

Museos, artefactos y sociedad: ¿Cómo se configura su dimensión educativa?¹

.....
Manuel Franco-Avellaneda²

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil³
mfrancoavellaneda@gmail.com

Recibido: 21 de enero de 2013

Aceptado: 21 de marzo de 2013

.....
¹ Este artículo presenta parte de las discusiones y reflexiones de la Investigación doctoral en curso de Franco-Avellaneda en la UFSC, bajo la orientación del profesor Irlan von Linsingen, financiada por CAPES-Brasil. La reflexión propuesta aprovecha un caso de estudio basándose en tres componentes teóricos: una matriz constructivista social, reflexiones de la crítica feminista sobre la tecnología y la pedagogía Freireana.

² Magíster en Educación, Especialista en Pedagogía e Ingeniero Mecánico.

³ Candidato a Doctor en educación científica y tecnológica-UFSC.

Museos, artefactos y sociedad: ¿Cómo se configura su dimensión educativa?

Resumen

El presente artículo plantea una propuesta teórico-metodológica para identificar la dimensión educativa presente en los sistemas socio-técnicos. Indaga específicamente por cómo esa dimensión es configurada en el proceso de conceptualización, construcción y apropiación de artefactos interactivos en los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología cuyos objetivos apuntan a popularizar los conocimientos tecno-científicos. Metodológicamente, el artículo presenta un caso de estudio basándose en tres componentes teóricos: una matriz constructivista social, reflexiones de la crítica feminista sobre la tecnología y la pedagogía Freireana. El documento cierra con algunas reflexiones sobre el problema presentado y sugiere puntos clave para futuras investigaciones.

Palabras clave: Popularización de la ciencia, Estudios sociales de la ciencia y la tecnología, Museos interactivos de ciencia y tecnología, Educación científica y tecnológica.

Palabras clave descriptores: Divulgación científica, Museos virtuales, Aprendizaje por experiencia, Tecnología educativa.

Museums, Artefacts and Society: How Is Its Educational Dimension Configured?

Abstract

This article presents a theoretical and methodological approach to identify the educational dimension present in socio-technical systems. It specifically explores how this dimension is configured in the conceptualization, building and appropriation processes of interactive artifacts in museums and interactive centers of science and technology; which objectives are to to popularize techno-scientific knowledge. Methodologically, the article presents a case study based on three theoretical components: A social constructivist framework, reflections of the feminist critique of technology and Freirean pedagogy. The paper closes with some reflections about the tackled problem and suggests key points for future research.

Keywords: Popularization of Science, Social Studies of Science and Technology, Interactive Science and Technology Museums, Science and Technology Education.

Key words plus: Popular science, Virtual museums, Learning from experience, Educational technology.

Museus, artefatos e sociedade: Como a sua dimensão educativa se configura?

Resumo

O presente artigo apresenta uma proposta teórico-metodológica para identificar a dimensão educativa presente nos sistemas sócio-técnicos. Especificamente, analisa como essa dimensão é configurada na conceitualização, construção e apropriação de artefatos interativos em museus e centros interativos de ciência e tecnologia cujos objetivos orientam a popularizar o conhecimento técnico-científico. Metodologicamente, o artigo apresenta um estudo de caso apoiado em três componentes teóricos: uma matriz construtivista social, reflexões da crítica feminista sobre tecnologia e a pedagogia freireana. O artigo encerra com algumas reflexões sobre o problema enfrentado e sugere pontos-chave para pesquisas futuras.

Palavras-chave: Popularização da ciência, Estudos sociais da ciência e da tecnologia, Museus interativos de ciência e tecnologia, Educação científica e tecnológica.

Palavras-chave descritores: Ciência popular, Museus virtuais, Aprender com a experiência, Tecnologia educacional

Introducción

La propuesta sobre la cual se originaron los museos y centros interactivos de ciencia, plantea ofrecer una experiencia directa de los fenómenos naturales, físicos y tecnológicos, bajo el supuesto de que esto brindara a los visitantes la confianza y las habilidades para comprender el mundo que los rodea. En este sentido, se diseñan aparatos con el objetivo de presentar y permitir la interacción con estos fenómenos, conocidos como *exposiciones interactivas*. A través de estos artefactos se espera que el visitante pueda conducir la actividad, reunir evidencias, seleccionar opciones, sacar conclusiones, modificar situaciones dependiendo de las propuestas hechas, entre otras expectativas (Allen & Gutwill, 2004). En esta dirección, la misión de estos escenarios desde sus inicios ha sido comunicar y formar en/sobre ciencias y tecnologías, porque se considera que el aprendizaje de estos conocimientos es necesario para la ciudadanía (Bradburne, 1998).

Estos museos conocidos en algunos contextos como *science centers* (Centros de ciencia)⁴, están más dedicados a transmitir experiencias a sus públicos que a exhibir y mantener colecciones de objetos. Esta propuesta iniciada, entre otras instituciones, por el Exploratorium de San Francisco-EUA y el Ontario Science Center en Toronto-Canadá, que abren sus puertas a finales de la década de 1960, podría caracterizarse con por lo menos cuatro cambios que orientan el desarrollo de estos escenarios, siguiendo el trabajo de Schiele (2008), así: la comunicación, la interactividad, la evaluación, y las preocupaciones por las transformaciones en el ambiente y en la sociedad causadas por las ciencias y las tecnologías.

En relación a la comunicación en los museos tradicionales, esta era considerada como herramienta para el conocimiento científico y su interés estaba centrado en los objetos debido al papel de la catalogación y clasificación de la naturaleza que los museos de ciencia asumieron en el siglo XIX. Es por ello que el cambio se dio para una comunicación centrada en los públicos; justificado en la aparente imposibilidad de los científicos de comunicarse con la sociedad y la

.....
⁴ Es importante aclarar que en el contexto Latinoamericano se usa sin ninguna distinción, el nombre de museo interactivo de ciencia, museo de ciencia y tecnología o centro interactivo de ciencia para referirse a la misma institución. Esta circunstancia hace que pueda existir cierta confusión con la idea tradicional de museo. Según el *International Council of Museums* (ICOM, 2007), museo es: "la 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". En este artículo se usa el término museo para referirse, tanto a los museos interactivos de ciencia y tecnología, como a los centros interactivos de ciencia.

incapacidad de compartir el *inmenso* poder que tienen los conocimientos científicos.

La interactividad se articula con el creciente interés de la época por transformar el sistema educativo, el cual se consideraba por un lado, aislado de las necesidades e intereses de la sociedad, y por el otro, necesitado de un aprendizaje basado en la experiencia y no en los contenidos (Yager & Penick, 1983). En este sentido, Oppenheimer⁵ argumentaba que si bien muchas veces se habían usado libros, artículos periodísticos, programas de televisión y cursos sobre temas científicos, estas tentativas aunque loables, tenían el inconveniente de carecer de soportes físicos; pues se requeriría de un material que el visitante pudiera ver y manipular, que mostrará fenómenos que el público pudiera provocar, detener y variar a voluntad. Decía: “Explicar la ciencia y la tecnología sin soportes materiales equivale a enseñar a nadar a alguien que no puede acercarse al agua” (Oppenheimer, 1968, p. 206).

En relación a la evaluación, esta se entiende como un proceso mediante el cual se obtiene y analiza información de los públicos del museo, con el objetivo de cualificar sus propósitos. Por tanto, existe un cambio de una evaluación con el objetivo de verificar hacia una evaluación formativa (Screven, 1990). Esto tiene relación con la configuración de un nuevo papel para el museo, pues este se convertiría en un lugar de mediación de conocimientos, usando la interactividad para optimizar la comunicación y consecuentemente conseguir que los visitantes participen activa y voluntariamente de sus exposiciones, situación que pone de manifiesto su dimensión educativa.

El cuarto cambio tiene relación con la agenda temática de estos nuevos escenarios. De un lado, proponen contenidos científicos bajo un régimen de experimentación que privilegia las ciencias experimentales como la física y la química (Panese, 2007). De otro lado, a causa de las críticas y preocupaciones dadas en las décadas de 1960 y 1970 por las consecuencias de los adelantos científicos y tecnológicos⁶, se plantean una serie de dudas sobre estos avances e incluso sobre su noción de progreso, con lo cual aparentemente surgía una opinión pública más cautelosa y crítica, pues se estaba poniendo en duda la utopía del desarrollo basada en la razón científica (Carson, 2005, p. 376). Este cambio

.....
⁵ Frank Oppenheimer es considerado uno de los pioneros de los museos interactivos de ciencia, pues el Exploratorium de San Francisco fundado por Oppenheimer en 1969 ha sido el paradigma de la mayoría de los museos interactivos en el mundo.

⁶ La bomba atómica, el uso de productos químicos tales como, el nepalm (usado en la Guerra de Vietnam), el DDT, y algunos accidentes petrolíferos y nucleares.

de sensibilidad se reflejó en un aumento de las preocupaciones ambientales, y consecuentemente su inclusión en las agendas de los museos de ciencias (Davallon, J., Grandmont, G. & Schiele, B., 1992).

Los cambios señalados anteriormente son más profundos de lo que parecen, pues se pasó de valorar el conocimiento en sí mismo a intentar mostrar la inteligibilidad del mundo a través de la racionalidad científica (Schiele, 2008). Ahora bien, en las décadas de 1990 y 2000 los museos vivieron una fuerte expansión, que se caracterizó por escenarios cercanos al entretenimiento hasta el punto de reconocerse como *eduteiment* (educación y entretenimiento). Esto tiene relación con el llamado movimiento de los centros de ciencia (*science center movement*) que configuró una industria y propagó los museos por todo el mundo bajo las premisas “nosotros queremos algo como esto para nuestra ciudad/país”, que después pasó a ser: “nosotros queremos algo basado en esas ideas pero adaptada a nuestra realidad” (Beetleston, Johnson, Quin & White, 1998). Así las cosas, se cuestiona el crecimiento exponencial que tuvieron estos escenarios, situación evidente en el caso latinoamericano, en donde se pasó de ocho en la década de 1980 a más de 90 en la siguiente (Betancourt, 2012). Asimismo, se critican tanto los altos costos de su construcción y mantenimiento como el papel que juegan actualmente en las sociedades en las que están inmersos.

En relación al modelo que se expandió, caracterizado por grandes construcciones, teatros de formato gigante, uso de tecnologías digitales, robótica, realidad virtual, etc., Bradburne (1998) señala dos fuertes críticas a dichos escenarios. En la primera argumenta a través de la metáfora de la extinción de los dinosaurios⁷, que los museos pueden ser considerados como tales, pues de la misma manera que los dinosaurios, la vida y muerte de estos escenarios es una cuestión que tiene relación con su entorno y su desaparición podría ser una cuestión de tiempo.

En este sentido, el papel de estos escenarios parece que ya no es relevante, pues nacen animados por el movimiento de renovación de la enseñanza de la ciencia marcado por el lanzamiento del Sputnik en 1957, en el marco de la llamada Guerra Fría. Es decir, estos escenarios crecen en un ambiente con el soporte decidido del Estado y la

.....
⁷ Según Bradburne (1998), los dinosaurios se extinguieron por tres razones fundamentales: rápido cambio en el clima (cambio de las condiciones políticas y económicas para el caso de los museos), alimentación insuficiente para mantenerlos (altos costos de mantenimiento y operación), y una creciente competencia de formas más pequeñas y flexibles de vida (museos pequeños y flexibles).

necesidad de las comunidades científicas de aumentar el apoyo para la ciencia y la tecnología en un momento en el que la población en general se mostraba escéptica frente a los beneficios de estos conocimientos. Sin embargo las condiciones cambiaron y muchas de las necesidades por las cuales nacieron estos escenarios vienen siendo resueltas por otros espacios, tales como el Internet (material educativo, foros de discusión, etc.).

Así mismo, el modelo que se propagó ya no sería apropiado por la cantidad de recursos necesarios para su supervivencia, lo que ha llevado a aumentar el número de visitantes y a la venta de servicios (cine comercial, cocteles empresariales, fiestas de cumpleaños, etc.). Esta situación va en contra de la misión del museo porque aumentar el número de visitantes perjudica la capacidad de cada individuo para participar activamente en las exposiciones, además pone en tela de juicio su papel educativo por la cercanía a lógica del consumo alcanzada.

En la segunda, Bradburne (1998) señala que pueden ser considerados “elefantes blancos”, por sus altas inversiones en la construcción, operación y mantenimiento. En este sentido, esas inversiones que se justificaron, en parte, por el entretenimiento y la obtención de recursos, ya no pueden competir con los parques de diversiones y la industria del entretenimiento⁸ que ha conseguido introducir una serie de tecnologías en el hogar que antes hacía parte del atractivo de los museos (controles activos, realidad virtual, juegos en línea, etc.).

Adicional a los dos elementos ya señalados, recientemente en América Latina se han realizado investigaciones y se han propuesto reflexiones que identifican la existencia de múltiples actores, además del Estado y la comunidad científica, por detrás de la popularización de la ciencia y la tecnología (en adelante PCT) (Franco-Avellaneda y Von Linsingen, 2011; Pérez-bustos *et al.*, 2012). Estos trabajos ponen en entredicho el papel de los museos como escenarios centrales de la PCT, pues identifican que existe un creciente interés de la empresa privada en “promocionar” sus productos/desarrollos usando estrategias similares a las desarrolladas por los museos. Asimismo la sociedad encuentra/configura nuevos espacios para apropiar conocimientos científicos y tecnológicos (por ejemplo, la red de tecnologías

.....
⁸ Por ejemplo, uno de los mayores museos suramericanos, Maloka en Bogotá-Colombia, a mediados de la década de 2000 lanzó sus primeras alarmas de crisis financiera (Véase: <http://www.semana.com/nacion/articulo/no-estamos-pidiendo-caridad/71518-3>), situación que se repite en otros escenarios como el Detroit Science Center en Detroit-Estados Unidos (véase:<http://www.wsws.org/en/articles/2011/09/scie-s27.html>) y en La Ciudad de la Ciencias de Valencia-España (Véase: <http://www.expansion.com/2012/09/06/valencia/1346948690.html>), entre otros.

sociales en Brasil y Argentina y los emprendimientos por necesidad característicos de las economías latinoamericanas). Esto evidencia la necesidad de transformación que estos espacios enfrentan e incluso pone en cuestión el papel social que desempeñan.

Los elementos hasta aquí presentados nos llevan a preguntarnos: ¿cómo son configuradas las exposiciones por el conjunto de actores e intereses que en ellas participan?, ¿cómo son “embarcados” imaginarios sobre la sociedad, las ciencias y tecnologías?, y ¿qué papel es atribuido por los promotores a estos museos en los contextos donde son construidos?

Este artículo plantea una propuesta teórico-metodológica para identificar la dimensión educativa presente en los sistemas socio-técnicos. Indaga específicamente por cómo esa dimensión es configurada en el proceso de conceptualización, construcción y apropiación de artefactos interactivos en los museos con objetivos de popularizar conocimientos tecno-científicos. En este trabajo nos interesa enfocarnos en los contextos Latinoamericanos reconociendo que la idea de museo interactivo fue importada a la región hace cerca de 30 años, principalmente de los Estados Unidos y se convirtió en un modelo de PCT, articulándose a los proyectos del desarrollo que promueven una cultura científica (Pérez-Bustos, 2010a). La presente propuesta se apoya en un caso de estudio en un museo interactivo en Bogotá-Colombia.

Las exposiciones interactivas como objeto de estudio de los museos de ciencia y tecnología

La fuerte orientación educativa que han tenido los museos, especialmente desde la segunda mitad del siglo XX, ha llevado a que las exposiciones/artefactos tengan un especial interés de investigación (Wagensberg, 2005; Humphrey & Gutwill, 2005; Marandino & Diaz-Rocha, 2011) que ha sido nutrida por discusiones desde la educación, la comunicación de la ciencia, y recientemente por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Mcmanus, 1992; Allen, 2004; Wöhrer & Harrasser, 2011). En este sentido, se destaca la importancia de estudiar las exposiciones, en especial su articulación con los diferentes públicos y su relación con el entorno del que hacen parte.

La expansión de los museos interactivos de ciencia y tecnología estuvo animada en sus comienzos por la réplica y compra de exposiciones desarrolladas principalmente en el Exploratorium. De hecho,

esta dinámica fue promovida por este escenario a través de la colección de libros “Exploratorium cookbook”. Estos libros proporcionan planos detallados y *recetas* para la construcción de artefactos que han permitido a muchos escenarios tener la confianza y el conocimiento para crear sus propias exposiciones interactivas (Beetlestone *et al.*, 1998). Ahora bien, estas exposiciones no son neutras, por el contrario reflejan comprensiones sobre el aprendizaje, sobre qué es la ciencia y la tecnología, sobre cuáles contenidos deben ser presentados, sobre cuál es el papel del museo en la sociedad, entre otros intereses y valores *embarcados*. Esto en concordancia con los trabajos desarrollados por los estudios sociales de la tecnología (Bijker, Hughes & Pinch, 2001; Bijker & Law, 1997; Hughes, 1986), e igualmente por algunas investigaciones en el campo de los museos que identifican cómo reflejan el contexto cultural del cual hacen parte (Duensing, 1999; Wöhrer y Harrasser, 2011).

El reconocimiento de la exposición/artefacto del museo como situada y posicionada, propone cuestionar la homogenización de los escenarios, situación propiciada por la réplica y compra de exposiciones desarrolladas por escenarios de alto reconocimiento que actúan desde diferentes centros. Este es el caso, por citar algunos ejemplos, de Papalote –Museo del niño– en México, que ha reproducido numerosas exposiciones y museos en ese país y en otros de Centro América, de la Cité des Sciences et de l’Industrie –La Villette– en Francia, que ha influenciado actividades en diferentes partes de Iberoamérica; y del Exploratorium que sería el ejemplo paradigmático de esta situación.

En consecuencia, investigaciones como la realizada por Duensing (1999) analizando un museo en Trinidad y Tobago, que identifica cómo estos escenarios se articulan con la cultura local, el sistema educativo y museos en otros contextos (adaptación de exposiciones), o las desarrolladas en Brasil (Marandino & Diaz-Rocha, 2011; Marandino & Mônaco, 2009), que comparan exposiciones de algunos museos brasileros con otros franceses y canadienses, serían ejemplos de un creciente interés por reconocer las peculiaridades, articulaciones y papeles que desempeñan los museos en sus contextos, y por tanto una búsqueda por profundizar sobre las maneras en que los grupos de actores configuran propuestas de artefactos/exposiciones en diferentes entornos. Esto reconociendo la inseparabilidad entre intereses económicos, socio-culturales, políticos y educativos presentes en estos escenarios.

Aclaraciones para abrir los artefactos interactivos

El binomio que se pone en juego en el museo –los objetos y el público–, puede concebirse en términos de la relación conocimiento científico/tecnológico y sociedad, lo que implica, desde las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, algunas consideraciones que abordaremos a continuación y que tienen consecuencias directas sobre la propuesta teórico-metodológica del presente trabajo.

En primer lugar, reconocemos que el artefacto interactivo del museo se configura a través de un plan de acción que yuxtapone un conjunto de elementos heterogéneos en un orden específico (diseños, fenómenos, diseñadores, materiales, etc.). El resultado de este proceso de organización define el artefacto y propone una jerarquía de uso, además de contar una historia (que desde la mirada de los diseñadores tiene una coherencia directa con el fenómeno que se quiere presentar), y por ende materializa una caja espacio-tiempo en donde se define cuándo, dónde, quién, cómo y para qué será usado. Es decir, el artefacto está definido por un derrotero de posibles tiempos y movimientos que el visitante debería seguir en un espacio específico de uso.

Tomar lo anterior como referente para el desarrollo de artefactos educativos en los museos, implicaría un diálogo permanente entre estos escenarios educativos y la comunidad. Sin embargo, con frecuencia este proceso parece asumirse desde una simetría espacio-tiempo que sustenta una singularidad (una historia única). Así, se supone, por ejemplo que experiencias exitosas en otros contextos, generalmente de alto reconocimiento, funcionarían igual en todas partes, una creencia basada en el desconocimiento de que en los fenómenos educativos, las condiciones locales y temporales se contraen o extienden mediadas por dinámicas diversas de carácter cultural, social, económico y político. Es importante señalar que este tipo de prácticas de diseño/réplica/compra de artefactos en los museos de ciencia en países como Brasil y Colombia, contribuyen a la configuración de invariantes universales (Delizoicov, 2004). En concordancia, algunos de estos museos son una especie de *hiper-lugares*; es decir espacios que remiten a escenarios en otros contextos y que por ende parecieran carecer de identidad, pues en efecto una vez en ellos, se estaría más cerca del escenario que fue copiado/replicado o comprado. Por tanto, al entrar no estaría aquí sino que estaría allá.

En términos educativos, la situación anterior evidencia el carácter performativo de los objetos y sus dinámicas, porque las historias/

narraciones, interacciones/mediaciones, temáticas, entre otros aspectos propuestos por el artefacto, pueden estar orientadas para transformar o para mantener/naturalizar una realidad (Freire, 2005; Law, 2007). Por ello, también esta dimensión educativa del artefacto es política e incluso ontológica, en la medida en que ayuda a la configuración de realidades (Freire, 2011). Es así que reconocemos que los imaginarios materializados en los objetos, también nos dicen qué es importante y qué debemos ignorar, con lo cual podríamos intuir que existen otras posibilidades de ordenar ese conjunto de elementos heterogéneos que configuran el artefacto y el museo. En consecuencia, es evidente que las exposiciones, y por ende el museo en sí, son una contingencia que se construye social, cultural y tecnológicamente (Law, 2007).

En este sentido, argumentamos que el papel del museo en la sociedad parte de la identificación/comprensión de un problema, y en respuesta, propone una solución consciente o inconsciente en sus prácticas de PCT actuando como educadores y algunas veces como sociólogos aplicados en la medida que *in-scriben* un contexto (Akrich, 1997; Callon, 1998). Así las cosas, los objetivos de un museo interactivo están situados históricamente y obedecen a relaciones que se establecen con el entorno a través de dinámicas de problema-solución (Pinch & Bijker, 2001). Desde esa perspectiva, la tarea de analizar el museo y sus artefactos, implicaría *de-scribir* los diferentes componentes que constituyen su funcionamiento, tarea que no es fácil porque los *guiones (scripts)* cambian con el tiempo por la interacción entre los diferentes involucrados y por las condiciones del entorno (Akrich, 1997).

En segundo lugar, articulado con los elementos heterogéneos que configuran el artefacto del museo y que posibilitan historias singulares pero también historias diversas, existe otro conjunto de organizaciones externas también heterogéneas (políticas públicas, voluntarios, instituciones educativas, empresas financiadoras, usuarios, etc.), que hacen parte importante de las condiciones de posibilidad para que el artefacto pueda ser usado en las salas del museo. Es decir, existe una red articulada tanto interna como externa que co-construye el papel social del museo y organiza las condiciones para que este papel sea cumplido. Por tanto, si ampliáramos la red hasta incluir dinámicas cotidianas del escenario (mediaciones entre guías y visitantes, estrategias de marketing y ventas, etc.), podríamos identificar caminos alternativos que evitan/resisten las actividades y roles estabilizados, en paralelo podríamos identificar dinámicas de exclusión (Wajcman, 2006). A partir de aquí sería posible comprender dinámicas y actores invisibilizados que hacen posible el funcionamiento del museo.

Finalmente proponemos que, aunque muchas experiencias en Latinoamérica nacieron inspiradas en escenarios estadounidenses y europeos, como sucedió en el caso de Brasil y Colombia⁹, estas se organizan, negocian y yuxtaponen a condiciones locales, lo cual termina por reconfigurar las prácticas inicialmente replicadas. Por tanto, argumentamos que una de las principales razones de este cambio depende de la reflexividad/concientización de los actores inmersos en las prácticas. Situación que permitiría que experiencias de PCT en los museos, se sitúen y opongan a dinámicas tales como la mercantilización, la politiquería, o la banalización educativa¹⁰. Esta concienciación tiene relación directa con la comprensión-decodificación-codificación de una realidad y la búsqueda por incidir sobre ella, es decir involucra necesariamente, las prácticas/procesos de la PCT (Freire, 1977).

Esta discusión también pondría en cuestión el determinismo tecnológico de algunos discursos de la política científica que aborda temas de PCT articulados a la educación (Pérez-Bustos, 2010a; Franco-Avellaneda & Von Linsingen, 2011). Desde allí parece suponerse que los museos interactivos funcionarían como una especie de *caballo de troya*, como un conjunto de inofensivos, divertidos y bonitos artefactos capaces de resolver problemas de democratización del conocimiento e inclusión social; razón por la cual, se subestiman o desconocen las dinámicas locales que hacen posible que el museo funcione (que co-construyen el museo). Sería importante comprender la forma en que ciertos conocimientos codificados (científicos y tecnológicos) se articulan con otros tipos de conocimientos tácitos (producto de la experiencia), populares, e incluso étnicos, para con ello dar cuenta de los modos en que dicha articulación configura maneras particulares, y en algunos casos situadas, de las exposiciones/artefactos educativos sobre los que versa este artículo.

.....
⁹ En Brasil, el museo *Espaço Ciência Viva* en Rio de Janeiro creado en la década de 1980, fue promovido por el científico francés Maurice Bazin, que se inspiró directamente en la experiencia del Exploratorium (Costantin, 2001). En Colombia, el museo de la ciencia y el juego en Bogotá, aunque inicialmente no tuvo el referente del Exploratorium, fue influenciado por la visita realizada en 1984 por su director el profesor Julián Betancourt en calidad de experto colombiano al Exploratorium (Colciencias, 1984), quién trae ideas y documentos de exhibiciones que luego son reproducidas en Colombia.

¹⁰ Varios investigadores han señalado (Michael, 1998; Pérez-Bustos, 2010a; Franco-Avellaneda & Von Linsingen, 2011) que las dificultades económicas sumadas a las relaciones directas que algunos museos tienen con la diversión y el entretenimiento, hacen que estas instituciones estén más cercanas al consumo que a la educación científica y tecnológica.

Situando el problema

Las consideraciones mencionadas hasta aquí insinúan una serie de elementos que modifican a los artefactos interactivos (problemas de interacción, contexto sociocultural, intereses de financiadores, imaginarios educativos, etc.), sin embargo no es claro cómo sucede el proceso de construcción y cómo un conjunto particular de dinámicas de inter-subjetividad negocian para configurar el artefacto/exposición educativa, que será utilizado por los visitantes del museo. En esta dirección, el problema estaría en cómo abordar metodológicamente un panorama que congrega elementos de diferente índole.

Para abordar este problema hemos optado por usar un análisis de caso. Dicho abordaje permite estudios sobre la particularidad y complejidad de un caso singular para comprender una situación en circunstancias definidas (Stake, 1995). La recolección de información se hizo a través de entrevistas semiestructuradas, revisión documental y observaciones no participantes.

El caso del artefacto interactivo *Coriolis*

Las condiciones de posibilidad que dieron origen a un grupo de artefactos, al interior de un centro interactivo llamado Maloka ubicado en Bogotá-Colombia¹¹, estuvo articulado con un convenio para realizar una sala de exhibición sobre el agua patrocinada por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2000. La realización de este proyecto implicó la configuración de una red heterogénea tanto externa como interna al museo, que articulaba las necesidades económicas de Maloka, políticas públicas para la preservación del recurso hídrico, diseñadores, científicos, divulgación de problemas ambientales, etc. La financiación recibida por el museo no significó un proceso inmediato y lineal que podría ejemplificarse en el siguiente esquema:

Recurso económico → diseño conceptual y formal → diseño técnico →
Producción → pilotaje en sala - formación de mediadores → artefacto
listo para ser usado por el visitante.

Si bien, esa idea de proceso es aceptada por la mayoría de participantes del proyecto en cuestión, este no reconoce que el objeto y su

.....
¹¹ Véase : www.maloka.org

dimensión educativa se van modificando en diferentes direcciones en la medida que pasa de mano en mano. Así, la idea inicial de desarrollo de artefactos educativos para presentar el tema del agua en el caso de Maloka en Bogotá, no es solamente transmitida colectivamente de un actor involucrado a otro del proceso, sino que es compuesta colectivamente por los actores y sus diversas participaciones en cada etapa. Esto nos llevaría a proponer que dicha dinámica de diseño y construcción no es lineal. El proyecto del agua significó un sinnúmero de negociaciones entre científicos, diseñadores, comunicadores, técnicos, administradores, entre otros. Dichas negociaciones se materializaron en una serie de instrumentos denominados documento conceptual y museográfico, lineamientos pedagógicos y guía de visita.

Del total de artefactos interactivos que conformaron la exposición (aproximadamente 20), se propuso la compra de un artefacto al Exploratorium que se ajustaba a las recomendaciones de uno de los expertos del Ministerio de Medio Ambiente para ser incluido dentro del subgrupo que abordaba tópicos relacionados con la influencia del agua en el clima. Sin embargo, cuando se recibió la cotización de la exhibición, *The Turbulent Orb* (figura 1), el costo sobrepasaba el presupuesto estimado. Es en ese momento que el equipo responsable del desarrollo de la sala toma la decisión de *copiar* el objeto diseñado y construido por el Exploratorium.

La descripción del artefacto original que es presentada por el Exploratorium –que fue revisada por el equipo de desarrollo de Maloka¹²– hace referencia a los remolinos y ondas producidas por causa del movimiento provocado por el visitante cuando impulsa una esfera de policarbonato. Estos movimientos recuerdan las turbulencias que ocurren en la atmósfera. Esta visualización se hace posible gracias a que la esfera contiene un fluido azul de líquido no homogéneo que forma un conjunto colocado en la parte de arriba de un pedestal que se puede girar en diferentes sentidos y velocidades (ver Figura 1). Ahora bien, la decisión de *copiar* localmente *The Turbulent Orb*, artefacto que en Maloka será llamado *Coriolis* (figura 2), implicaría una comprensión del funcionamiento del artefacto, pero sobre todo una búsqueda de materiales y herramientas locales para su fabricación. En este camino, los principales retos del equipo técnico estuvieron relacionados con la fabricación de la esfera, la explicación del fenómeno y la identificación del fluido, entre otros (ver Figura 2).

.....
¹² Equipo conformado por un ingeniero mecánico responsable de la producción, un técnico carpintero, un técnico mecánico y un químico farmacéutico perteneciente al equipo de educación.



Figura 1. *The Turbulent Orb*



Figura 2. *Coriolis*¹³

Los retos no eran iguales para el equipo de diseño formal (integrado por diseñadores industriales), para el que el principal problema estaba asociado a la ergonomía del artefacto y la estética del mismo (colores, formas, proporciones). Existían también diferencias con el equipo de administración que estaba preocupado por los costos de la mencionada copia y el cumplimiento de tiempos en el cronograma establecido con el Ministerio del Medio Ambiente. Esas divergencias se repiten para otros grupos relevantes tales como las personas encargadas de la operación de las salas y el grupo responsable del mantenimiento.

El panorama presenta una variedad de problemas que cuentan con diferentes soluciones, las cuales implican una serie de tensiones entre los diferentes grupos de interés, que van desde los requerimientos técnicos (tamaño de la esfera, seguridad para el uso), hasta problemas netamente de mediación (visibilidad y comprensión del fenómeno, quiénes serán los usuarios, etc.). Por tanto, parece evidente que existe un desarrollo multidireccional del artefacto educativo que está mediado por grupos diversos que abogan por cambios o por decisiones particulares que terminan configurando el objeto de manera múltiple.

Nos interesa llamar la atención sobre aquellas decisiones que se encuentran atravesadas por especificidades educativas, tales como, los imaginarios que tienen algunos grupos sobre el visitante (edad,

.....
¹³ Sala del agua Maloka. *Informe técnico final del Convenio especial de cooperación técnica y científica No 21.*

sexo, habilidades cognitivas, etc.), las decisiones sobre qué y cómo deben ser mostrados los conocimientos científicos y tecnológicos (por ejemplo, abordar los problemas de contaminación del agua y no los problemas sociales por causa de su escases), y los supuestos sobre cómo el visitante usará el artefacto.

En términos analíticos siguiendo a Akrich (1997), a continuación hacemos una *de-cripción* de tres guiones *scripts* en el diseño y construcción del artefacto que se articulan directamente con su dimensión educativa. El primer guión *script* es el contenido. *The Turbulent Orb* del *Exploratorium*, aunque tiene alguna relación con las turbulencias que ocurren en la atmósfera, tiene como principal objetivo una contemplación y una experiencia estética¹⁴, por ello no cuenta con ningún texto explicativo. En Maloka el objetivo se desplaza a la visualización del efecto *Coriolis*¹⁵, de allí su nombre. Así, en este artefacto se agrega una placa con un texto explicativo que busca orientar la mirada del visitante. La modificación es interesante en tanto que ajusta el objeto a los requerimientos de la sala del agua y además evidencia flexibilidad interpretativa frente a su funcionamiento.

Además, existe aquí otro elemento importante en términos educativos pues las razones que llevan a tomar la decisión de construir el artefacto *Coriolis* están relacionadas con los requerimientos disciplinares (la influencia del agua en el clima), por parte del Ministerio del Medio Ambiente, y no a decisiones sobre cómo estos temas tienen implicaciones en un contexto particular. Por tanto, sería válido indagar cómo la selección temática definida en un artefacto permite responder a preguntas como: el por qué o el para qué de dichos temas, el contra quién o a favor de quién se elijen (Freire, 2005).

En este sentido, nos encontramos con artefactos/exposiciones que parecen ratificar un diseño desde ninguna parte (Suchman, 2007), es decir, un diseño en el que los diseñadores ven las tecnologías que diseñan como objetos neutrales y al concebirse como sus creadores, tienden a ignorar sus propias posiciones dentro de las relaciones sociales de las cuales hacen parte y que median, en términos educativos, el proceso de diseño en sí. De hecho, *Coriolis* fue reproducido varias

.....

¹⁴ El diseñador del *Exploratorium* buscaba reproducir la sensación que tendría un observador del planeta Tierra desde el espacio, en consecuencia no existe una mayor preocupación por la explicación científica. De hecho, el interés está centrado en las reminiscencias que tenemos de la imagen del planeta y de su atmósfera.

¹⁵ Fenómeno que ocurre sobre objetos móviles que se desplazan en esferas o superficies planas en rotación. El caso de la atmósfera es un ejemplo cuando masas de agua se mueven siguiendo meridianos terrestres cuyos flujos son re-direccionados por acción de este efecto.

veces para ser vendido a ciudades intermedias y hace parte de una exhibición itinerante que visita diferentes lugares (Maloka Viajera). Las variaciones hechas sobre el objeto fueron realizadas para mejorar su movilidad y no para contextualizar (situar) el artefacto con las dinámicas locales. En consecuencia, se presupone una simetría espacio-tiempo que invisibiliza o ignora la diversidad de construcciones de sentido y articulaciones locales.

El segundo guión *script* embarcado en el artefacto se refiere a los imaginarios sobre el visitante que se convierte en el patrón de diseño tanto a nivel ergonómico como de interacción. En este sentido, en el artefacto *Coriolis*, la altura de interacción es aproximadamente 1.20 metros, talla alcanzada alrededor de los 10 a 12 años de edad en el contexto colombiano. Esta decisión no sólo refiere a una medida ergonómica sino que está relacionada con un cierto ideal de quien usa el museo. Como señala Pérez-Bustos (2010b), estos escenarios:

(...) piensan sus dispositivos con el ideal abstracto de infancia que corresponde a niños y niñas entre 8 y 12 años de clase-media que visitan estos escenarios con su familia o acompañados de su grupo de compañeros de la escuela. Un niño curioso, usualmente varón, al que le gusta explorar y observar, tocar, probar autónomamente lo que estos dispositivos le proponen, un niño atento que se hace preguntas sobre qué pasaría si hiciera algo distinto con el dispositivo –aunque algo no demasiado distinto–, un niño para el que jugar es sinónimo de competir con sus compañeros y a quien le divierte ganar. (Pérez-Bustos, 2010b, p. 184)

El tercer guión *script* es la esfera. En *Coriolis* la esfera superior está partida (ver Figura 2), situación que obedeció a la imposibilidad de conseguir en el mercado local una esfera completa de material resistente y seguro (en *The Turbulent Orb* es de policarbonato). Por tal razón, la solución del equipo técnico fue fabricar la esfera a partir de dos semiesferas unidas de acrílico termo-formado. Dichas semiesferas están conformadas por dos casquetes de fluido independiente, uno para arriba y otro para abajo, que se unen con una pieza de madera que también funciona para el control de velocidad y el sentido de giro por parte de los visitantes.

La solución para la construcción del *Coriolis*, si bien resolvió el problema técnico de la esfera, diferenció significativamente *The Turbulent Orb* del *Coriolis* marcando sus intencionalidades. Para el primero,

orientado a estimular lo sensible (la Tierra desde el espacio), resulta crucial tener una esfera completa y conseguir la mayor visibilidad del fluido, sin ninguna explicación, sin mediador y bajo el supuesto de que será una experiencia individual. En el segundo, el interés se dirige a la inteligibilidad científica de un fenómeno físico, por esto cobra importancia la explicación, se disminuye la importancia de la esfera uniforme y consecuentemente, el mediador sería protagonista. Sin embargo, el papel del mediador es invisible en el proceso estabilizado de diseño y producción, solo aparece al final para potencializar lo educativo (aparentemente predefinido) y subvalorando su labor, pues pareciera ignorarse su papel re-configurador de la experiencia del visitante.

¿Cómo analizar estos artefactos?: Una propuesta teórico-metodológica

A continuación proponemos una estructura teórico-metodológica para el análisis de artefactos interactivos del museo que se obtiene mediante la integración de diferentes enfoques disciplinarios (estudios sociales de la tecnología, teoría feminista, educación dialógico-problematizadora), adicionalmente se apoya en reflexiones críticas que sitúan estos enfoques disciplinarios en contextos locales articulados con la educación desde un abordaje cualitativo sobre el análisis de casos. A manera de ejemplo usamos el caso presentado en el acápite anterior para profundizar su análisis y generar preguntas que puedan servir como orientaciones para futuras investigaciones. La estructura teórico-metodológica se configura por cuatro componentes complementarios, así:

El primero identifica lo que está invisible¹⁶ y constituye las condiciones de posibilidad que permiten la construcción de artefactos interactivos en los museos. El segundo problematiza las relaciones local-global de saber-poder identificando los procesos de transformación y complejización presentes en dinámicas de apropiación locales que se apartan de las prácticas hegemónicas de la PCT. El tercero

.....

¹⁶ Comprendemos la invisibilidad en los términos propuestos por la crítica feminista de la ciencia y la tecnología (Haraway, 1991; Suchman, 2007; Philip, Irani & Dourish 2012). Desde aquí, algo es invisible cuando no es reconocido como parte de un proceso o constitutivo de los resultados obtenidos. Es decir, se trata de dinámicas socialmente construidas atravesadas por las relaciones culturales, coloniales e históricas entre otras (este es el caso de la raza, el género y la clase). En esta propuesta metodológica nos referimos a los actores que están por fuera de la red reconocida que planea y produce los artefactos (mediadores de las salas, personas que trabajan en el área comercial, personas de mantenimiento, entre otras), además de las condiciones circunstanciales que permiten que ciertas situaciones sean posibles tales como: políticas, presupuestos, relaciones sociales, etc.

comprende cómo conocimientos de diferente índole (científicos, tecnológicos, culturales, producto de la experiencia, etc.) están articulados a los procesos de apropiación de modelos e ideas externas al contexto en el que se enfrenta una situación problemática específica. El cuarto analiza cómo las prácticas alternativas se configuran en diferentes dominios (conceptual, espacial, social), y cómo se enfrentan nuevos problemas por causa de procesos de traducción y desplazamiento (transformaciones).

Para abordar el primer componente se propone el analizar las condiciones de posibilidad, pues reconocemos que los artefactos interactivos son construcciones sociales, así como los escenarios interactivos son construcciones tecnológicas. Es decir, las relaciones que se configuran, tanto al interior como al exterior de los museos, son movilizadas por los grupos relevantes (grupos que promueven/construyen y/o usan estos escenarios) a través de una co-construcción socio-técnica (Bijker *et al.*, 2001). Por tanto, los intereses ensamblados en un objeto configuran imaginarios y sentidos (subjetividades) entre los usuarios directos e indirectos, sobre el presente (qué es ciencia y tecnología) y el futuro (qué será posible con el conocimiento científico y tecnológico) (Therborn, 1987).

Sin embargo, siguiendo las reflexiones de Philip *et al.*, (2012) estas construcciones socio-técnicas incluyen elementos invisibles que circunscriben las condiciones de posibilidad para que el sistema funcione (actores, recursos, intereses, etc.). En nuestro caso se busca entender qué papeles son asignados a los museos y por ende a los artefactos que hacen parte del mismo y reconocer los elementos invisibles en los atributos dados, los cuales darían las condiciones de posibilidad para su construcción y funcionamiento.

En el caso de *Coriolis*, por ejemplo, la infraestructura técnica y de recursos con las que disponía el museo en el momento de la réplica, como ya se había señalado, impedían contar con una esfera completa (ver Figura 2). Las condiciones del momento llevaron a una búsqueda de posibles soluciones que permitieran la visualización del fenómeno. Consecuentemente la solución final configuró guiones *scripts* en el artefacto que implicaron cambios en la altura de manipulación, la estética, e incluso en el comportamiento del fluido debido a la reducción de líquido/peso por los casquetes¹⁷. Estas decisiones técnicas satisfacen las necesidades de los grupos involucrados, que están mediadas por

.....
¹⁷ La estrategia de construir la esfera a partir de dos casquetes de semiesfera unidos, deja un espacio vacío en el centro de la esfera, así se disminuye el líquido y por ende el peso.

los intereses, recursos y conocimientos del equipo de desarrollo (aspectos que co-construyen el dispositivo educativo).

No obstante, esta forma de contar la historia es parcial, pues oculta entre otros componentes, las experiencias anteriores que también definen la forma final del objeto, por ejemplo, los conocimientos de carpintería y el manejo de acrílicos de los técnicos involucrados que permitieron la construcción del artefacto. Asimismo, el papel de los mediadores del museo que apoyan la visita y con frecuencia direccionan la mirada y los sentidos construidos sobre el objeto. Desde aquí, algunas preguntas posibles son: ¿Cuáles son las condiciones de posibilidad que permiten el funcionamiento del artefacto y qué implicaciones educativas tienen? ¿Cómo influye el perfil de los diseñadores (técnicos) en la configuración del artefacto/exposición?, y ¿cómo se ve reflejado en la museografía, y por ende, en la dimensión educativa?

Para abordar el segundo componente, se propone identificar y analizar el *lugar de enunciación* de los diseñadores de artefactos interactivos. A partir de aquí, el artefacto como resultado final de un proceso de diseño y construcción, es una producción de conocimiento parcial y posicionada (Suchman, 2002). Es decir, parte de la subjetividad de los involucrados en el diseño, además de estar mediada por la cultura y el conocimiento técnico, tanto tácito como explícito con el cual se cuenta en el momento de la concepción y desarrollo (Collins, 2010). Por tanto, los objetos construidos tienen diferentes significados dependiendo del contexto y consecuentemente deberían ser comprendidos política y críticamente desde el punto de vista desde el cual fueron fabricados (Philip *et al.*, 2012).

En este orden de ideas es importante comprender críticamente cómo son proyectadas las subjetividades de los diseñadores en el objeto, pues el objeto es ensamblado desde el lugar de enunciación de los diseñadores/constructores que están inmersos en relaciones socio-culturales y político-ideológicas que modelan las comprensiones de las situaciones/problemas que se buscan resolver/transformar con la construcción del artefacto (Suchman, 2007; Wajcman, 2006). Desde esta mirada existirán guiones *scripts* que localizan el objeto y que contienen ideas educativas frente al mismo y frente al contexto del cual hace parte¹⁸ (Delizoicov, 2004). En este sentido copiar, reproducir

.....
¹⁸ Es importante señalar que existe una asimetría espacio-tiempo, pues el artefacto es construido bajo la idea de un papel educativo que cumplirá en el futuro en un espacio-tiempo específico, sin embargo las condiciones y el objeto cambian por causa de los múltiples usos en diferentes contextos (Exposiciones itinerantes, venta a otros escenarios, copias/replicas, etc.). Eso concuerda con los señalamientos que hace Delizoicov sobre las características de los fenómenos educativos.

y adaptar, implican procesos de apropiación y transformación, es por esto que sería clave comprender críticamente cómo y por qué cambian algunos componentes del artefacto en procesos de replica/copia, y qué influencia tiene dicho cambio sobre su funcionamiento¹⁹. Asimismo sería importante entender cómo los conocimientos locales modelan y configuran el objeto.

En relación con este componente, en el caso de *The Turbulent Orb*, como ya habíamos señalado, su diseñador Ned Kahn reconoce que la inspiración y motivación para su construcción fue imaginar cómo la Tierra era vista desde el espacio. Empero, esta circunstancia no era conocida ni de interés para los diseñadores de Maloka que estaban interesados en resolver un problema articulado a un requerimiento del convenio firmado con el Ministerio del Medio Ambiente. Así las cosas, si reconocemos el lugar de enunciación de los involucrados surgen algunas preguntas, tales como: ¿cómo influencia y posiciona el estilo de pensamiento de los diseñadores un imaginario de ciencia?, y a su vez, ¿cómo puede desplazarse/resistirse y transformarse este imaginario con las dinámicas del entorno?

El tercer componente se aborda bajo la *Flexibilidad interpretativa*, desde la que se reconoce que el artefacto es una codificación de ideas y sentidos que se materializan a través de signos materiales (Barthes, 1993). La flexibilidad interpretativa es el resultado de lecturas diferenciadas sobre el papel del museo y del artefacto en la sociedad, animadas por la racionalidad de múltiples relaciones de problema-solución. En la red que se configura para hacer posible el escenario, existen controversias frente al funcionamiento y uso del objeto interactivo. Ello enmarca una tensión entre una dimensión parafrástica que pretende la existencia de una correspondencia entre el papel atribuido al artefacto/museo por los promotores y el resultado de las prácticas de PCT²⁰. Enmarca también una dimensión polisémica en la se acepta un desplazamiento del significado. La tensión entre la correspondencia y no correspondencia del papel del museo y/o el concepto abordado en el artefacto aumenta debido a que la mayoría de artefactos son prototipos que exigen un alto grado de creatividad en el momento de concepción y de diseño (Callon, 1998; Pêcheux, 1988).

¹⁹ Nos referimos a dinámicas de problema-solución en el sentido propuesto por (Pinch y Bijker, 2001). Los autores proponen que el desarrollo de artefactos estaría animado por el abordaje de problemas dependientes de cada grupo interesado (habrían tantos problemas como grupos presentes), que a su vez podrían tener varias soluciones posibles. El artefacto se estabilizaría con una solución capaz de satisfacer el mayor número de grupos interesados.

²⁰ En el caso del objeto nos referimos a la relación entre el fenómeno científico que se quiere comunicar a través del artefacto y el artefacto en sí.

Ya habíamos analizado la flexibilidad interpretativa entre el funcionamiento de *Coriolis y The Turbulent Orb*. El primero orientado por la inteligibilidad científica, en tanto que el segundo, por la experiencia sensible. Sumado a lo anterior, *Coriolis* ha sido el artefacto más vendido por Maloka a otros museos de Colombia y Ecuador en casi 15 años de existencia de la misma. Esto propone una estabilización del funcionamiento sobre la base de una simetría espacio-tiempo que señalábamos antes y abre una serie de cuestionamientos sobre ¿cuáles son los imaginarios promovidos sobre la producción y popularización de conocimientos científicos y tecnológicos que tienen lugar en este tipo de escenarios?, ¿cómo se contruyen estos imaginarios?, y ¿cuál es la contribución del museo en la construcción de los mismos?

Finalmente el cuarto componente se aborda desde el concepto de *Resistencia-transformación* que se articula a lo señalado anteriormente en la medida en que los individuos que hacen parte de un colectivo de diseño y construcción tienen un nivel de conciencia de sus vivencias y de su existencia, las cuales son transformadas por procesos de co-educación al interior del grupo y por el posicionamiento ético frente al quehacer que desarrollan (Freire, 2005, 2011). En esta dirección existen inicialmente dinámicas de apropiación producto del enfrentamiento de situaciones límite (situaciones desafiantes, problemas) que aumentarían el nivel de conciencia de los individuos (Freire, 1977). Consecuentemente, esto dará el sustrato para el surgimiento de prácticas alternativas que buscan transformar las situaciones límite (problemas específicos relevantes para un colectivo) configurando procesos no hegemónicos (alternativos) frente a los modelos tradicionales de PCT y por ende promoviendo prácticas diferenciadas y propuestas situadas respecto a los problemas enfrentados localmente. Desde aquí, se busca analizar y comprender los procesos de desplazamiento y traducción que consecuentemente generan dinámicas de transformación tanto en el museo como en el artefacto.

En relación al caso de *Coriolis*, un trabajo realizado por Falla (2005) sobre el mismo identificó que los visitantes del museo se ven atraídos principalmente por la estética del objeto. Su interés está orientado por lo sensible (movimiento, formas, colores, sensaciones, etc.) y pocas veces por lo explicativo. El estudio también determinó que el tiempo de interacción aumentaba significativamente con la presencia del mediador, que promovía preguntas, discusiones y eventualmente diálogos. Esto propondría en primer lugar, que los visitantes asumen dinámicas de resistencia, pues aunque leen la explicación del fenómeno, eligen deliberadamente la contemplación. Y en segundo lugar llama la atención

el poder y potencial de reconfiguración de la experiencia que tiene el mediador, pese a que este es invisibilizado en las dinámicas del museo hasta el punto de estar ausentes en el proceso de diseño y construcción. Reconociendo entonces el potencial de reflexividad y conciencia de los sujetos involucrados frente a una realidad específica, sería interesante preguntarse ¿cómo suceden las dinámicas de reflexión/transformación en los procesos de diseño, producción y uso, que terminan configurando lo educativo (individual y colectivamente)?, y ¿cómo puede esto terminar afectando la materialidad del artefacto/exposición?

Consideraciones finales

Quisiéramos cerrar el artículo señalando que la intención de proponer una metodología de análisis no busca definir lineamientos para el desarrollo de exposiciones ni tampoco hacer un ejercicio únicamente comprensivo de un problema. La intención es proponer caminos de investigación activa que brinden herramientas para la transformación reflexiva de las prácticas, tanto en los colectivos que trabajan en los museos como en los de diseñadores de artefactos. En este sentido, nos gustaría recoger sucintamente dos elementos que consideramos que permitirían problematizar y dejar preguntas abiertas sobre lo educativo en los dispositivos tecnológicos.

Por una parte, es importante destacar la existencia de una suposición de singularidad y simetría en el espacio-tiempo desde la que se asume una realidad única y se construye un mundo único (Law, 2007). Ello configura un lugar de neutralidad para los desarrolladores y esencializa un lugar instrumental de lo educativo. Nos interesa resaltar que la construcción de estos invariantes *universales* permite el uso del mismo artefacto en diferentes contextos (extender lo tecnológico) en la medida en que se configura una única historia, apoyada en una noción única de tiempo-espacio. Una historia singular (Adichie, 2009) que se hace verdadera, se fortalece y naturaliza gracias a las dinámicas locales que se tornan invisibles en la implementación y el funcionamiento del museo. Las circunstancias expuestas evidencian cómo los artefactos educativos pueden extenderse bajo una concepción universal de problema que se apoya en un determinismo tecnológico que atribuye al artefacto una autonomía o exterioridad social que no posee, lo que supone una dicotomía entre una tecnología que produce impactos y una sociedad que los recibe (sufre o aprovecha) (Pérez-Bustos, Franco-Avellaneda, Lozano, Falla y Papagayo, 2012).

Del mismo modo, en el caso abordado, aunque se identifican cambios en múltiples sentidos: materiales, mejoras constructivas, adaptaciones, usos, etc., no existe un cuestionamiento sobre la importancia de los contenidos y la razón de ser de los mismos (¿Qué? ¿Por qué? ¿Para qué?). La dimensión política de la PCT se encubre con la importancia de la ciencia por la ciencia y en consecuencia, existe una desarticulación entre las necesidades de las comunidades que se quieren alcanzar y los contenidos ofrecidos. En este sentido, la importancia se centra en la actividad en sí misma y pasan a un segundo plano las dinámicas sociales, culturales, políticas y económicas articuladas con los conocimientos tecno-científicos. Las prácticas de PCT asumen entonces una aparente neutralidad que también refleja una ciencia y tecnología apolítica, ahistórica, universal y unidireccional, aun cuando exista el ánimo de hacer presencia activa dentro de la comunidad, trascendiendo el modelo de interacción con artefactos, para convertirse en un espacio más participativo (Jiménez y Palácio, 2010).

El museo aún es débil para convocar diferentes grupos de actores e intereses para discutir y problematizar situaciones sociales atravesadas por las ciencias y las tecnologías. En este sentido, defendemos la necesidad de configurar escenarios heterogéneos articulados con espacios de producción, uso/resistencia/apropiación y circulación de conocimientos científico-tecnológicos. Dichos escenarios permitirían dirigir la opinión e intereses de los públicos al museo y con ello pasar del régimen del experimento al régimen del interés. Así, se colocaría al museo entre contenidos y agentes, entre prácticas y participantes con diferentes expectativas, problemas, y política (Panese, 2007).

El segundo elemento sobre el que quisiéramos llamar la atención se relaciona con la comprensión que nos propone el caso de análisis en donde lo educativo no es accesorio *per se*, sino que lo es en tanto que está social y geopolíticamente construido de esa manera. Construcción que por su parte, se da en al menos tres niveles: un nivel de *medicación* que configura el objeto/proceso como catalizador de una relación entre un “usuario” y una “información” (fenómeno), esto algunas veces sin reconocer, que está atravesado por dinámicas sociales, culturales e históricas; un nivel *ideológico*, desde el que se promulgan ideas sobre lo que es bueno en términos científicos y tecnológicos, sobre lo que debe ser la ciencia y la tecnología y lo que sería posible alcanzar con esos conocimientos desde un cierto imaginario de sociedad (Therborn, 1987); y finalmente, un nivel de *concienciación/reflexividad*, que nos permite dar cuenta de la capacidad que tienen los sujetos de comprender y posicionarse con respecto al objeto/proceso

tecnológico, configurando así dinámicas de apropiación (Freire, 1977; Franco-Avellaneda y Pérez-Bustos, 2010).

Bibliografía

Adichie, C. (2009). The Danger of a Single Story. *Conferencia TED, 2009*. Obtenido el 27 de noviembre de 2011. Disponible en: http://www.ted.com/talks/chimamanda_adichie_the_danger_of_a_single_story.html.

Akrich, M. (1997). The De-description of Technical Objects. En Bijker, W. y Law, J. (Eds.) *Shaping Technology Building Society: Studies in sociotechnical change* (pp. 205-224). London: MIT Press.

Allen, S. (2004). Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits that do more than Entertain. *Science Education*, 88, Suppl. 1, 17-33.

Allen, S & Gutwill, J. (2004). Designing with multiple interactives: Five common pitfalls. Curator: *The Museum Journal*, 47 (2), 199-212.

Barthes, R. (1993). A grande família dos homens. En Barthes, R. *Mitologias* (pp. 113-116). São Paulo: Editora Bertrand Brasil S.A.

Beetlestone, J., Johnson, C., Quin, M. & White, H. (1998). The Science Center Movement: Contexts, Practice, Next Challenges. *Public Understanding of Science*, 7, 5-26.

Betancourt, J. (2012, agosto 25). *De educación no formal, museos, modelos y sentidos*. (Versión suministrada por el autor de trabajo no publicado).

Bijker, W. & Law, J. (1997). *Shaping Technology Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (2ª Ed). London: MIT Press.

Bijker, W., Hughes, T. & Pinch, T. (2001). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* (8ª Ed.). London: MIT Press.

Bradburne, J. (1998). Dinosaurs and White Elephants: The Science Center in the Twenty-First Century. *Museum Management and Curatorship*, 17 (2), 119-137.

Callon, M. (1998). El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico. En Domènech, M. y Tirado, F. (Comps.) *Sociología simétrica, ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad* (pp. 143-170). Barcelona: Editorial Gedisa.

Carson, R (2005). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Crítica.

Colciencias (1984, 14 de septiembre). *Carta a Julián Betancourt*. Bogotá: Colciencias.

Collins, H. (2010). *Tacit and Explicit Knowledge*. Chicago: Ed. University of Chicago.

- Costantin, A. (2001). Museus interativos de ciências: espaços complementares de educação?. *Revista Interciencia*. 26 (5), 195-200.
- Davallon, J. et al. (1992). *The Rise of Environmentalism in Museums*. Québec: Musée de la civilisation.
- Delizoicov, D. (2004). Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(2).
- Duensing, S. (1999). Cultural Influences on Science Museum Practices: A case study. Tesis de doctorado no publicada. California Institute of Integral Studies, San Francisco-USA.
- Falla, S. (2005). Lo sensible y lo inteligible. Ciencia y estética en una experiencia interactiva en Maloka. Artículo presentado en Seminario Arte y Técnica - Maestría en Comunicación – P.U.J. (Versión suministrada por el autor).
- Franco-Avellaneda, M. y Pérez-Bustos, T. (2010). Tensiones y convergencias entorno a la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia. En Pérez-Bustos, T. y Tafur, M. (Eds.) *Deslocalizando la apropiación social de la ciencia y la tecnología* (pp.30-61). Bogotá: Colciencias-Maloka.
- Franco-Avellaneda, M. y Von Linsingen, I. (2011). Popularizaciones de la ciencia y la tecnología en América Latina: Mirando la política científica en clave educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16 (51), 1253-1272.
- Freire, P. (1977). *Extensão ou comunicação?* (3ª Ed). São Paulo: Editora Paz e Terra.
- Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. Buenos Aires: Editorial Siglo XXI.
- Freire, P. (2011). *Ação cultural para a liberdade e outros escritos* (14a Ed.). Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra.
- Haraway, D. (1991). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*. Madrid: Editorial Cátedra.
- Hughes, T. (1986). The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science*, 16 (2), 281-292.
- Humphrey, T. & Gutwill, J. (2005). *Fostering Active Prolonged Engagement: the Art of Creating APE Exhibit*. San Francisco: The Exploratorium.
- ICOM. (2007, 3 de diciembre), Estatutos ICOM. [Versión Electrónica] Obtenido el 27 de enero de 2012, Disponible en: <http://icom.museum/statutes.html>.
- Jiménez, S. y Palácio, M. (2010). Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín 1. *Universitas Humanística*, (69), 227-257.
- Law, J. (2007). Pinboards and Books: Learning, Materiality and Juxtaposition. En Kritt, D. y Winegar, L. T. (Ed.) *Education and Technology: Critical Perspectives, Possible Futures* (pp. 125-150). Plymouth: Lexington Books.

- Marandino, M. & Diaz-Rocha, P. (2011). La biodiversidad en exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (2), 221-236.
- Marandino, M. & Mônaco, L. (2009). Biodiversidade nos Museus: discussões sobre a (in) existência de um discurso sobre conservação em ações educativas dos museus de ciências. En Selles, S. E. et al. *Ensino de biologia: histórias, saberes e práticas formativas* (pp. 263-278). Uberlândia: EDUFU.
- McManus, P. (1992). Topics in Museums and Science Education Studies. *Science Education*, 20, 157-182.
- Michael, M. (1998). Between Citizen and Consumer: Multiplying the Meanings of the Public Understanding of Science. *Public Understanding of Science*, 7, 313-327.
- Oppenheimer, F. (1968). Rationale for a Science Museum. *The Museum Journal*, 1 (3), 206-209. Obtenido el 10 de marzo de 2010. Recuperado de: www.exploratorium.edu/frank/rationale/rationale.pdf
- Panese, F. (2007). O significado de expor objetos científicos em museus. En Valente, M. E. A. (Ed.). *Museus de ciência e tecnologia: Interpretações e ações dirigidas ao público* (pp. 31-39). Rio de Janeiro: MAST.
- Pêcheux, M. (1988). *Semântica e discurso: Uma crítica à afirmação do óbvio*. Campinas-SP: Editora Unicamp.
- Pérez-Bustos, T. (2010a). Los márgenes de la popularización de la ciencia y la tecnología: conexiones feministas en el sur global. Tesis de doctorado no publicada. Doctorado interinstitucional UPN-UNIVALLE-UD. Bogotá, Colombia.
- Pérez-Bustos, T. (2010b). La feminización cultural de las prácticas educativas: etnografías de la popularización de la ciencia y de la tecnología en dos países del sur. Cali, Colombia. *Revista CS*, 6, 159 -191.
- Pérez-Bustos, T., Franco-Avellaneda, M., Lozano, M., Falla, S. y Papagayo, D. (2012) Iniciativas de apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia: tendencias y retos para una comprensión más amplia de estas dinámicas. *Revista História*, 19 (1) 115-137.
- Pérez-Bustos, T. y Franco-Avellaneda, M. (2012). Una lectura desde los estudios feministas de las tecnologías: el caso OLPC y Sugarlabs en Colombia. *Revista Nómadas*, 36 (1), 111-125.
- Philip, K., Irani, L. & Dourish, P. (2012). Postcolonial Computing: A Tactical Survey. *Science, Technology & Human Values*, 37 (1), 3-29.
- Pinch, T. & Bijker, W. (2001). The Social Construction of Facts and Artifacts: Or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. En Bijker, W., Hughes, T. y Pinch, T. (Ed.), *The Social Construction of Technology Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. (pp. 17-50). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

- Schiele, B. (2008) Science Museums and Science Centres. En Bucchi, M. y Trench, B. (Eds.) *Handbook of Public Communication of Science and Technology* (pp. 27-39). New York: Routledge.
- Screven, Ch. (1990). Uses of Evaluation Before, During and After Exhibit Design. *International Laboratory for Visitor Studies*, 1 (2), 33-66.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Suchman, L. (2002). Located Accountabilities in Technology Production. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 14 (2), 91-105.
- Suchman, L. (2007). *Human Machine Reconfigurations*. New York: Cambridge University Press.
- Therborn, G. (1987). *La ideología del poder y el poder de la ideología*. México: Editorial Siglo XXI.
- Wagensberg, J. (2005). The “Total” Museum, a Tool for Social Change. *História, Ciências*, 12 (Suppl.), 309-321.
- Wajcman, J. (2006). *El tecnofeminismo*. Madrid: Ediciones Cátedra-Universitat de valència-Instituto de la mujer.
- Wöhrer, V. & Harrasser, D. (2011). Playful Experiments: Gendered Performances in a Children’s Museum. *Science as Culture*, 20 (4), 471-490.
- Yager, R. & Penick, J. (1983). Analysis of the Current Problems with School Science in the USA. *European Journal of Science Education*, 5 (4), 463-469.

