar a la sociedad mexicana en pos de conseguir la –tan ansiada- cultura científica.

Por lo que desde una perspectiva dialógica sobre la interacción entre visitante y aparato de divulgación, se puede señalar que “Luz blanca: un abanico de colores” tiene como finalidad persuadir al espectador sobre la naturaleza física de la luz, es decir, busca la adhesión a un emblema incontrovertible para lo cual las capacidades de modularidad y movilidad del aparato se articulan según los requisitos de experimentación que permitan mostrar que la luz blanca se compone de luces de colores (i.e. consenso newtoniano), y en ese sentido la oferta de comunicación de la ciencia genera un ambiente en el que la estandarización, interconexión, reiteración y reforzamiento de las experiencias producen certeza, a saber mediante la replicación, la presencia testigos, el uso de instrumental y técnicas estandarizadas, así como una comunidad de practicantes, en este caso una comunidad heterogénea compuesta por los diseñadores del Museo de la Luz y los mediadores en sala (i.e. colectivo de pensamiento del museo de ciencias).

Conclusiones.

Cuando tuve mi primer contacto con el Museo de la Luz a través de un reportaje transmitido por televisión abierta, me llamó la atención la estética del edificio y su temática científica instalada en un ex-templo católico, accidente por demás curioso que me hizo reflexionar sobre la contradicción entre el origen y el uso de dicho espacio. En aquél entonces no imaginé que un par de años después esta institución se convertiría en mi principal objeto de estudio, cuya investigación me ha permitido profundizar algunas reflexiones sobre el salvaje mundo de los museos de ciencias, dicho esto sin descaro y más bien en reconocimiento de que su situación actual como actores sociales relevantes dista de estar controlada, antes bien parece requerir un instrumental teórico-práctico más nutrido, diverso y concordancia con los usuarios contemporáneos, en pos de efectuar los procesos de mejora constante necesarios para el mantenimiento de su vigencia dentro de la sociedad que lo acoge. Lo que me ha llevado a reconocer que aún hay mucho trabajo por hacer en los estudios sobre museos de ciencias –y en particular del Museo de la Luz- como fenómenos sociales complejos, principalmente porque son fenómenos que desarrollan variaciones a través del tiempo.

Es por ello que en la presente investigación se trabajó bajo la hipótesis de que estudiar al Museo de la Luz como un SCD permite dar cuenta de su constitución como museo de ciencias. A partir de tal hipótesis se puede pensar al Museo de la Luz como un sistema híbrido cuyos elementos constituyentes se encuentran dispersos en el tiempo y en el espacio, pero que coinciden en el lugar y momento particular de la experiencia de visitarlo. Dada la complejidad del fenómeno museístico, para llevar a buen puerto la presente investigación se contextualizó la oferta del Museo de la Luz como un producto de las prácticas museográficas desarrolladas por la comunidad CUCC-DGDC, bajo el supuesto de que su prioridad institucional es la formación de una cultura científica en sus públicos, motivo por el cual dichas prácticas se encuentran en colaboración cercana y constante con especialistas en las diversas áreas del saber científico.

Debido a la novedad del enfoque del museo de ciencias desde la perspectiva de la cognición distribuida, el cual no tiene antecedentes claros ni en la tradición de los estudios de museos ni en el proyecto de cognición situada, se desarrolló una metodología de trabajo híbrida que en el mejor de los casos puede entenderse como interdisciplinaria, es decir, un trabajo teórico desde el cual se estableció un puente conceptual entre la museología y la filosofía de la mente a través de la historia de la ciencia. Sirva este apunte para comprender cómo desde una perspectiva sistémica guiada por la brújula de la historia se pueda dar cuenta de los productos culturales que son los museos de ciencias, con lo cual se obtienen dos ventajas: (1) la visibilización del fenómeno en términos holísticos; y (2) la contextualización de los elementos que lo conforman, tal cual ha quedado asentado con el ejemplo del Museo de la Luz y los procesos constructivos que se encuentran detrás de su funcionamiento.

Dicho con mayor detalle, al reconocer que la oferta del Museo de la Luz es un fenómeno situado orientado por las funciones educativas, lúdicas y políticas del museo de ciencias, se acudió al marco teórico derivado de una perspectiva de la cognición distribuida por su capacidad para sistematizar un fenómeno complejo (i.e. integrarlo conceptualmente), ya que su modelo permite identificar los elementos constituyentes y sus contribuciones en la producción de fenómenos cognitivos tales como el asombro o la imaginación, dos derivados relevantes de las experiencias educativas o recreativas en el museo, así como la representación de las ciencias como guía de la opinión pública de las audiencias en temas científicos. Es por ello que se apeló a la comprensión del museo de ciencias contemporáneo como un espacio de aprendizaje informal cuyos límites se encuentran anclados a nuestros supuestos derivados de las interacciones sociales entre expertos y laicos, a través de estas se distribuyen imágenes claras del patrimonio cultural científico mediante la oferta de programas de comunicación, mismos que conviene observar desde una perspectiva externista que considere las restricciones y oportunidades de los recursos disponibles.

Desde esta perspectiva una de las principales virtudes de la investigación consiste en la interpretación sistémica del Museo de la Luz, a partir de la cual se

pueden identificar sus desdoblamientos como antología de aparatos de divulgación (i.e. colección de piezas escogidas), como experimento de comunicación de la ciencia (i.e. articulación de un medio de comunicación), como institución (i.e. museo universitario), y más interesante aún como comunidad de practicantes (i.e. divulgadores de la ciencia profesionales). Por lo que con estas anotaciones en mente conviene hacer un repaso por la orientación de la mirada bajo la cual se organizó la presentación de resultados, así como ofrecer un diagnóstico del Museo de la Luz como ambiente para la comunicación de las ciencias, y por último pero no menos importante apuntar los resultados más relevantes recogidos por la presente investigación.

Orientación de la mirada.

Desde el principio se ha jugado con la idea de la exploración y sus correspondencias con el espacio, ya que el Museo de la Luz es un fenómeno que ha demostrado movilidad y adaptación al medio a través de sus diferentes temporalidades, según las cuales instancia la heterotopía del museo de ciencias en el lugar que le permita exhibir su discurso, o mejor dicho mostrar la perspectiva científica vista desde la comunidad CUCC-DGDC.

Debido a la asociación del Museo de la Luz con la tradición de los museos de ciencias, en la *Introducción: Coordenadas para enfocar al museo de ciencias* se partió de la pregunta básica sobre qué es un museo de ciencias, duda desde la que se elaboró un cuestionario que permite identificar su movimiento como producto cultural y por ende histórico. Así se abordaron los problemas de su definición –siempre cambiante de acuerdo a las expectativas sociales-, de los antecedentes del paradigma vigente, de su condición como construcción social, y de sus capacidades comunicativas. Desde esta base conceptual se consideró pertinente insistir en el concepto clave de heterotopía de Foucault, ya que el Museo de la Luz es un caso ejemplar para ilustrar las maneras en que las comunidades –científicas, civiles, religiosas, etc.- se apropian de los espacios a través de normar las conductas al interior de ellos, normatividad acompañada de

la disposición instrumental del recinto a través de productos culturales que instancian interpretaciones del mundo y cuya experiencia refuerza los discursos.

Así el primer movimiento retórico consistió en elaborar una imagen del objeto de estudio bajo la pregunta de qué es el Museo de la Luz. Dicho cuestionamiento básico subyace al capítulo 1 *El Museo de la Luz como museo de ciencias*, en el cual en primera instancia se aborda la descripción de lo que se conoce sobre el tema, tanto por la utilidad pragmática de recopilar las fuentes para su estudio como para identificar las líneas de investigación que pueden redundar en beneficio de dicho proyecto de comunicación de la ciencia. En seguida se abordó el problema de su organización, pues ante todo el museo es una institución cuyos miembros responden a una serie de protocolos establecidos para el beneficio de la comunidad, problema que no es menor para comprender la historia y vaivenes del Museo de la Luz. Pero más allá de la organización institucional lo evidente en todo museo es su oferta museográfica, por lo que se buscó responder a la pregunta de qué ofrece el Museo de la Luz al visitante, enfocando con especial interés la descripción de los contenidos temáticos exhibidos en sala. Por último se atendieron las preguntas de los por qué y para qué se enseña lo que se enseña en el Museo de la Luz, cuyas respuestas museológicas tradicionales son las funciones lúdicas y educativas de los museos, pero a las que también cabe añadir la función política tanto del museo universitario como de las comunidades científicas en relación al compromiso social de guiar la opinión pública, perspectiva desde la cual el museo de ciencias no sólo es un ambiente de aprendizaje sino también un instrumento político para la promoción de la cultura científica.

Una vez mostrado el Museo de la Luz se procedió al segundo movimiento que buscó relacionar al objeto de estudio con la hipótesis de trabajo, es decir, cómo es que el Museo de la Luz puede ser un sistema cognitivo distribuido. De esta manera en el capítulo 2 *Articulación del cubo blanco: Análisis del Museo de la Luz como sistema cognitivo distribuido* atiende en primera instancia el problema del museo de ciencias como un sistema de comunicación situado, desde donde resulta conveniente trazar el circuito de intercambios entre las comunidades productoras del museo de ciencias y las comunidades que consumen sus

mensajes. Esta perspectiva a su vez permite identificar que la experiencia presencial del espacio museístico es el principal atractivo del museo de ciencias, por lo que el siguiente cuestionamiento giró en torno a la manera en que la museografía genera un ambiente altamente estimulante de procesos cognitivos, es decir, cómo opera el sistema de comunicación del museo de ciencias, problema que se resuelve desde la propuesta del SCD debido a que su análisis sistémico permite identificar a los elementos constituyentes, sus trayectorias y contribuciones. Para ejemplificar lo anterior se procedió a realizar un análisis cognitivo del Museo de la Luz para dar cuenta de los recursos humanos, los recursos materiales, las representaciones externas, los códigos socioculturales y las metas bajo las cuales se organiza el del museo de ciencias.

Si bien el análisis sistémico del Museo de la Luz permite entender a grandes rasgos su constitución y reglas de operación, en su caso particular también se identificó una alta variabilidad temporal tanto de los recursos humanos como los materiales e inherentemente de los códigos socioculturales, siendo las representaciones externas el elemento más estable del sistema. Motivo por el cual el capítulo 3 *Reconstrucción de la caja negra: La refracción de la luz a través de un aparato de divulgación* se centra primero en la pregunta qué es un aparato de divulgación, para después dar cuenta de cómo opera y cómo se constituye. Así en primera instancia se propone el concepto de aparato de divulgación con la intención de ligarlo a la artificialidad y funcionamiento del museo de ciencias, es decir, como herramienta de comunicación museográfica que brinda soporte cognitivo al discurso institucional. En seguida se abordó el problema cognitivo-interactivo del aparato de divulgación a través del caso “Luz blanca: un abanico de colores” ya que dicho aparato permite documentar y establecer con claridad las relaciones entre museo y visitante. Sin embargo al atender el problema de la interactividad se asume que ésta es una cualidad relacional que permite el intercambio ¿pero entre qué y qué? Dicha pregunta lleva al desarrollo de la condición histórico-cultural del aparato de divulgación, desde donde se busca responder a la programación de las relaciones entre el visitante con el patrimonio cultural científico cifrado en estereotipos de las perspectivas científicas, es decir,

en elementos representativos del conocimiento tácito de las comunidades científicas (i.e. tradiciones disciplinarias), como lo es la refracción de la luz a través del experimento de prismas para la tradición de los ópticos.

En suma la estructura de la presente investigación va de lo concreto a lo abstracto y de nuevo a la concreción, del ejemplo del Museo de la luz a la propuesta teórica de su análisis cognitivo para después conjuntar en un estudio de caso las relaciones entre los elementos del sistema.

Diagnóstico del Museo de la Luz como ambiente para la comunicación de la ciencia.

Con base en el planteamiento de que el museo de ciencias ofrece al visitante un ambiente de educación informal, esto es un lugar de experiencias donde libre y voluntariamente el individuo construye su propio aprendizaje, desde la perspectiva del SCD se pueden identificar una serie de factores que contribuyen a la consecución de las funciones sociales del museo de ciencias, aquellas que justifican su presencia y utilidad para la sociedad en la cual se encuentra inmerso. De esta manera a continuación se presenta un diagnóstico del Museo de la Luz como ambiente para la comunicación de la ciencia, para el cual se toman en cuenta las relaciones entre funciones del sistema y la unidad estable que significa el aparato de divulgación.

En primera instancia se encuentra la función educativa debido a la utilidad del museo como complemento de la educación formal en general, y en particular del museo de ciencias como suplemento a las carencias de infraestructura que padecen las instituciones escolares para la enseñanza de las ciencias. En este sentido el museo de ciencias como el Museo de la Luz funge como un laboratorio didáctico, en el cual se pueden experimentar los principios y teorías que dotan de sentido a la perspectiva científica, que mediante la museografía de las ciencias ponen en práctica las valoraciones esotéricas que dotan de identidad a las comunidades científicas, como la de los físicos profesionales ligados a la UNAM. Ello tiene como consecuencia la construcción de estereotipos científicos a través

de la producción y uso de los aparatos de divulgación, ya que estos soportes cognitivos refuerzan los discursos científicos mediante la replicación de fenómenos con la contundencia de la experiencia como forma legítima de conocimiento, lo cual es visible en el experimento de la refracción de la luz a través de un juego de prismas.

En segundo lugar se encuentra la función recreativa del museo de ciencias, herencia cultural que puede rastrearse hasta el *museion* antiguo o los gabinetes de maravillas, donde el repositorio de piezas dignas de admiración repercute en lo que poéticamente puede llamarse inspiración de las musas, o simplemente curiosidad ante lo extraordinario. La función recreativa tiene un valor estético que desde la racionalidad del museo de ciencias de Oppenheimer resulta complementaria al conocimiento científico, es decir, se reconoce el goce estético como invitación a relacionarse con el museo de ciencias. En este sentido el Museo de la Luz ofrece una museografía descontextualizada, pues el proyecto museológico fue producido para el espacio del Ex-templo de San Pedro y San Pablo en una superficie plana que permitía el libre tránsito entre secciones del museo, con lo cual el discurso científico se veía complementado por los elementos artísticos e históricos del recinto como los murales de Roberto Montenegro o las piezas vitrales. No obstante que el Patio Chico de San Ildefonso cuenta con la obra mural de David Alfaro Siquerios, valiosa como testimonio germinal del artista, en el cambio de sede del museo la vinculación entre el discurso científico no se efectúa con naturalidad con discurso artístico del edificio, ya sea por la distribución fragmentada de las secciones a través de salas en tres pisos, ya sea porque las exposiciones temporales y las piezas artísticas de la museografía no se retroalimentan entre sí (i.e. ausencia de reiteración). Aún así es posible apelar al goce estético cifrado en el aparato de divulgación como producto cultural, donde la simplicidad y capacidad de replicación de fenómenos como el de "Luz blanca: un abanico de colores" permiten experimentar juegos de luces capaces de cautivar la imaginación, o bien otro ejemplo de ello es la sala *Naturaleza de la luz 2* donde se presentan diferentes aparatos relacionados a la reflexión de la luz, como caleidoscopios o espejos cóncavos y convexos que pueden equipararse a la casa

de espejos de una feria. Más importante aún es recordar que el goce estético radica en la posibilidad de vinculación con los objetos, lo que se traduce en la capacidad de interacción entendida ésta como una cualidad relacional o dialógica, es decir, la posibilidad de intercambio con el aparato más que su control —o peor aún la dominación del visitante por parte del instrumento.

Ahora bien las funciones educativa y recreativa del museo de ciencia conviene enfocarlas bajo una precisión conceptual, y es que el acto de exponer puede entenderse en un doble sentido: en tanto exhibir para maravillar como enseñar para educar. Por lo que desde la conciencia de la artificialidad del espacio expositivo ambas funciones pueden subordinarse a la función política como la acción prioritaria, ya que esta última marca la agenda de un sistema complejo y por ende costoso. La acumulación de recursos humanos y materiales que se conjuntan en el museo de ciencias, como el Museo de la Luz, está orientada por el objetivo de visibilizar un mensaje que se considera de utilidad pública, que en este caso es la promoción de la cultura científica, proyecto desde el cual la comunidad encargada de producir el sistema de comunicación selecciona aquellos elementos que considera representativos de dicho mensaje.

Los mensajes del museo de ciencias de manera tácita apelan a la cultura del laboratorio, pues es en dicho emplazamiento donde se genera la estabilidad del conocimiento que una vez aceptado por la comunidad científica se distribuye a través de diferentes redes de intereses, en donde el museo es un nodo con una publicidad importante, y en este nodo la museografía de las ciencias instancia la perspectiva científica del mundo mediante los aparatos de divulgación. En este sentido puede apelarse al caso de “Luz blanca: un abanico de colores”, aparato de divulgación que estereotipa el conocimiento óptico sobre la refracción de la luz, ya que expresa con claridad los valores de la experimentación así como un vasto cuerpo documental que afianzan las prácticas (i.e. tradición) de una comunidad científica. De esta manera se ofrece al visitante una experiencia interactiva que opera en tiempo real pero que omite los procesos de abstracción y adiestramiento requeridos para interpretar el fenómeno desde la perspectiva del especialista, es

decir, desde la interpretación esotérica pues la visita es un fenómeno acotado por el tiempo, recurso limitado en la mayoría de los casos.

Por lo que desde una mirada crítica a las tres funciones prioritarias del museo de ciencias, se puede cuestionar seriamente si acaso el Museo de la Luz puede educar en un sentido profundo, ya que el proyecto de promoción de la cultura científica se encuentra limitado por el contexto y los múltiples factores imponderables del mismo, variabilidad a la que cabe añadir la poca o nula reiteración de las experiencias de visita, e inclusive es preciso cuestionar si el museo aprovecha sus posibilidades lúdicas para entretener al visitante. Pero más allá de las adversidades mencionadas, conviene enfatizar que la cultura es algo que se asimila progresivamente, por lo que no se puede pretender que en un solo acto de visita se adquiriera una interpretación científica del mundo. Antes bien cabría entender la experiencia del museo de ciencias como la posibilidad de seducir al visitante antes que educarlo, pues esa motivación permitiría el acto de reiteración necesario para el proceso educativo.

Así la prescripción derivada del diagnóstico presentado es que el Museo de la Luz, y en realidad cualquier museo de cualquier índole, requiere construir una comunidad de visitantes a partir de dialogar con los usuarios de acuerdo a sus necesidades e intereses, los cuales se vean reflejados tanto en sus exposiciones como en su oferta de servicios y actividades. Más aún el Museo de la Luz tiene una gran oportunidad de aprovechar el medio *in silico* de las redes sociodigitales para distribuir su discurso museográfico, y en ese sentido replantear la consolidación de la perspectiva científica en sus audiencias mediante programas de seguimiento a la experiencia de visita o de los servicios de mediación ofertados por el Programa Extramuros, para lo cual una perspectiva a mediano y largo plazo puede resultar de gran utilidad.

Por último, sobre el caso del aparato de divulgación “Luz blanca: abanico de colores” cabría proponer un juego de cédulas que permitan la reiteración de contenidos, la formulación de explicaciones alternativas con las cuales contrastar la perspectiva científica, y sobre todo que abran los procesos de construcción del conocimiento. La sugerencia en particular es la siguiente:

Cédula 1. Luz blanca: un abanico de colores.

Al oprimir el botón enciendes la luz blanca que al pasar por un prisma se descompone en un abanico de colores.

Obsérvalo en la pantalla de la esquina superior derecha de la vitrina.

Cuando la luz está prendida gira la perilla hasta que la luz atraviese el segundo prisma. El abanico de colores “se cierra” para recomponer la luz blanca.

¿Por qué, al pasar por un prisma, la luz blanca se divide en luces de colores?

¿Por qué éstas vuelven a componer luz blanca cuando atraviesan un segundo prisma?

La luz blanca es una mezcla de luces de muchos colores, como los que podemos ver en el arcoíris cuando la luz del Sol atraviesa las gotas de lluvia. A esta conclusión llegó Newton apenas hace trescientos años.

Cédula 2. Luz blanca: un abanico de colores.

Este experimento con dos prismas fue realizado y explicado por primera vez en 1666 por Isaac Newton, quien llamo rayos primitivos a la gama de colores que componen el espectro visible y que en su conjunto conforman la luz blanca.

La luz blanca es una mezcla de luces de muchos colores. Cuando la luz atraviesa un prisma, cada color se desvía, es decir, se refracta en una dirección ligeramente diferente. Así, la luz blanca que entra por un lado, sale por el otro transformada en un abanico de hermosos colores, los mismos del arcoíris.

Si las luces de este abanico atraviesan un prisma semejante al primero, pero colocado de cabeza, se produce el efecto contrario, es decir, el abanico “se cierra” y sus colores se unen para volver a componer la luz blanca.

Cédula 3. Luz blanca: un abanico de colores.

Después del experimento de prismas de Newton se utilizaron diversos instrumentos filosóficos –antiguo nombre dado al instrumental de laboratorio- para el estudio del arte y la ciencia en experimentos de luz y color, aparatos que por su belleza y aportaciones al conocimiento han llegado hasta los museos de ciencias.

Pero te preguntará ¿por qué se separan las luces de colores en el interior del prisma? Los rayos de luz de cada color tienen una longitud de onda diferente. Debido a su forma y al material de que está hecho, el prisma refracta –es decir, desvía- cada longitud de onda con un ángulo ligeramente distinto. Así separa los rayos según su color.

Cédula 4. Luz blanca: un abanico de colores.

La luz blanca es una mezcla de luces de muchos colores, como los que podemos ver en el arcoíris cuando la luz del Sol atraviesa las gotas de lluvia. Para los antiguos mexicanos el arcoíris era una “serpiente de fuego” o Xiuhcōatl, que con su luz combatía la estación lluviosa y traía la seca.

Desde hace trescientos años hemos comprendido que este fenómeno natural se debe a la refracción de la luz, ya que cuando esta atraviesa un cuerpo traslúcido como las gotas de lluvia, las diferentes longitudes de onda que la conforman se desvían y nos permite apreciar espectro de luz visible: rojo, anaranjado, amarillo, verde, cian, azul y violeta.

Sirva este ejercicio como una heurística de las posibilidades retóricas para reforzar la relación cédula-objeto, donde también cabría la mención sobre la autoría del discurso textual, del aparato de divulgación y del propio Museo de la Luz.

Principales resultados.

El punto final de la travesía intelectual que significa el estudio del Museo de la Luz como un SCD consiste en hacer una evaluación que resalte los principales resultados de la investigación, tarea de selección que si bien puede dejar fuera de foco ciertos procesos y detalles conceptuales del museo de ciencias, tiene como virtud enfatizar las principales líneas de investigación que se desprenden de este proyecto de comunicación de la ciencia en México. Por ello quiero centrar la atención en cinco elementos, a saber: (I) la resiliencia del Museo de la Luz; (II) el museo de ciencias como retórica del espacio; (III) la trasposición de la cultura

científica; (IV) la patrimonialización tácita del conocimiento científico; (V) la influencia y responsabilidad de los especialistas en el museo de ciencias.

I. La resiliencia del Museo de la Luz.

La principal aportación de esta investigación consiste en brindar un estado de la cuestión sobre lo que el Museo de la Luz ofrece al visitante, lo que resulta relevante para la gestión actual del museo y en relación al Proyecto de Renovación, de cuyos efectos se prevén cambios importantes en la institución a partir de los cuales dejará de existir como tal el Museo de la Luz que se ha referido hasta el momento. Ante lo cual, y de cara al futuro, cabe preguntar qué permanencias se mantendrán en la identidad institucional. No obstante es preciso señalar que este proyecto en metamorfosis permanente ha conjuntado una serie de elementos materiales representativos del patrimonio cultural científico, aquél que da cuenta de las creencias, costumbres y valores articuladores de las comunidades científicas auspiciadas por la UNAM, las cuales a través Museo de la Luz muestran emblemas con gran capacidad persuasiva y aglutinadora frente a los vaivenes temporales.

Al respecto conviene señalar que experimentos de comunicación de la ciencia como el Museo de la Luz, con todo y sus historias accidentadas permeadas por mil inconvenientes geográficos, arquitectónicos, administrativos, económicos, políticos, educativos y hasta sindicales, resultan de gran valor para reconocer las estrategias que la comunidad científica mexicana ha utilizado para estimular el imaginario de la perspectiva científica en la población laica o aún no conversa a la cultura científica. En este sentido la mirada hacia la museografía del Museo de la Luz adquiere una dimensión importante, sobre todo porque permite observar procesos de pérdidas, ganancias y reacomodos, con lo que ejemplifica de manera práctica que la empresa científica es un proceso en construcción continua, que así como acumula, articula y promueve aquellos elementos que conducen hacia su estabilización como producto cultural, también puede olvidar y desprenderse de elementos de cara a las condiciones contextuales.

Por último, pero no menos importante, se encuentra la dimensión vivencial del Museo de la Luz constituida por su identidad, ideología e itinerancia histórica a través de la trashumancia y el ambulante al que se ha visto expuesto por los vaivenes administrativos de la institución. Lo que lleva a pensar en la resiliencia del Museo de la Luz al Antiguo Barrio Universitario así como a otros contextos tales como escuelas, ferias de ciencia o centros penitenciarios, capacidad que puede analizarse a profundidad para el mejoramiento de su oferta museográfica. Asimismo, en pos del cabal cumplimiento de sus funciones sociales, el Museo de la Luz ha desarrollado estrategias de adaptación a los contextos urbanos en los cuales adquiere un papel central debido a su compromiso público en la formación de los ciudadanos. Además hay destacar que una de las mayores aportaciones del Museo de la Luz ha sido incluir a su oferta programas enfocados a la atención de grupos vulnerables, como el caso de visitas guiadas diseñadas para grupos de invidentes y personas con discapacidades. No obstante es preciso reconocer que durante su estancia en el Centro Histórico, el Museo de la Luz no ha incorporado programas de comunicación de la ciencia dirigidos a las comunidades de comerciantes ambulantes que proliferan en los alrededores, un grupo vulnerable al que no se ha atendido más allá de actividades especiales en fechas conmemorativas como el Día del Niño o los aniversarios del museo, con lo cual es evidente una deuda pendiente que puede olvidarse ante los cambios previstos para la institución.

II. El museo de ciencias como retórica del espacio.

Una segunda aportación consiste en la interpretación de la museografía de las ciencias como retórica del espacio, que en el Museo de la Luz se instrumenta mediante el uso de los cuatro tipos de representación provenientes de las técnicas científicas para la producción de conocimiento, las cuales disponen una narrativa espacial mediante aparatos de divulgación principalmente cifrados en vitrinas (i. e. *in vitro*), con la posibilidad de interactuar mediante botones para la generación de fenómenos luminosos *in vivo* (i.e. desplegados en tiempo real), siendo el factor

humano de los anfitriones quienes representan la posibilidad de actualizar *in situ* el discurso museístico a través de diferentes técnicas de mediación para reformular el mensaje en pos de su apropiación por parte del visitante. A su vez, el elemento *in silico* es poco utilizado salvo en algunos videojuegos, en dispositivos programados para proyectar videos reiterativamente, así como en el desdoblamiento virtual del Museo de la Luz en su sitio en internet.

Lo que visto desde una perspectiva panorámica redundante en la programación de un discurso interactivo tendiente a la contemplación, a la manera de un libro-objeto dispuesto para ser narrado aleatoriamente pero sin posibilidad de intervenirlo para su modificación más allá del orden de la lectura. Ante ello se desprende un cuestionamiento sobre la tendencia monológica –más que dialógica– de su museografía. También se percibe el problema de la invisibilidad de los agentes que constituyen al Museo de la Luz, en un proceso continuo de borraduras que inicia con los autores intelectuales del proyecto museológico, seguidos por la DGDC como institución productora, distribuidora y gestora de la museografía, y que se manifiesta contundentemente con los aparatos de divulgación de los cuales no se refiere la autoría intelectual ni se resalta el carácter artesanal e idiosincrático de la mayoría de ellos, lo que genera problema de identidad grave al ser productos culturales de las comunidades científicas auspiciadas por la UNAM.

Si bien la clausura de modificaciones al discurso como los procesos de olvido pueden comprenderse como consecuencias de la estabilización del conocimiento señaladas por Latour y Woolgar, es preciso ahondar en ellos. Más allá de la comprensión del fenómeno, dados los compromisos sociales del museo de ciencias, tanto la clausura como el olvido requieren cuestionar sistemáticamente el encriptamiento monológico del estereotipo mediante el aparato de divulgación, ya que este produce una autorreferencialidad que no acepta interpretaciones alternativas de los fenómenos exhibidos, lo cual presenta un problema fundamental desde una perspectiva ética de la comunicación de la ciencia al establecer relaciones verticales que restan valor a la opinión del público general, cuyas voces se encuentran subordinadas a las sanciones expertas. Si

acaso, y en relación a las capacidades de mediación y conocimientos generales de cada caso, son los anfitriones quienes ofrecen una posibilidad efectiva para una experiencia dialógica en el Museo de la Luz a través de la cual pueda establecerse una negociación del significado en términos que sean relevantes para el visitante, y sobre todo que lo estimulen a cuestionar la experiencia cotidiana desde una interpretación científica del mundo.

III. La trasposición de la cultura científica.

El tercer resultado relevante consiste en la enunciación de la cultura científica como cultura producida en el laboratorio, lo que con base en las enseñanzas de las antropologías del laboratorio resulta en una contribución a la discusión sobre la cultura científica, ya que desde el enfoque antropológico los productos del laboratorio se perciben como constituyentes de nuestra vida cotidiana al estar presentes en nuestro espacio público y privado, por lo que vale la pena cuestionar las dinámicas de transición y las redes de intereses derivadas del laboratorio como centro de producción cultural. En ese sentido los aparatos de divulgación se presentan como legítimos elementos de estudio al ser portadores de los códigos culturales del laboratorio, ya que por un lado pueden ser elaborados con materiales accesibles en la vida cotidiana urbana, y por otro lado dicha condición se refleja en sus costos de producción, mantenimiento y actualización.

Asimismo resulta fundamental reconocer la intencionalidad política inherente a la selección, producción y distribución de estereotipos para la comunicación de la ciencia, dinámica mediante la cual es visible la valoración de elementos representativos de una comunidad científica, los cuales generan acuerdo y consenso al interior del grupo esotérico así como adherencia de las comunidades exotéricas al estilo de pensamiento científico. Lo relevante del asunto es que la perspectiva especializada, además de reservarse el derecho de selección de aquello representativo del patrimonio cultural científico y de sancionar las interpretaciones adecuadas del mismo, también orienta la mirada del público al

generar explicaciones gráficas y sencillas (i.e. imágenes claras) que brindan certeza sobre lo que sabemos científicamente.

Si bien el estereotipo científico puede verse como un soporte cognitivo para acercarse a la perspectiva científica, lo que en sí ya es una aportación a la sociedad dada la organización y distribución del trabajo, también es cierto que las posibilidades comunicativas del estereotipo no agotan el horizonte del pensamiento científico. Ante lo cual se presenta de nueva cuenta el problema del dialogismo en el museo de ciencias, cuya solución redundaría en el reconocimiento del patrimonio cultural científico como una herencia humana más que el ámbito de prestigio de ciertas comunidades de practicantes.

IV. La patrimonialización tácita del conocimiento científico.

De lo anterior se reconoce que la posibilidad de apropiación del patrimonio cultural científico presente en el Museo de la Luz es producto del trabajo colectivo entre miembros de diferentes instituciones, particularmente de la comunidad de especialistas (i.e. científicos y divulgadores) que asumieron el reto de emitir una imagen pública de la ciencia desde la institución museística con la finalidad de estimular la perspectiva científica en el público amplio de la sociedad mexicana, con lo cual respondieron a las expectativas de funcionamiento de un museo universitario de la UNAM. A este proceso de selección de elementos para configurar un código museográfico propio se le puede denominar como patrimonialización tácita, en el sentido de que el bien cultural que significa el conocimiento científico es apropiado, distribuido y reproducido públicamente por los miembros de una comunidad, en este caso la universitaria, aunque dicho bien no se encuentre sancionado por instituciones oficiales dedicadas a la salvaguarda del patrimonio cultural, y por lo tanto no haya sido evaluado y certificado para su inclusión en los catálogos correspondientes según los protocolos internacionales, ya que aun así este patrimonio es considerado constituyente de una identidad colectiva.

De manera particular este proceso de patrimonialización tácita se vio influenciado por las diferentes tradiciones disciplinarias de los grupos que diseñaron y administran al Museo de la Luz, así como por la adecuación lingüística (i.e. reformulación divulgativa) y museográfica (i.e. objetivación del patrimonio cultural científico) del discurso científico para su accesibilidad pública, en un experimento de recontextualización del discurso para promover el paso de la monosemia de la jerga científica a la polisemia del lenguaje cotidiano, el cual al ser un fenómeno vivo está abierto a múltiples interpretaciones y consecuentemente en cambio permanente. En este sentido se vislumbra una línea de investigación sobre las genealogías de la divulgación de la ciencia profesional contemporánea en México, mismas que pueden vincularse tanto a la generación de instituciones como a la agenda política del estado mexicano, en donde el correlato al desarrollo de técnicas comunicativas y programas de comunicación se encuentra en la conformación de nuevas comunidades de practicantes que han sabido insertarse a la vida pública como líderes de opinión.

V. La influencia y responsabilidad de los especialistas en el museo de ciencias.

Por último se encuentra un problema subyacente a las discusiones sobre los diferentes modelos y políticas para la comunicación pública de la ciencia en general, y para los museos de ciencias en particular, que de manera puntual versa sobre la construcción de autoridades y legitimidad para la opinión pública, pues el mantenimiento y proliferación de creencias está ligado a las generalizaciones objetivadas en representaciones sociales que "se incorporan a prácticas e instituciones que las reproducen (ya sea explícita o inadvertidamente) y que se enraízan muy profundamente en la sociedad" (Murguía, 2014, p.115), por lo que se requiere observar los procesos de construcción de imágenes científicas exhibidas públicamente en el espacio museístico.

Derivado de ello es preciso señalar que el fenómeno de comunicación de la ciencia no sólo debe ser visto desde sus dimensiones técnicas o prácticas, ya que si bien la articulación de medios de comunicación y la producción de contenidos

son asuntos primordiales para que dicha labor puede efectuarse, también es necesaria una reflexión sobre el papel y atribuciones de los expertos en dicha actividad. Esta dimensión no es menor en cuanto a que "la experticia constituye lo que los economistas llaman un bien posicional, es decir, sí implica la comparación entre quienes se supone tienen conocimiento sobre un tema" (Murguía, *op. cit.*, p.118.), y en ese sentido se abre la discusión para definir los fines y las formas de la cultura científica, sus pretensiones de inclusión, y las propuestas de diálogo entre comunidades de expertos y laicos en el espacio público del museo de ciencias como oportunidad para la transformación del imaginario social.

Epílogo.

Ante los resultados presentados, la tesis que sintetiza esta investigación es que el Museo de la Luz visto como SCD permite observar cómo la sanción experta orienta la mirada del público a través de los aparatos de divulgación como herramientas museográficas (i.e. soportes cognitivos de los estereotipos científicos), en los cuales el juicio de autoridad del especialista legitima la selección y distribución del patrimonio cultural científico para su consumo popular. Por lo que se prevé que el siguiente cuestionamiento lógico gira en torno a las implicaciones éticas de dicha orientación de la mirada para la práctica profesional de la divulgación de la ciencia.

Es entonces cuando cabe preguntarse por los retos que plantean las dinámicas del libre mercado y la importación de agendas de investigación a la comunicación de la ciencia en un país como el nuestro, especialmente al momento de definir los parámetros para su evaluación. Ante este panorama conviene rescatar el legado de Luis Estrada para la divulgación de la ciencia en la UNAM, pues la perspectiva integradora de quien fuera el fundador del CUCC resulta útil para comprender las dimensiones pedagógica y política de la divulgación. De ambas dimensiones se desprende que el conocimiento científico entendido como un patrimonio también es un bien público, y por lo tanto entra en la esfera de intereses del ciudadano ya que el conocimiento científico puede beneficiar o

perjudicar las condiciones de vida que afectan a todos. En este sentido el propio Estrada apunta hacia una ética de la divulgación de la ciencia, ya que advierte que una práctica profesional puede redundar en el beneficio social, así como una simulación de ella puede ser un instrumento para la enajenación (Estrada, 2003); más aún queda por definir el valor de lo local en el desarrollo de las prácticas avaladas por las comunidades de divulgadores de las ciencias en México.

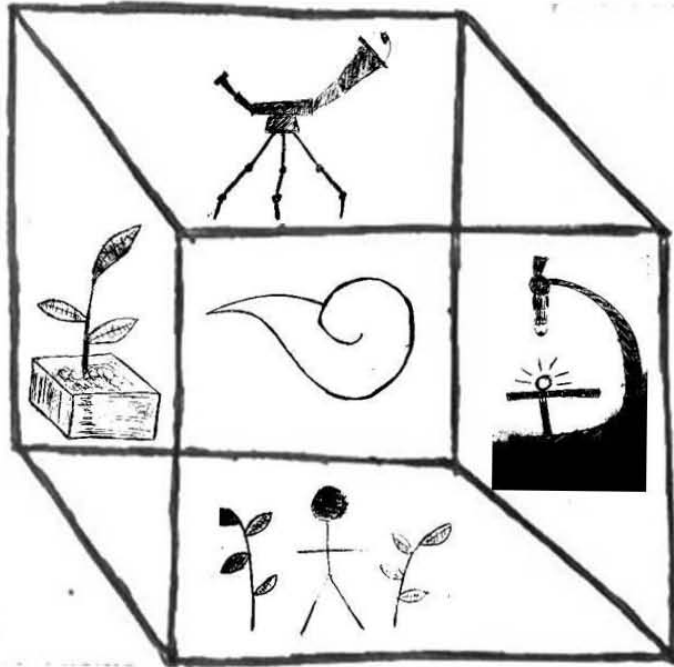


Fig. 5. Utopía del museo de ciencias como cubo blanco. Ilustración por Hugo Domínguez Razo.

Obras consultadas.

Impresas.

- Adams, Marianna, Luke, Jessica & Moussouri, Theano (2004). "Interactivity: Moving beyond terminology". *Curator: The Museum Journal*, Vol.47, No.2, pp.155-170.
- Aguilera Jiménez, Patricia (2007). *Los guías de los museos de ciencia como mediadores de la participación de los visitantes: el caso del Museo de la Luz*. México: La autora, ITESO. Tesis para obtener el grado de Maestra en Comunicación de la Ciencia y la Cultura, Rebeca Mejía-Arauz (asesora).
- Alberti, Samuel (2005). "Objects and the Museum". *Isis*, Vol.96, No.4, pp.559-571.
- Álvarez del Castillo, María del Carmen (1998). "La estética en un museo: Museografía". En Flores Valdéz, Jorge (comp.) (1998). *Cómo hacer un museo de ciencias*. México: UNAM, FCE, p. 110 – 115.
- Barnes, Barry (2001). "Practice as collective action". Schatzki, Theodore, Knorr Cetina, Karin & von Savigny, Eike (eds.). *The Practice Turn in Contemporary Theory*. Londres: Routledge, pp.25-36.
- Barragán Flores, María Emilia (2006). *Se enciende la luz de la ciencia en el Centro Histórico: Reportaje*. México: La autora, UNAM, Tesis para obtener el grado de Licenciada en Ciencias de la Comunicación, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Ema Gutiérrez González (asesor).
- Barry, Andrew (1998). "On interactivity: consumers, citizens and culture". MacDonald, Sharon (ed.). *The Politics of Display. Museums, science, culture*. Londres: Routledge, pp.85-102.
- Bitgood, Stephen (2002). "Environmental psychology in museums, zoos, and other exhibition centers". Betchel, R. (editor.): *Handbook of Environmental Psychology*. New York: John Wiley & sons, pp.461-480.
- Bloor, David (1998). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.
- Bradburne, James (1998). "Dinosaurs and white elephants: the science center in the twenty-first century". *Public Understanding of Science*, Vol. 7, pp.237-253.
- Brewster, David (1813). *A treatise on new philosophical instruments, for various purposes in the arts and sciences with experiments on light and colours*. Edinburgo: John Murray, William Blackwood.
- Bruman, Raymond (ed.) (2002). "Rainbow Encounters" Recipe No. 3. *Exploratorium Cookbook I. A Construction Manual for Exploratorium Exhibits. Revised Edition*. [Ed. original de 1975].
- Bud, Robert (2010). "Collecting for the Science Museum: Constructing the Collections, the Culture and the Institution". Morris, Peter (ed.). *Science for the Nation. Perspectives on the History of the Science Museum*. Reino Unido, Palgrave Macmillan, pp.266-288.
- Buneder Poblete, Suad (2001). *Serie de señales para el Museo de la Luz*. México: La autora, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en

- Comunicación Gráfica, Escuela Nacional de Artes Plásticas, Gerardo Clavel de Kruff (asesor).
- Burns, Terry, O'Connor, John & Stocklmayer, Susan (2003). "Science Communication: A contemporary definition". *Public Understanding of Science*, Vol. 12, pp.183-202.
- Castellanos, Patricia (2008). *Los museos de ciencias y el consumo cultural: una mirada desde la comunicación*. Barcelona: UOC.
- Cetto, Ana María (2007). *La luz. En la naturaleza y en el laboratorio*. México: FCE, SEP, CONACYT, 2007. [Colección: *La Ciencia para Todos*, 32]. [Ed. original 1987].
- Cetto, Ana María (coord.) (1995). *Museo de la Luz. Proyecto conceptual*. México: s/d.
- _____ (s/f). *Áreas por secciones*. México: s/d.
- Cetto, Ana María & De la Peña, Luis (2003). "El Museo de la Luz: de la ilusión a la realidad". *Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, octubre-diciembre, Vol. 54, Núm. 4, 2003.
- Chartrand, Tanya & Bargh, John (1999). "The Chamaleon Effect: The Perception-Behavior Link and Social Interaction". *Journal of Personality and Social Psychology*. Vol. 76, No. 6, pp.893-910.
- Chávez Reséndiz, Israel (2008). *¿Cómo surge UNIVERSUM?* México: El autor, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Susana Biro Mc Nichol (asesora).
- Collins, Harry (2001). "What is tacit knowledge?". Schatzki, Theodore, Knorr Cetina, Karin & von Savigny, Eike (eds.). *The Practice Turn in Contemporary Theory*. Londres: Routledge, pp.115-128.
- Cuellar, Karen & Jiménez, Karla (2013). *Propuesta de plan de comunicación para el Museo de la Luz*. México: Las autoras, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Ciencias de la Comunicación, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Adriana Reynaga Morales (asesora).
- Daston, Lorraine (2000). "The coming into being of scientific objects". Daston, Lorraine (ed.). *Biographies of scientific objects*. E.E.U.U.: The University of Chicago Press, pp.1-14.
- Díaz Pérez, José Manuel (2016). *Nuevo Museo de la Luz*. México: El autor, UNAM. Tesis para obtener el grado de Arquitecto, Facultad de Arquitectura, Luis Saravia Campos, Carlos Véjar Pérez Rubio, Alfonso Ramírez (asesores).
- Dierking, Lynn (2013). "Museums as social learning spaces". Lundgaard, Ida & Jensen, Jacob (eds.). *Museums. Social learning spaces and knowledge producing processes*. Dinamarca: Kulturstyrelsen – Danish Agency for Culture, pp.198-219.
- Domínguez-Razo, Hugo (2013). *Museo de la Luz: "Ciencia, Arte e Historia". El museo de ciencia como reflejo de la comunidad científica*. México: El autor, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Rafael Guevara Fefer (asesor).
- Dubé, Philippe (1995). "Exponer para ver, exponer para conocer". *Museum International*. Paris: UNESCO, No. 185, Vol. 47, No. 1, pp.4-5.

- _____ (2004). "La hermosura de lo vivo o el regreso de lo reprimido". *Museum International*. Paris: UNESCO, Vol. 221/222, pp.125-132.
- Duncan, Carol (1995). *Civilizing rituals: inside public art museums*. Londres: Routledge.
- Escobar, Susana & Patinga, Libia (2003). *Campaña promocional para el Museo de la Luz, institución de divulgación de la ciencia*. México: Las autoras, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Comunicación y Periodismo, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, Mario López Sánchez (asesor).
- Falk, John & Dierking, Lynn (2000). *Learning from museums : visitor experiences and the making of meaning*. E.E.U.U.: Altamira Press.
- Falk, John & Storksdieck, Martin (2005). "Learning science from museums". *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v.12 (suplemento), pp.117-143.
- Fernández, Luis Alonso (2001). *Museología y Museografía*. España: El Serbal.
- Fierro Gossman, Rafael (2003). *Templo del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo: Museo de la Luz: 400 años de historia*. México: UNAM, DGDC.
- Fleck, Ludwik (1986). *La génesis y desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial. [Ed. original de 1935].
- Flores Valdéz, Jorge (comp.) (1998). *Cómo hacer un museo de ciencias*. México: UNAM, FCE.
- Forgan, Sophie (2005). "Building the Museum: Knowledge, Conflict, and the power of Place". *Isis*, Vol. 96, No. 4 (December 2005), pp. 572-585.
- Foucault, Michel (2008). "Of other spaces". Dehaene, Michiel & De Cauter, Lieven (eds.). *Heterotopia and the city: public space in a postcivil society*. E.E.U.U.: Routledge, pp.13-29. [Conferencia original de 1967].
- García Rivero, Claudia Elizabeth (2001). *Estudio exploratorio sobre los aspectos de la educación no formal en los museos de ciencias en México: el caso de 10 museos de ciencias interactivos*. México: La autora, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Pedagogía, Facultad de Filosofía y Letras, Sara Gaspar Hernández (asesor).
- Giere, Ronald (2002). "Scientific cognition as distributed cognition" en Carruthers, P., Stich, S. y Siegal, M. (eds.), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press, pp.285 – 299.
- _____ (2004). "The problem of agency in scientific distributed cognitive systems" en *Journal of cognition and culture*. Leiden: Koninklijke Brill NV, 4, 3-4, pp. 759 – 774.
- Giere, Ronald & Moffat, Barton (2003). "Distributed Cognition: Where de Cognitive and the Social Merge" en *Social Studies of Science*, 33/2, Abril, pp1-10.
- Gregory, Jane & Miller, Steve (1998). *Science in Public: Communication, Culture and Credibility*. Nueva York: Plenum Trade.
- Harris, Jennifer (2011). "Dialogism: the ideal and the reality for museum visitors". Desvallées, Andre & Nash, Suzanne (eds.). *El museo dialógico y la experiencia del visitante*. Taiwan: ICOFOM, ICOM/UNESCO, pp.87-96.
- Haslam, Nick (2007). *Introduction to personality and Intelligence*. Londres: Sage.
- Hein, George (2009). "La responsabilidad social de los museos". En Hernández Pérez, Ana M. (ed.) (2009). *Simposio Internacional de Educación en*

- Museos: La aportación educativa de los museos a la sociedad*. Puerto Rico: Museo de Arte de Ponce, pp.26-39.
- Hooper-Greenhill, Eilean (2006). "Studying visitors". Sharon Macdonald (ed.). *A Companion to Museum Studies*. Reino Unido: Blackwell Publishing Ltd, pp.362–376.
- _____ (2007). *Museums and education: purpose, pedagogy, performance*. Londres: Routledge.
- Johnson, Mark (2006). "Cognitive Science". Shook, John & Margolis, Joseph (eds.). *A Companion to Pragmatism*. Reino Unido: Blackwell Publishing Ltd, pp.369-377.
- Karasavvidis, Ilias (2002). "Distributed Cognition and Educational Practice" en *Journal of Interactive Learning Research*, 13 (1), Norfolk, Association for the Advancement of Computing in Education, pp.11-29.
- Latour, Bruno (1983). "Give a Laboratory and I Will Raise the World". Knorr-Cetina, K. D. y Mulkay, M. J. (eds.), *Science observed: Perspectives on the Social Studies of Science*. Londres: Sage, pp.141-169.
- Latour, Bruno y Woolgar, Steve (1986). *Laboratory life. The construction of scientific facts*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Ludwig, David (2014). "Extended cognition in science communication". *Public Understanding of Science*, Vol. 23, pp.982-995.
- MacDonald, Sharon (1998). "Supermarket science? Consumers and 'the public understanding of science'". MacDonald, Sharon (ed.). *The Politics of Display. Museums, science, culture*. Londres: Routledge, pp.103-120.
- Matsumoto, David (ed.) (2009). *The Cambridge dictionary of psychology*. E.E.U.U.: Cambridge University Press.
- Marsh, Allison (2005). "Museums of science and technology" en Carl Mitcham (ed.) (2005). *Encyclopedia of science, technology and ethics*. E.E.U.U.: Thomson Gale, pp. 1251-1254.
- Mejía, Rebeca (2005). "Tendencias actuales en la investigación del aprendizaje informal". En *Sinéctica Revista del Departamento de Educación y Valores del ITESO*. México: ITESO, No. 26, Febrero-Julio pp. 4 – 11.
- Montpetit, Raymond (1995). "El sentido del espacio". *Museum Internacional*. Paris: UNESCO, No. 185, Vol. 47, No. 1, pp.41-45.
- Murguía, Adriana (2014). "Epistemología socia y democracia deliberativa" en *Acta Sociológica*. México: UNAM, Núm. 63, Enero-Abril, p.115.
- Navarrete Arauza, Ernesto (2007). *Luz en el Centro Histórico*. México: UNAM, DGDC.
- Negrete Barajas, María Elena (2012). *Propuesta de Taller "Estrategias de mediación didáctica" dirigido a anfitriones del Museo de la Luz, DGDC, UNAM*. México: La autora, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Pedagogía, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Erasmo Islas Mejía (asesor).
- O'Doherty, Brian (1986). *Inside the white cube. The ideology of the gallery space*. San Francisco: The Lapis Press. [Ed. original de 1976].
- Oppenheimer, Frank (1968). "Rationale for a science museum". *Curator: The Museum Journal*, Vol.1, No.3, pp.206-209.

- Rennie, Leoni (2001). "Communicating science through interactive science centers: A research perspective". Stocklmayer, Susan, Gore, Michael y Bryant, Chris (eds.). *Science communication in theory and practice*. Dordrecht: Kluwer Academic, pp. 107-121.
- Rennie, Leoni & McClafferty, Terence (1999). "Science centres and science learning". Scanlon, Eileen, Whitelegg, Elizabeth & Yates, Simeon (1999). *Communicating science: Contexts and Channels*. Nueva York, Routledge, pp.62-93.
- Reynoso Haynes, Elaine (1994). *Propuesta para San Pedro y San Pablo*. México: La autora.
- Rico Mansard, Luisa (comp.) (1994). *Guía de murales del Antiguo Colegio de San Ildefonso*. México: UNAM.
- Robbins, Philip & Aydede, Murat (2009). "A short primer on Situated Cognition". Robbins, Philip & Aydede, Murat (eds). *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*. E.E.U.U.: Cambridge University Press, pp.3-10.
- Rodari, Paola (2009). "La responsabilidad social de los museos científicos: éxitos, fallas y necesidades". En Nepote, Juan y Rodari, Paola (2009). *Más allá del océano: Ciencia y ciudadanos en Jalisco y Trieste*. México: Ediciones Arlequin, pp. 205-226.
- Ruiz Cortés, Alberto (2009). *Creación de un taller de fotografía experimental (cianotipia) para el Museo de la Luz*. México: El autor, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Artes Visuales, Escuela Nacional de Artes Plásticas, José Manzano Águila (asesor).
- Russell, Ian (1990). "Visiting a science centre: what's on offer?". *Physics Education*. Reino Unido: IOP Publications, Vol. 25, No. 5, pp.258-262.
- Sagan, Carl (1998). *Miles de millones. Pensamientos de vida y muerte en la antesala del milenio*. Barcelona: Ediciones B, pp.38-40. [Ed. original 1986]
- Sánchez Monroy, María Mercedes (2007). *Estudio comparativo de los modelos educativos utilizados en los museos interactivos de la Ciudad de México: Museo de la Luz, Universum, Papalote*. México: La autora, UNAM. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Pedagogía, Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Blanca Aranda Juárez (asesora).
- Sánchez-Mora, Carmen (2008). "La evaluación en museos y centros de ciencias" en Lozano, M. y C. Sánchez-Mora (Ed.), (2008), *Evaluando la comunicación de la ciencia: Una perspectiva latinoamericana*. México: CYTED, AECL, DGDC-UNAM, pp. 27 – 49.
- _____ (2011). "Los museos y la cultura científica: una aproximación a través del recuerdo de las exhibiciones museográficas". *Revista Museologia e Patrimonio*. Brasil: PPG-PMUS, Unirio, Vol. 4, No. 1, pp.3-27.
- _____ (2012). "Potencialidad educativa y museos de ciencias". *Ciencia y Desarrollo*. México: CONACYT, Vol. 38, No. 260, Julio-Agosto, pp. 36-41.
- Sánchez-Mora, Ana María & Sánchez-Mora, Carmen (2003). "Glosario de términos relacionados con la divulgación: una propuesta". *El Muégano Divulgador*. México: DGDC-UNAM, No. 21.
- Secord, James (2004). "Knowledge in transit". *Isis*, Núm. 95, pp. 654-672.
- Schaffer, Simon (2011). *Trabajos de Cristal. Ensayos de Historia de la Ciencia, 1650-1900*. Madrid: Marcial Pons, pp. 345-396.

- Smuts, Aaron (2009). "What is Interactivity?". *Journal of Aesthetic Education*, Vol.43, No.4, pp.53-73.
- Stickler, John (1995). "Inmersión total: las nuevas tecnologías crean nuevas experiencias". *Museum Internacional*. Paris: UNESCO, No. 185, Vol. 47, No. 1, pp.36-40.
- Tagüeña, Julia, Trápaga, Roberto & Tonda, Juan (2007). *Diez años a la vanguardia*. México: UNAM, DGDC.
- Van Praët, Michel (2004). "Las ciencias y el patrimonio natural: lo intangible en el museo". *Museum Internacional*. Paris: UNESCO, Vol. 221/222, pp.116-124.
- Wilson, Margaret (2002). "Six views of embodied cognition". *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (4), pp.625-636.
- Wilson, Robert & Clark, Andy (2009). "How to situate cognition: Letting nature take its course" en Aydede, M. y Robbins, P. (eds.), *The Cambridge handbook of situated Cognition*, Cambridge, The Cambridge University Press, pp.55-77
- Zavala Calderón, Álvaro (2015). *Museo de la Luz - Ciudad Universitaria*. México: El autor, UNAM. Tesis para obtener el grado de Arquitecto, Facultad de Arquitectura, Elodia Gómez, Rafael Martínez, Silvia Decanini (asesores).

Recursos digitales.

- Antiguo Colegio de San Ildefonso (2012). "Acerca del museo" [Disponible en: <http://www.sanildefonso.org.mx/acerca_de.php>, 28 de septiembre de 2015].
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012). *Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas*. DOF 09-04-2012. México: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión [Disponible en: <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131.pdf>>, 18 de marzo de 2013]. [Ed. original 1972].
- Chamizo Guerrero, José Antonio (1997). "Dirección General de Divulgación de la Ciencia". *Memoria UNAM 1997*. México: UNAM [Disponible en: <www.planeacion.unam.mx/Memoria/anteriores/1997/dgdc.php>, 13 de febrero de 2013].
- _____ (1998). "Dirección General de Divulgación de la Ciencia". *Memoria UNAM 1998*. México: UNAM [Disponible en: <www.planeacion.unam.mx/Memoria/anteriores/1998/dgdc.php>, 13 de febrero de 2013].
- Conacyt (2013). "Glosario de términos básicos" [Disponible en: <<http://www.conacyt.mx/index.php/glosario-de-terminos-sni>>, 30 de septiembre de 2015].
- CSIC (2014). "El experimento del prisma de Newton (con una diapositiva de MS Power Point)" [Disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=toV631ezbrl>>, 30 de septiembre de 2015].
- Declaración de Mechelen* (2014) [Disponible en: <http://www.scws2014.org/wp-content/uploads/2014/03/Mechelen-Declaration_def.pdf>, 05 de septiembre de 2015].

- Drucker, René (2008). "Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC)". *Memoria UNAM 2008*. México: UNAM [Disponible en: <<http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2008/PDF/641.pdf>>, 13 de febrero de 2013].
- Estrada Martínez, Luis (2003). *La UNAM y yo. Forjadores de la ciencia en la UNAM. Ciclo de conferencias <<Mi vida en la ciencia>>. Julio 8 de 2003*. México: UNAM, Coordinación de la Investigación Científica, p. 12. [Disponible en: <http://www.cic-ctic.unam.mx/cic/mas_cic/publicaciones/download/forjadores/Luis_Estrada_Martinez.pdf>, 15 de febrero de 2013].
- Fierro Gossman, Julieta (2000). "Dirección General de Divulgación de la Ciencia". *Memoria UNAM 2000*. México: UNAM,. [Disponible en: <<http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2000/pdf/dgdc.pdf>>, 13 de febrero de 2013].
- Flores, Jorge (1996). "Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia". *Memoria UNAM 1996*. México: UNAM [Disponible en: <www.planeacion.unam.mx/Memoria/anteriores/1996/cucc.php>, 13 de febrero de 2013].
- Google (s/f). *Mapa del Centro Histórico de la Ciudad de México*. [Disponible en: <[http://icom.museum/statutes.html](https://www.google.com.mx/maps/dir/San+Ildelfonso,+Centro,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+D.F./Z%C3%B3calo,+Plaza+de+la+Constituci%C3%B3n+S%2FN,+Centro,+Cuauht%C3%A9moc,+06010+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+D.F./@19.4346733,-99.1322582,17z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85d1f933799b9d7f:0x4fa9c42819e69686!2m2!1d-99.1295045!2d19.4362866!1m5!1m1!1s0x85d1fec44864aaff:0x4cff0c5cb291360c!2m2!1d-99.1332049!2d19.4326018!5i1!>, 7 de diciembre de 2015].</p><p>ICOM (2007). <i>Estatutos del ICOM</i>, Artículo 01, Sección 2. [Disponible en: <, Consulta: 2 de mayo de 2015].
- Instituto de Física (2015). *Historia*. [Disponible en: <<http://www.fisica.unam.mx/historia.php>>, 25 de marzo de 2016].
- Karasavvidis, Ilias (2008). "Activity Theory as a theoretical framework for the study of blended learning: a case study". *Six International Conference on Networked Learning* [Disponible en: <http://www.networkedlearningconference.org.uk/past/nlc2008/abstracts/PDFs/Karasawidis_195-202.pdf>, 22 de febrero de 2016].
- Manriquez, Yonadxandi (comp.) (2010). *Cedulario por secciones del Museo de la Luz*. Recurso electrónico del Curso de Capacitación para los Anfitriones del Museo de la Luz. México: Museo de la Luz, DGDC, UNAM.
- Martin, Laura (1996). "Learning in context". *About Learning: A Field Guide for Museums*. ASTC Newsletter. [Disponible en: <http://www.astc.org/resource/education/learning_martin.htm>, 2 de junio de 2014].
- Museo de la Luz (2011a). "Visita el Museo de la Luz" [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/visita>>, 28 de septiembre de 2015].

- _____ (2011b). “Conócenos” [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/conocenos>>, 28 de septiembre de 2015].
- _____ (2011c). “Actividades y eventos” [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/actividades>>, 28 de septiembre de 2015].
- _____ (2011d). “Exposiciones” [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/exposiciones>>, 28 de septiembre de 2015].
- _____ (2011e). “Talleres” [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/exposiciones/talleres>>, 28 de septiembre de 2015].
- _____ (2015). “Proyecto de renovación del Museo de la Luz” [Disponible en: <<http://www.museodelaluz.unam.mx/renovacion/>>, 2 de agosto de 2015].
- Noriega, Roberto (2013). “Espacio de luz. Entrevista con Ana María Cetto”. En *HomeTECH*. México: MUSITECH Ediciones y Eventos, S.A. de C.V. [Disponible en: <<http://hometech.com.mx/2013/espacio-de-luz/>>, 18 de marzo de 2013].
- Prinz, Jesse (2011). “Culture and Cognitive Science”. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. (Winter 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.) [Disponible en: <<http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/culture-cogsci/>>, 21 de noviembre de 2015].
- Sánchez-Mora, Carmen (2014). Los museos de ciencia, espacios para la divulgación interpersonal. RDU, Revista digital Universitaria. Departamento de acervos digitales. Dirección General de Cómputo y Tecnologías de la Información y Comunicación. UNAM, p: 4-14. Vol.15, No. 3. ISSN 1607-6079. <<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num3/art20>>, 28 de noviembre de 2015].
- SOMEDICYT (s/f). “Historia” [Disponible en: <<http://www.somedyt.org.mx/historia.html>>, 28 de febrero de 2013].
- Tagüeña, Julia (2005). “Dirección General de Divulgación de la Ciencia”. *Memoria UNAM 2005*. México: UNAM [Disponible en: <<http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2005/pdf/85-dgdc.pdf>>, 13 de febrero de 2013].
- _____ (2006). “Dirección General de Divulgación de la Ciencia”. *Memoria UNAM 2006*. México: UNAM [Disponible en: <<http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2005/pdf/85-dgdc.pdf>>, 13 de febrero de 2013].
- UMAC (2013). *UMAC Resolution*. [Disponible en: < <http://publicus.culture.huberlin.de/umac/pdf/UMAC%20Resolution%20on%20protection%20of%20University%20collections%20final%20version.pdf>>, 23 de noviembre de 2015].
- Universum (2015). “Conócenos” [Disponible en: <<http://www.universum.unam.mx/conocenos.php>>, 28 de septiembre de 2015].