

LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA: CAMINOS SEGUIDOS, NUEVOS RETOS

María del Carmen Sánchez Mora*
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMO:

Hace más de 30 se creía que los MCC cumplían con la misión de hacer de la ciencia parte de la cultura, sin cuestionar cómo y qué se comunica de la ciencia, preguntas que solo podían ser respondidas con la evaluación, o con la investigación. Estas actividades se iniciaron con diseños experimentales que requerían definir a priori los resultados de la experiencia. Después hubo un cambio de lo conductual a lo cognitivo, y posteriormente a lo socio-cognitivo, dando cada vez más peso al contexto social de la experiencia vivida en el MCC. Como resultado de nuevos enfoques en la evaluación se pudieron mejorar las maneras de exhibir, aunque se tenía una visión de la experiencia vivida en el MCC basada en la adquisición de conceptos. Pronto se detectó que en los MCC ocurre el fenómeno de aprendizaje informal, que ante todo es personal, contextual y toma tiempo; lo anterior dio un gran giro a la evaluación, requiriéndose métodos de registro más holísticos, que abordan toda la complejidad del proceso. Pero aún no sabemos cómo se mira a la ciencia que se exhibe; solamente la evaluación permitirá detectar si se ha logrado comunicar “el sentido científico del mundo”, para lo cual se requieren métodos de indagación que aborden toda la complejidad del proceso que ocurre en los MCC. Son necesarios entonces, enfoques de investigación más holísticos y cualitativos, que permitan ver cómo la sociedad expuesta a los MCC, resuelve problemas, entiende noticias, mira a la ciencia como empresa humana, maneja cierto vocabulario, toma decisiones informadas, etc. Un nuevo camino metodológico puede vislumbrarse en el estudio de las prácticas culturales relacionadas con el aprendizaje informal de la ciencia, esto implicará el empleo de métodos diferentes a los hasta ahora usados, o bien un cambio en la conceptualización de los MCC. Palabras clave: Museos y centros de ciencia, investigación, evaluación, aprendizaje informal, cultura científica.

PALAVRAS-CHAVES:

Educational research in museums and science centers: pursued roads and new challenges

ABSTRACT:

Over 30 years ago we thought that MSC were accomplishing that mission of making science part of culture, and we didn't worry about how and what were we communicating about science, two questions that could only be answered by evaluation or by research. In both cases, we began to work with experimental designs that had to define a priori the results of the experience. After that, we moved from behavioural to cognitive studies, and subsequently to socio-cognitive ones, giving increasing importance to the social context of the MSC experience. As a result of these new approaches in evaluation, we learned to improve our ways to display; however, we were still tied to a vision of the experience in the MSC based on the acquisition of concepts. But slowly we realized that MSC learning occurs through the phenomenon of informal learning, which is mainly personal, contextual and time consuming; all this took a turn to evaluation because more holistic methods of evaluation were required that addressed the complexity of the process.

But we still don't know how the nature of science we display is perceived, only evaluation must detect if we have communicated “a scientific sense of the world.” It is clear, then, that we require holistic and qualitative research approaches that enable us to see how society exposed to the MSC, solves problems, understands news in the media, look to science as a human enterprise, handles certain vocabulary, make informed decisions, etc. A new methodological path can be glimpsed in the study of cultural practices related to informal science learning; this will imply the use of methods other than those used hitherto, or maybe a shift in the conceptualization of the MSC.

KEY-WORDS:

Museums and science centers, research, evaluation, informal learning, Science culture.

*Coordinadora de Formación y Extensión de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México

Preámbulo

Cuando se habla de investigación en los museos y en particular en los llamados centros de ciencia (MCC)¹, se hace necesario distinguirla de la evaluación, actividad bastante común e indispensable en estos espacios, pero cuyas intenciones y objetivos son muy diferentes a los de la investigación. La evaluación se refiere a los estudios que se realizan antes, durante o después de la fabricación, el montaje y la apertura al público de una exhibición (o de equipos interactivos) en los museos y centros de ciencia. Los estudios de evaluación tienen un carácter exploratorio e intentan analizar ante todo las actitudes generales que muestra el público frente a los temas exhibidos, entre las que pueden citarse el interés por acercarse a ciertos equipos, su permanencia frente a ellos, las rutas seguidas dentro de la exhibición, las conversaciones generadas en grupos de visitantes resultado de las acciones llevadas a cabo por estos frente a los equipos, etc.

En las exposiciones ya finalizadas, la evaluación puede igualmente enfocarse a determinar la forma en que estas comunican ideas, textos e imágenes (Koran y Ellis, 1991:68). También suele emplearse el término evaluación para designar el registro sistemático de datos e información acerca de las características demográficas de los visitantes, de las actividades que realizan, o bien, de los resultados cognitivos, afectivos o procedimentales que una cierta exposición tiene sobre los visitantes; lo anterior, con la intención explícita de tomar decisiones acerca de la posible continuidad o mejora, tanto de la exposición como de las actividades que las acompañan (Screven, 1990:37).

Por su parte, la investigación tiende a buscar la generación de nuevo conocimiento acerca de los diversos procesos que ocurren en los MCC, relacionados en buena medida con el actuar de los visitantes, pero sobre todo, con la intención de comprender el efecto que la visita tiene sobre estos. Tales conocimientos nuevos suelen provenir del planteamiento de hipótesis que eventualmente pueden llevar a la elaboración de teorías, sin que necesariamente sus resultados se utilicen para resolver un problema en particular.

Investigación y evaluación suelen confundirse en los museos porque ambas utilizan las mismas técnicas, por ejemplo, cuestionarios, entrevistas, seguimientos, grupos de enfoque, etc.; lo importante es distinguirlas de acuerdo con los objetivos buscados en cada trabajo (Koran y Ellis, 1991:69). La evaluación se utiliza para resolver un problema específico y generalmente requiere de poco tiempo para su realización, mientras que la investigación proviene de la necesidad de profundizar en el conocimiento de los procesos que ocurren en los MCC o para la elaboración de marcos teóricos. En los MCC se utiliza mucho la investigación dentro de los llamados “estudios de público” con el objetivo de comprender la forma en que las y los visitantes utilizan el museo. En esta modalidad de estudios de público (que también pueden tener carácter evaluativo), puede incluirse la necesidad de justificar las metas institucionales, realizar estudios demográficos para resolver problemas a corto o largo plazo, evaluar la eficiencia de programas paralelos a las exposiciones, llevar a la formulación de nuevas exhibiciones, entre muchos otros (Screven, 1990:37).

Habrá que señalar que la investigación en los MCC no ha avanzado tanto

¹ Se entienden por museos y centros de ciencia - MCC - como aquellos espacios que más que objetos (como los museos de historia natural), exhiben ideas o principios científicos a través de la construcción de artefactos demostrativos denominados interactivos (Gregory y Miller, 1998:203).

como la evaluación, ya que, los trabajos llevados a cabo en museos y universidades se han dedicado sobre todo a la resolución de problemas puntuales a través de la segunda (Schauble, Leinhardt y Martin, 1997:3).

A pesar de que no siempre es fácil separar los términos evaluación, estudios de público e investigación, es importante que en este artículo se distingan claramente los objetivos e intenciones de cada uno, ya que a partir del recuento de los caminos que ha seguido la investigación en los MCC a lo largo de casi cuatro décadas, se busca plantear en este trabajo futuras líneas de acción a partir de la revisión de la literatura sobre el tema.

Introducción

Hace ya más de 30 años se creía que bastaba con que existiera la intención y la capacidad de la institución museística para transmitir sus mensajes a un público idealmente receptivo, para que este se viera motivado a asistir y comprendiera todo aquello que los MCC pretendían comunicarle a través de exhibiciones atractivas. Esta situación ideal sería el resultado de una particular relación entre la exhibición y los visitantes a la que se denomina interactividad (Autor, 2014:3), término que se refiere a la posibilidad de que los visitantes tengan acceso físico a las exhibiciones, a diferencia de los grandes museos de arte, historia o arqueología, que se basan en la observación. Posteriormente, la interactividad se asoció con el uso de sistemas electrónicos y simuladores para exhibir los fenómenos científicos y se reconsideró que la interactividad no solamente implicaba tocar, sino también comprender e incluso emocionarse con lo exhibido (Hernández, 2014:23).

En sus orígenes la investigación en los MCC estaba muy centrada en estudios demográficos que medían el éxito de las exposiciones por el número de visitantes que acudieran al museo, el tiempo que permanecieran frente a sus exhibiciones (Lucas, 1983:5), o la popularidad de las mismas (Alt y Shaw, 1984:26), definida esta por su capacidad de atraer y retener al mayor número de personas posible, sin dar demasiada importancia a lo que los visitantes pudieran llevarse de la experiencia.

Pronto muchos MCC empezaron a interesarse por conocer si las experiencias de los asistentes eran educativas, en el sentido de que pudieran tener algún efecto en la comprensión o el acercamiento del visitante a la ciencia. Este interés provenía, sobre todo, de que a muchas instituciones se les empezaba a exigir una función educativa más allá de la recreativa, para así avalar su alto costo (Bradburne, 1998:243).

La justificación de la función educativa de los MCC revistió tal importancia desde hace ya varias décadas que en las misiones de muchos de ellos se empezó a señalar como su meta principal incrementar el interés por la ciencia o, más recientemente, buscar el “generar una cultura científica” en la población atendida (Autor, 2012:37). No puede negarse que lo anterior obedecía también a las críticas que muy pronto empezaron a recibir los MCC, de que en aras de buscar el entretenimiento (como gancho para acercar al público), la ciencia comunicada por estos no solo es un asunto secundario (Gregory y Miller, 1998:213), sino que se le banaliza y exhibe como si se tratara de resultados finales o producto de ideas geniales y casuales, en donde el carácter de la empresa científica y las implicaciones económicas, políticas y sociales de la ciencia quedan completamente fuera del discurso museográfico (Pedretti, 2002:8). Ante estas críticas, los

MCC empezaron a poner atención en el tipo de comunicación de la ciencia que llevaban a cabo, pero más que todo, en lo que se estaba comunicando acerca de la ciencia, lo que solo podía ser conocido a partir de la investigación.

Cabe aclarar que la interrogante antes esbozada acerca de la calidad y la intención del discurso comunicado acerca de la ciencia al público resulta ser un asunto casi exclusivo de los MCC, quienes exponen prioritariamente ideas o conceptos, a diferencia de otros museos que exhiben objetos, lo que impone a ambas instituciones relaciones diferentes con sus visitantes. Desde luego, habrá que hacer notar que cualquier tipo de museo, sea este de ciencia o de otra temática, se enfrentará siempre a problemáticas semejantes sobre la atención a públicos diversos, o acerca de la seguridad, el financiamiento, la extensión, la promoción, etc.

Podría hablarse entonces de una fuerte diferencia, no solo objetual y temática, sino incluso filosófica entre las metas perseguidas por los MCC y el resto de los museos (Gregory y Miller, 1998:214). Estas diferencias entre los MCC y el resto de los museos se hacen aún más notorias en los rubros de la evaluación y la investigación, las que se analizan críticamente en este artículo.

Un punto de partida: las diversas miradas al fenómeno museístico

Antes de la década de los 90, las investigaciones realizadas en los MCC rara vez se preocupaban por conocer el efecto de la comunicación de la ciencia sobre los visitantes, en buena medida porque en aquellos momentos no era totalmente claro el resultado que se buscaba como producto de la interacción con las exhibiciones (Gregory y Miller, 1998:208).

Por aquel entonces la investigación en los MCC tenía una marcada tendencia a buscar las características que definieran a las exhibiciones exitosas, particularmente en términos de su poder de atracción (Alt y Shaw, 1984:27), aunque con el tiempo se dio cada vez más importancia a los visitantes (Boisvert y Slez, 1994:138), de quienes a través de la investigación se buscaba conocer sus motivaciones para aproximarse a los MCC o describir las acciones que llevaban a cabo frente a las exhibiciones (Gregory y Miller, 1998: 212). Este tipo de estudios suele tener un diseño experimental, en donde se manejan algunas variables para obtener resultados predeterminados, y donde se pone particular atención al tiempo que dedican los visitantes a una exhibición en particular. Las metodologías empleadas implicaban definir a priori los resultados de la visita, lo que dejaba fuera la consideración de resultados no previstos, no por ello menos valiosos.

Entre estas metodologías puede citarse el realizar observaciones de los visitantes que se complementan con entrevistas posteriores que permiten afinar los resultados. Entre muchos de los trabajos de este estilo se puede mencionar el de Judy Diamond de 1986, que, como muchos otros, fue muy útil para empezar a comprender el fenómeno educativo en los MCC. Otro estudio importante es el de Paulette McManus, quien en 1994 analizó el discurso social generado en grupos de visitantes ante diferentes exhibiciones en el Museo de Historia Natural de Londres. Una conclusión muy importante de esta investigación es que el estilo de presentación de las exhibiciones afecta profundamente al tipo de pensamiento o discurso generado por los visitantes.

Hacia la primera mitad de la década de los 90 alcanzaron un mayor auge

los estudios en los que se pretendía conocer el aprendizaje cognitivo obtenido de la visita a un MCC, aunque muy pronto los investigadores se percataron de que como resultado de la interacción con las exhibiciones, a la adquisición de conceptos se sumaban el logro de ciertas habilidades; por ejemplo, intuir el funcionamiento de algunos equipos, y sobre todo, el desarrollo de algunas actitudes positivas hacia la ciencia (Wellington, 1990:205). Sin embargo, la medición de estos dos últimos aspectos, en particular el afectivo, sigue hasta la fecha representando una gran dificultad metodológica (Meredith, Fortner y Mullins, 1997:807).

Las investigaciones donde se busca encontrar los conocimientos que el visitante se lleva como resultado de haber vivido una experiencia, generalmente breve, se enfocaron a medirlos de acuerdo con objetivos de aprendizaje predefinidos. De esta época, es particularmente interesante el trabajo de Minda Borun *et al* (1993), en el que investigan las concepciones ingenuas que los visitantes llevan al museo y la ganancia conceptual resultado de la experiencia vivida (Borun, Massey y Lutter, 1993:215).

Los estudios sobre la ganancia cognitiva como resultado de la visita parecían mostrar que los MCC son un alternativa eficaz para la enseñanza de la ciencia en niños y jóvenes, especialmente para aquellos que no tienen materiales didácticos fácilmente disponibles en sus escuelas (Autor, 2013:387), o para los adultos que se han alejado no solo de la ciencia, sino incluso de oportunidades educativas diversas (Wellington, 1990:247). Por ello es que muchos de los MCC buscaron diseñar y manipular educativamente las exhibiciones, para así generar la adquisición de ciertos conocimientos. En estas épocas (antes de los 90), se escribió mucho acerca de los diferentes grados de retención y de recuerdo de conceptos científicos exhibidos dependiendo de la forma de presentación de la exhibición, el tipo de acceso a esta, las características de los apoyos museográficos, como las cédulas, las preparaciones pre y postvisita, la relación entre los miembros del grupo y el propósito de la visita. Curiosamente, este tipo de estudios corresponden también a un momento de gran proliferación de los MCC (Beetlestone *et al*, 1998:501).]

Uno de los aspectos más importantes que marcaron la investigación en los MCC desde los últimos 20 años fue reconocer el papel que el contexto juega en la visita. Alrededor de los años 80 se iniciaba en las investigaciones la preocupación por el efecto del contexto en los resultados de la visita. Prueba de ellos son estudios como el de 1978 de John Falk *et al*, quienes demostraron claramente los efectos que un escenario novedoso o desconocido (como son los MCC) tiene sobre la conducta y el aprendizaje de corte formal en los escolares que realizan una visita grupal al museo (Falk, Martin y Balling, 1978:31).

El modelo de la experiencia interactiva de Falk y Dierking (1992)² resultó ser un parteaguas en la comprensión de la experiencia museográfica, sobre todo por los nuevos enfoques que dicho modelo traería a la investigación, ya que su propuesta dejó claro que en el estudio del fenómeno que ocurre en los MCC no solo había que observar la vivencia personal durante la visita, sino que es necesario considerar todos los contextos que forman parte de esta, como son el físico y el social, e incluso el inmediato. Este modelo se contrapone a la in-

2 El modelo de la Experiencia Interactiva de Falk y Dierking (1992) propone que en la experiencia museística concurren por lo menos tres contextos: el personal, el físico y el social.

vestigación basada en estudios y diseños experimentales que intentan controlar variables asociadas con la visita, lo que inevitablemente llevaba a descontextualizar la experiencia.

Por otra parte, trabajos como el realizado por McClafferty en 1995, que se dedica a estudiar el conocimiento generado por la popular y muy usada exhibición conocida como los “platos susurradores” (whispering dishes), que demuestra los principios de la reflexión del sonido, señalan también que la investigación debería ser menos rígida y abarcar numerosas variables que describen la experiencia museográfica.

La investigación a partir del reconocimiento del aprendizaje informal

Una vez que los MCC percibieron al visitante como aquel que construye su propio conocimiento y comprensión de la ciencia (Gregory y Miller, 1998:213), y que tuvieron claro que dicha construcción es de naturaleza personal y muy diferente del fenómeno que ocurre dentro de los espacios educativos formales, es que se pudo delimitar una nueva forma de acercamiento a la ciencia en la que, más que la adquisición de conceptos, se busca la comprensión del quehacer científico y el desarrollo de ciertas actitudes frente a la ciencia (Jenkins, 1994:606).

A partir del reconocimiento de esta forma de aprendizaje, llamada informal, se pudo describir un fenómeno que por muchos años se estaba tratando de detectar en los MCC y que se puede presentar en una gran variedad ambientes no escolarizados, no solamente en los museos. La aceptación de este fenómeno implicará, como se demostrará más adelante, una visión holística del aprendizaje (Rennie y McClafferty, 1996:60) y, por lo mismo, una gran dificultad para documentarlo.

Comprender en toda su dimensión el tipo de aprendizaje que prioritariamente ocurre en ámbitos educativos informales requirió considerar el fenómeno de aprendizaje ya no como un resultado, sino como un proceso, que de alguna manera había empezado a ser descrito por varios autores (Borun, Massey y Lutter, 1993:203). El reconocimiento del proceso de aprendizaje informal ha permitido también el desarrollo de instrumentos para su detección, muchos de ellos traducidos en categorías de acciones, habilidades y actitudes codificables, que incluso han servido a muchos museos como índices de efectividad, y que permiten justificar la inversión gubernamental o privada que en ellos se hace. Entre las aportaciones más interesantes al respecto pueden señalarse los Generic Learning Outcomes (GLO) desarrollados por el equipo de trabajo de E. Hooper-Greenhill (2008) y los Strands de la National Academy of Sciences de EUA (Bell, Lewenstein, Shouse, y Feder, 2009:3).

Las investigaciones más recientes sobre el aprendizaje informal generado por la visita reconocen que se trata de un evento fugaz, totalmente dependiente de un gran número de variables y que se ve afectado por experiencias previas o posteriores vividas por el visitante, de manera que es difícil encontrar el resultado de un evento que, en sí mismo, representa una mínima parte de un complejo entramado del aprendizaje informal (Diamond et al, 2009:11).

Muchos de los trabajos que se realizaron a partir de la década de los 90 en ambientes educativos informales, como los zoológicos, jardines botánicos y MCC, han tomado en cuenta estas características del aprendizaje informal,

cuyos resultados no solo son personales y suelen tomar tiempo, sino que están totalmente determinados por el contexto. Los cambios antes mencionados en la concepción del aprendizaje que ocurre en los MCC explican por qué en los últimos 15 años se ha pasado de los estudios de corte conductista a los socio-cognitivos, en los cuales se ha recalcado la importancia del contexto social como un factor determinante en la interacción equipo-visitante (Rennie, 2001:108).

Como es de esperarse, el giro en las investigaciones que pasaron de detectar un fenómeno de aprendizaje colectivo con resultados semejantes a los que pueden lograrse en un ambiente educativo formal, a uno de índole idiosincrático absolutamente dependiente del contexto, implicó una problemática metodológica enorme, ya que su registro implicaba no solamente observar o entrevistar grupalmente a los visitantes como anteriormente se hacía, sino que fue necesario involucrarlos activamente en el proceso de medición de la experiencia. En esta nueva situación, las metodologías empleadas en la investigación requieren que se colecte información a partir de cada uno de los visitantes, para así lograr comprender su percepción individual de lo exhibido, la cual, ahora se sabe, está supeditada al propósito de la visita, a sus conocimientos previos y a sus motivaciones para acudir al museo (Autor, 2011:25).

A lo anterior habrá que añadir que dado que los espacios de aprendizaje informal permiten que los visitantes se muevan con toda libertad, la captura de datos sobre sus vivencias se vuelve muy complicada, sobre todo porque en un intento por tener acceso cercano a los visitantes, el investigador puede estar interfiriendo mucho más en el fenómeno que intenta medir, a diferencia de cuando solo se registra o graba el proceso de aprendizaje con observaciones a distancia, o a través de instrumentos indirectos de detección, como son las grabaciones o los cuestionarios. Pero la problemática metodológica mayor radica en el registro no solo de una experiencia personal, sino de una situación acumulativa y temporal, que puede manifestarse cuando ha transcurrido mucho tiempo entre la experiencia vivida en el museo y la situación o el contexto en la que dicho conocimiento se va a aplicar. Para algunos autores, si el aprendizaje es acumulativo, se tendría que evaluar también fuera del museo y a lo largo del tiempo, lo que implicaría registrarlo en otros momentos y por lo mismo, en contextos diferentes al museo (Rennie, 2001:111). Esto afectaría la visión de que el aprendizaje informal que ocurre en el museo está determinado por el contexto museístico, de manera que si se le separa del ambiente en que ocurrió, se perdería irremediablemente el efecto contextual en que ocurre (Diamond, Duke y Uttal, 2009:13).

A pesar de las limitaciones descritas, puede afirmarse que la investigación en museos de los últimos años ha permitido sacar interesantes conclusiones, en particular acerca del comportamiento de ciertos grupos sociales en los MCC, especialmente el de las familias (Anderson y Ellenbogen, 2012:1179); también ha llevado a conocer algunas respuestas que resultan de la interacción del público con cierto tipo de equipos, actividades educativas o modalidades de exhibición (Allen y Gutwill, 2005:199).

Además de intentar describir y detectar el proceso de aprendizaje informal, la investigación más reciente se ha dirigido en buena medida a considerar el museo como un escenario donde se puede estudiar la forma en que las personas suelen aprender la mayor parte del tiempo. Sin embargo, en el futuro se requerirá de estudios más sofisticados que consideren con mayor amplitud

la complejidad del aprendizaje informal (Anderson y Ellenbogen, 2012:1186) y donde se tome en cuenta la gran variabilidad de logros de aprendizaje como resultado de las visitas a los MCC, que finalmente debieran reflejarse en el efecto que causan en la vida presente y futura de la sociedad en su conjunto.

Tendencias actuales en la investigación en los MCC

Los últimos años atestiguan cambios metodológicos considerables en los estudios sobre la experiencia museística. Jenkins (1994:603) ha dejado claro que el conocimiento científico no se adquiere sin cambios, sino que más bien cada persona le da significado en su propio contexto, de donde se concluye que lo que el público se lleva de la visita podrá usarlo, si acaso, en circunstancias personales. Esta percepción propone contar con resultados de investigación más cercanos a la realidad, pero cuya obtención se dificulta debido a las complicaciones que implica hacer el seguimiento de los visitantes. Esta es una de las razones por la cual los estudios de visitantes y de impacto no son tan numerosos hoy en día como se quisiera (Rennie y McClafferty, 1996:71).

La variedad de métodos que se emplean para los estudios de visitantes da también cuenta de la complejidad de este campo (Anderson y Ellenbogen, 2012:1181), donde además cada una de las investigaciones arroja información muy diferente (Hein, 1998:68). Lo que hoy puede afirmarse ante la gran variedad de métodos empleados es que los paradigmas de investigación utilizados dependen desde luego de los objetivos de la investigación realizada, pero también de las actitudes que el investigador tenga ante las conductas de los visitantes. En general, en el enfoque cuantitativo los investigadores tienden a analizar y clasificar las conductas; por el contrario, los investigadores naturalistas se interesan más por los significados y explicaciones que existen detrás de dichas conductas.

Cuando se consideraba que el aprendizaje era la adquisición de nueva información, más que la consolidación generalmente lenta de las ideas preexistentes, era relativamente común diseñar medidas de registro pre y postexperiencias, pero que arrojaban resultados de aprendizaje muy estrechos, que además volvían muy artificial la situación de aprendizaje con la consecuente dificultad de generalizar los resultados.

El constructivismo y la teoría sobre las explicaciones previas han sido fundamentales para el campo de los estudios de museos, pues tales enfoques no solo toman en cuenta el contexto social en que ocurre la experiencia museística, sino que además consideran su carácter personal. Los trabajos basados en estas ideas han mostrado además que la investigación en museos es ecléctica y que requiere el uso de teorías variadas para documentar el aprendizaje, así como metodologías provenientes de múltiples disciplinas.

Lo anterior nos señala que en la investigación en los MCC la recolección de datos debe ser múltiple, que ya no basta con obtenerlos directamente de los visitantes, y que los resultados tendrán que ser interpretados a la luz del conocimiento de los públicos, de lo que hacen y de con quién interactúan. Por otro lado, se ve la necesidad de emplear un amplio rango de formas de indagación tanto cualitativas como cuantitativas, que en conjunto describen mejor la complejidad de la situación. Recientemente se ha desarrollado una gran cantidad de métodos para tal efecto, con énfasis en la complementariedad, la validación y la triangulación para asegurar la confiabilidad de los resultados (Rennie, 2001:111).

En general, la investigación en los MCC ha ampliado el rango y al alcance de las metodologías utilizadas, lo que ha permitido realizar trabajos de corte

holístico, particularmente cualitativos. Un ejemplo de esto se puede revisar en la tesis doctoral de D.J. Johnston de la Universidad de Curtin en Australia, elaborada en 1999, quien desarrolló dos instrumentos de indagación para medir el impacto a corto y largo plazo de la visita, con base en respuestas escritas en un cuestionario postvisita. Este trabajo permitió al autor utilizar las palabras y frases elegidas por los visitantes. Más recientemente, Rennie y Williams (2002:709) construyeron una entrevista sobre cultura científica basada en grupos de enfoque realizados con los visitantes. Los autores analizaron la forma en que los visitantes expresan su comprensión de la ciencia y probaron sus instrumentos en campo. Llama la atención que este tipo de trabajos que marcan una nueva forma de investigar el efecto de los MCC sobre la población haya suscitado hasta ahora poco interés.

Se ha visto que separar los resultados de la visita en fragmentos unidimensionales medidos en experimentos controlados ya no parece ser una opción realista para realizar investigaciones sobre el aprendizaje que ocurre en los MCC. Definitivamente, los estudios pre-post son descontextualizantes y muchas veces están basados en cuestionarios pobremente elaborados; pero más que todo, impiden hacer seguimientos del proceso de aprendizaje en tanto se enfrentan a la dificultad de contactar a los visitantes a posteriori.

En buena parte de la literatura puede notarse que muchos de los trabajos para determinar el efecto de la visita al museo en diferentes audiencias se han realizado en grupos de visitantes potenciales (escuelas sobre todo), en cuyo caso se obtiene la evaluación de los equipos exhibidos y no de los visitantes potenciales. Por eso es que ha surgido la necesidad de realizar diseños de investigación a partir de fuentes más variadas que la sola interacción con los equipos museísticos de un solo museo. Se ha pensado igualmente hacer comparaciones entre equipos semejantes exhibidos en diferentes MCC, donde se muestren evidencias del aprendizaje informal. También se ha sugerido recurrir a la recolección de datos naturalistas, cuya utilidad había sido señalada por Koran y Ellis desde 1991 (1991:67), cuando revisaron cuatro estudios experimentales de los que concluyen que todos ellos podrían haberse enriquecido con la colección de este tipo de datos que permitieran hacer comparaciones entre diferentes ambientes y situaciones. Igualmente en la década de los 90 se reconoce la necesidad de un cambio en la metodología hacia estilos más interpretativos de los resultados (Rennie y Johnston, 2004:11).

Lo que es un hecho es que, a comparación de otros ambientes educativos, hay pocos trabajos que estudien el proceso de aprendizaje informal a largo plazo, así como también son escasos los estudios longitudinales, debido en buena parte a la dificultad de seguir a los visitantes una vez que abandonan el museo.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, resulta difícil hablar de la metodología única o idónea para el estudio del aprendizaje informal que ocurre en los MCC. Lo más importante seguirá siendo tener especificidad en los objetivos que se persiguen en cada estudio y así, dependiendo del marco teórico que se utilice, se podrá llegar a resultados más válidos. Dada la vastedad de este campo de investigación, la tendencia actual es tratar de utilizar los métodos que resulten más apropiados para preguntas específicas de investigación, aunque seguramente la complejidad metodológica en la investigación en MCC podrá reducirse en la medida en que se tenga más claridad sobre el fenómeno que se intenta registrar.

Investigación ¿en los individuos o en la sociedad?

Los estudios realizados hasta ahora sobre el aprendizaje informal en el ámbito de los MCC han transitado un camino complejo que abarca desde tratar de encontrar lo que grandes grupos de visitantes obtienen de la experiencia (en buena medida conocimientos) hasta detectar las adquisiciones de cada individuo. Más recientemente interesa conocer si como resultado de la visita el público se lleva ya no solo conocimientos, sino una visión diferente de la ciencia de la que poseían antes de acudir al MCC (Lucas, 1991:496). Ambos, conocimientos y visión, forman parte de lo que se conoce como alfabetización científica¹ (Jenkins, 1994:602). Sin embargo, desde finales de los 90, autores como Schauble, Leinhardt y Martin (1997:5) empezaron a sugerir estudiar hacia el efecto de la visita sobre la generación de una cultura científica² en la sociedad. Lo anterior habla de una diferente percepción de la misión de los primeros MCC, que de acuerdo con el modelo Exploratorium (con expresa vocación educativa) intentaban buscar el aprendizaje de conceptos mediante experiencias divertidas y motivadoras. A los objetivos originales se añadió pronto la formación de vocaciones, la generación de actitudes (positivas) hacia la ciencia, el empoderamiento ciudadano o la formación de una cultura científica.

Medir el cumplimiento de tales objetivos no es fácil, pues ante la falta de metodologías que permitan hacerlo, la investigación se enfrenta al gran reto de construir el panorama general de los resultados de las visitas a partir de los estudios locales o puntuales que constituyen la mayoría de las investigaciones (Godin y Gingrass, 2000:94). A partir de las escasas encuestas globales, tampoco parece que las visitas a los MCC estén teniendo efecto sobre la cultura científica de las poblaciones estudiadas, aunque queda la duda de si se está midiendo correctamente su contribución a la cultura científica, o si realmente los MCC están colaborando a formarla.

Puede decirse que, por otro lado, tampoco hay plena aceptación de los métodos de evaluación, sobre todo de aquellos basados en pruebas que detectan los conocimientos adquiridos por grandes poblaciones, y menos aún cuando estos métodos tan solo señalan la falta de conocimientos del público sobre un tema. Pero cuando se toma en consideración el asunto de la particularidad, lo personal, impredecible, idiosincrático, dependiente del contexto y provisional del aprendizaje informal, se hace notoria la dificultad de capturarlo con los comúnmente usados instrumentos de opción múltiple o de preguntas de dudosa validación, enfocados a registrar datos de grandes poblaciones.

Ante la necesidad de contar con métodos más cualitativos para el registro de la experiencia museística, algunos investigadores han sugerido ir más allá de capturar el conocimiento fáctico, e intentar considerar los efectos sociales, psicológicos y políticos generados por la visita, para así poder comprender, más

¹ La alfabetización científica es un elemento educativo importante, no se trata de aprendizaje de vocabulario científico y de su definición estricta, sino de la comprensión y el entendimiento de su significado real, cuando se confronta al ciudadano común con la aplicabilidad efectiva de los términos que este vocabulario contiene. Se trata de una recolocación del conocimiento científico en el conocimiento del día a día (Jenkins, 1994: 602)

² Para Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003: 186), la cultura científica es un sistema integrado de valores sociales que aprecia y promueve la ciencia per se, o también el conjunto de valores, ethos, prácticas, métodos y actitudes basadas en el universalismo, pensamiento lógico, escepticismo organizado y provisionalidad de los resultados empíricos que existen dentro de la academia o comunidad científica (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003:189)

que el fenómeno, lo que ocurre en los MCC y su repercusión en la sociedad, aunque son limitadas las metodologías que permiten contestar la pregunta acerca del efecto que generan los MCC sobre la cultura científica.

De manera que la investigación en los MCC se encuentra ante un dilema: o se continúan realizando estudios contextuales que registran vivencias individuales pero poco aplicables a otras circunstancias, o bien se realizan grandes estudios, amplios y cuantificables, pero cuyos resultados son dudosamente aceptables, ya que no parecen reflejar completamente el complejo proceso educativo que sabemos que ocurre en los MCC. Por tanto, aún queda pendiente en la investigación en los MCC el cómo complementar ambos puntos de vista.

Hasta ahora podría decirse que indagar qué aprenden los visitantes de la experiencia museística o detectar si los MCC están comunicando la ciencia tal como se lo proponen son enfoques de investigación poco productivos, en tanto dejan de lado el desarrollo de relaciones a largo plazo entre los visitantes y los contenidos que el MCC exhibe. Esto es en buena medida una de las razones por las que no se ha logrado averiguar si los MCC han contribuido a formar relaciones con la ciencia y de qué tipo son estas.

La discusión anterior tiene puntos comunes con las críticas que desde hace más de 15 años se han hecho a los MCC (Bradburne, 1998:242) y que giran alrededor de que exhiben una ciencia espectacular pero descontextualizada, divertida y apromblemática, donde suelen quedar fuera los asuntos sociales y éticos (Kavanagh, 1995:82). Lo anterior pide una revisión a conciencia de cómo y qué estamos exhibiendo, con base en una reflexión profunda acerca de si verdaderamente el MCC, como medio de comunicación, es el sitio ideal para presentar una ciencia más real, social y contextualizada.

La revisión de la evolución histórica de los MCC también ha llevado a reconocer que pueden generar oportunidades diferentes de aprendizaje más allá de las exhibiciones. En particular, los programas educativos de los MCC han sido todavía menos evaluados que el efecto de las exhibiciones sobre el aprendizaje informal (Pedretti, 2002:38), cuando hoy en día sabemos la contribución positiva que en este sentido tienen opciones como el teatro, los talleres, etc. Igualmente, se han generado nuevas propuestas museográficas, entre las que puede citarse la creación de las llamadas “exhibiciones críticas” iniciada por Pedretti (2002:4) y que representan una nueva e interesante alternativa para reencauzar la imagen de la ciencia que hasta ahora han transmitido los MCC.

No hay que olvidar, sin embargo, que en la realidad latinoamericana los MCC son el sitio idóneo para acercar a los visitantes a la vivencia de muchos fenómenos físicos, escaparate de adelantos tecnológicos (o sus antecedentes históricos) y espacios necesariamente unidos al sistema escolar formal. Por otra parte, las exposiciones de conceptos e ideas científicas a través de exhibiciones seguirán sirviendo para dar marco y claridad a tales conceptos, así como para plantear preguntas o dar puntos de vista sobre diferentes asuntos científicos. Pero parece ser que donde los MCC pueden quizá influir en la generación de una cultura científica es en las actividades colaterales a las exposiciones o en otras formas de exhibir más abiertas que las exhibiciones.

A manera de conclusión: la necesidad de un giro en la investigación, ¿o en el planteamiento de los MCC?

A lo largo de este artículo se ha señalado que la acentuada preocupación por registrar los conocimientos que los visitantes obtienen por la experiencia vivida en el MCC ha desviado la obtención de otras ganancias inherentes y deseables del proceso del aprendizaje informal, como son el desarrollo de ciertas habilidades o la generación de actitudes positivas ante la ciencia, porque en el remoto caso de que los conceptos exhibidos lleguen a ser comprendidos, posiblemente se pierdan o se diluyan en la memoria, o bien se integren al cúmulo de experiencias de aprendizaje informal a los que los visitantes están expuestos toda la vida y que se modifican de acuerdo con los contextos en donde realmente se les da significado, no necesariamente asociados a la vivencia museística (Jenkins, 1994:604). Sin embargo, registrar los componentes no cognitivos del aprendizaje informal implica poseer sistemas de evaluación sofisticados. Aunque se contara con las metodologías idóneas para hacerlo, los resultados serán difícilmente generalizables, dado el carácter individual de esta forma de aprendizaje. Esto magnifica la problemática que representa estudiar el efecto que tienen los MCC en la cultura científica de la población a la que sirven.

En la década pasada, se generaron numerosos trabajos sobre la naturaleza y el aprendizaje formal de la ciencia, pero para el caso de la modalidad educativa informal, el panorama sigue siendo complejo y prácticamente desconocido; para empezar, no se tiene claro de qué manera las experiencias cotidianas y comunes, como por ejemplo los fenómenos meteorológicos, afectan los conocimientos, o la comprensión y el interés por la ciencia; como tampoco se tiene completa certeza sobre el estatus cognitivo de los conceptos cotidianos que surgen como resultado de participar en actividades no escolares (una excursión al campo, visitar un hospital, asistir a un MCC, etc.); igualmente, se desconoce el valor y el peso de las experiencias educativas informales sobre el acervo de conocimientos, actitudes y valores resultado de las experiencias cotidianas (Jenkins, 1994:604). A lo anterior habrá que añadir que un discurso común en el que interviene la ciencia o una visión de esta no surge espontáneamente por el hecho de que una persona interactúe con la naturaleza o con los diversos productos de la comunicación de la ciencia. De aquí, sería importante que a partir de la investigación se detectara la manera en que las prácticas culturales en los escenarios informales de aprendizaje contribuyen al desarrollo de un discurso alrededor de la ciencia, y en particular cuando la sociedad es impactada por los MCC.

Rennie y Johnston (2004:55) han señalado que todo impacto genera aprendizaje medible a partir de las acciones y lenguajes desarrollados por los usuarios, lo que sugiere un nuevo enfoque de investigación en los MCC en el que cada vez se ponga más atención en la generación de ciertas actitudes, la socialización del conocimiento o la aculturación.

Esta forma de ver el impacto de los MCC había sido sugerido desde hace más de 30 años por Schauble, Leinhardt y Martin (1997:3), quienes además propusieron que la teoría socio cultural puede respaldar esta forma de investigación, en tanto enfatiza que el significado construido por el público proviene de la interacción entre los individuos (que actúan en un contexto social) y los mediadores (que pueden ser actividades, signos, personas o instituciones).

Con esta mirada a la investigación, más que explicar la diversidad de aprendizaje debida a las diferencias individuales en intereses y talentos, la teoría socio

cultural plantea nuevas preguntas acerca del tipo de acciones (cognitivas, procedimentales o actitudinales) que son promovidas en los espacios de educación informal. Igualmente busca conocer las formas de razonamiento apoyadas por las herramientas disponibles a partir de los eventos educativos informales. Este enfoque propone buscar los efectos de los medios educativos informales en las interacciones sociales, más que en las mentes individuales (Schauble, Leinhardt y Martin 1997:4).

Por su parte, Martin sugiere a la teoría de la actividad (Martin, 2001:195) como herramienta para estudiar la interacción cultural surgida como resultado de la comunicación de la ciencia a partir de patrones y diferencias individuales. Menciona la autora que las prácticas culturales relacionadas con el aprendizaje informal son la clave para determinar la manera en que niños y adultos internalizan la información, y que pueden ser estudiadas a partir del tipo de pensamiento que generan. La investigación alrededor del aprendizaje en familia, en el sitio de trabajo, o en el entorno cotidiano; la solución de problemas, el trabajo desarrollado en comunidad y los efectos de los programas periescolares o de educación no formal, señalan que las operaciones cognitivas con las que la población participa o en las que se involucra difieren de lugar a lugar y de problema en problema, y aunque los patrones de interacción y las herramientas utilizadas para resolverlos son diferentes en distintos contextos y escenarios, para la teoría de la actividad sus resultados son medibles a partir de los razonamientos desarrollados.

Esta forma diferente de estudiar el aprendizaje informal de la ciencia en la sociedad en su conjunto, aunada a un cambio en el enfoque de la creación de exposiciones con la intención expresa de incidir en la cultura científica de la población, implica que los MCC deberán estar capacitados y dispuestos a generar puntos de vista informados entre los visitantes y a ofrecer un diálogo cercano con quienes se dedican a la ciencia. No se pretende dejar de lado la exhibición de ideas y conceptos científicos que son el punto de partida para empoderar científicamente a los ciudadanos, pero sí dejar de exhibir una ciencia acabada, acrítica y descontextualizada, como hasta ahora se ha hecho. Lo anterior significa que si su objetivo es la generación de una cultura científica, los MCC deberán limitar el uso de un enfoque didáctico expositivo en las exhibiciones.

La literatura comentada en el presente artículo permite concluir que para lograr su objetivo los MCC debieran ser un espacio plural donde coexistan experiencias directas de la física (de probada eficacia, tanto en su carácter lúdico como en su efecto educativo); objetos reales históricos o del mundo natural (por su inherente poder de atracción); exposiciones temporales que incorporen los últimos adelantos tecnológicos (que serán superados muy pronto por nuevos adelantos); espacios de reflexión y crítica donde intervengan científicos cara a cara con los visitantes (que son el espacio donde se pueden escuchar las voces de los visitantes); exhibiciones sobre temas permanentes que se asegure que difícilmente puedan ser manejados en otros medios de comunicación y donde se reduzca al máximo el empleo de medios electrónicos (donde realmente se haga gala de propuestas creativas y divertidas); exposiciones de autor (que propongan posturas personales y alternativas frente a un tema); y actividades que involucren las emociones, como el teatro, los talleres lúdicos, o las demostraciones, todas ellas para explicar la naturaleza de la ciencia. Estos serán algunos de los componentes de los MCC futuros que quieran seguir funcionando como los

medios únicos de comunicación directa de la ciencia adecuada a las necesidades de cada quien.

Para lograr lo anterior, es necesario que los MCC sean realmente accesibles a todos, pues solo de esta manera llegarán a ser piezas clave en la formación de la cultura científica de la sociedad, asunto que deberá necesariamente ser probado mediante la evaluación y la investigación.

Referencias

- ALLEN, Sue and GUTWILL, Joshua. Designing with multiple interactives: five common pitfalls. *Curator*, California, Board, Vol. 47, n.2, p.199-212, April 2005.
- ALT, M.B. and SHAW, K.M. Characteristics of ideal museum exhibits. *British Journal of Psychology*. London, The British Psychological Society, Vol.75, p. 25-36, 1984.
- ANDERSON, David and ELLENBOGEN, Kirsten, M. Learning science in informal contexts-epistemological perspectives and paradigms. In: FRASER, Barry. J. et al. (Eds.). *Second International Handbook of Science Education 24*. New York, Springer Science and Business Media B.V., p. 1179-1187. 2012.
- BEETLESTONE, John, G., JOHNSON, Colin, H., QUIN, Melanie, and WHITE, Harry. The science center movement: contexts, practice, next challenges. *Public Understanding of Science*, UK. IOP Publishing Ltd. and The Science Museum, Vol.7, p.5-26, 1998.
- BELL, Philip, LEWENSTEIN, Bruce, SHOUSE, Andrew. W. and FEDER, Michael. A. (eds.). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. Washington, The National Academies Press, 2009.
- BOISVERT, Dorothy, L. and SLEZ, Brenda, J. The relationship between visitor characteristics and learning-associated behaviors in a science museum discovery space. *Science Education*, Manhattan, John Wiley and Sons, Inc., Vol. 78, n.2, p. 137-148, 1994.
- BORUN, Minda, MASSEY, Christine, and LUTTER, Tilu. Naive Knowledge and the design of science museum exhibits. *Curator*, California, Board, Vol.36, n.3, p.201-218, 1993.
- BRADBURN, James, M. Dinosaurs and white elephants: the science center in the twenty-first century. *Public Understanding of Science*. Turin, Fondazione Agnelli, Vol.7, p. 237-253, 1998.
- BURNS, Terry Burns.; O'CONNOR, D. John., and STOCKLMAYER, Susan M. Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science*. UK, Sage Publications, Vol.12, p. 183-202, 2003.
- DIAMOND, Judy. The Behavior of Family Groups in Science Museums. *Curator*, California, Board, Vol. 29, n.2, p.139-154, 1986.
- DIAMOND, Judy, LUKE, Jessica, J., UTALL, David, H. *Practical Evaluation Guide. Tool for museums and other informal educational settings*. Second edition, New York, Altamira Press, 2009.
- FALK, John. H. & DIERKING, Lynn. D. *The Museum Experience*. Washington, Whalesback Books, 1992.
- FALK, John, H., MARTIN, Wade, W. and BALLING, John. D. The novel field-trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, Manhattan, John Wiley & Sons, Inc., Vol. 15, n. 2, p. 127-134, 1978.
- GODIN, Benoit and GINGRASS, Yves. What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of*

- Science. UK. IOP Publishing Ltd and The Science Museum, Vol. 9, p.43-58, 2000.
- GREGORY, Jane and MILLER, Steve. *Science in Public: Communication, culture and credibility*. Chapter: Science in Museums. Science in Museums. New York, Plenum Press, p. 196-219, 1998.
- HEIN, George. *Learning in the Museum*. London, Routledge, 1998.
- HERNÁNDEZ, Luz Angélica. *La experiencia interactiva en los museos de ciencias como apoyo en el aprendizaje. Un estudio teórico y empírico*. Tesis para optar por el grado de doctor en Filosofía de la Ciencia. Línea comunicación de la ciencia. Instituto de investigaciones filosóficas. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM. 2014.
- HOOVER-GREENHILL, Eilean. (2008) *Generic Learning Outcomes GLO's*. Museums, libraries and archives Council. www.inspiringlearningforall.gov.uk
- JENKINS, Edgar. W. Public understanding of science and education for action. *Journal of Curriculum Studies*. Canada, Taylor and Francis Ltd. Vol. 26, n.6, p.601-611, 1994.
- JOHNSTON, David, J. *Assessing the visiting public's perceptions of the outcomes of their visit to interactive science and technology centres*. Unpublished Doctoral thesis, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia, p. 270, 1999.
- KAVANAGH, Gaynor. Dreams and nightmares: Science museum provision in Britain. In: DURANT, John. *COPUS. Museum and the public understanding of science*. London, Science Museum, p.81 - 87, 1992.
- KORAN, John, J. and ELLIS, Jim. Research in informal settings: some reflections on designs and methodology. *ILVS Review: A Journal of Visitor Behavior*. Milwaukee, Wisconsin, International Laboratory for Visitor Studies, Vol. 2 (1), p. 67-85, Spring, 1991.
- LUCAS, Arthur Maurice. Scientific Literacy and informal learning. *Studies in Science Education*. London, Routledge, Vol. 10, n.1, p. 1-36, 1983.
- LUCAS, Arthur Maurice. Info-tainment and informal sources for learning science. *International Journal of Science Education*. London, Taylor and Francis, Ltd. Vol. 13, n. 5, p. 495-504, 1991.
- MARTIN, L. Free-Choice Science Learning: Future directions for researchers. In: FALK, J.H. (Ed.). *Free Choice Science Education: how we learn science outside school*. New York, Teachers College Press, p. 186-198, 2001.
- McCLAFFERTY, Terence. P. Did you hear Grandad? Children's and adult's use and understanding of a sound exhibit at interactive science centers. *Journal of Education in Museums*, Washington, DC, Museum Education Roundtable, Vol. 16, p.12-16, 1995.
- McMANUS, Paulette. Families in museums. In MILES, R. & ZAVALA, L. (Eds). *Towards the museum of the future: New European perspectives*. London, Routledge, 1994.
- MEREDITH, Joyce, E., FORTNER, Rosanne, W. and MULLINS, Gary. Model of affective learning for nonformal science educational facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, Manhattan, John Wiley and Sons Inc., Vol. 34, n.8, p. 805-818, 1997.
- PEDRETTI, Erminia. T.Kuhn meets T.Rex: critical conversations and new directions in science centres and science museums. *Studies in Science Education*. London. Routledge, Vol.37, n.1, p. 1-41, 2002.
- RENNIE, Leonie J. & McCLAFFERTY, Terence. P. Science Centres and science Learning. *Studies in Science Education*, London, Routledge, Vol. 27, p.53-98, 1996.

RENNIE, Leonie J. Communicating Science through interactive science centres: a research perspective. In: STOCKLMAYER, Susan, M.; GORE, Michael, M.; BRYANT, Chris (Eds.). *Science Communication in Theory and Practice*. Boston, Science and Technology Library. Kluwer Academic Publishers, p. 107-121, 2001.

RENNIE, Leonie, J., and WILLIAMS, Gina. F. Science centres and scientific literacy: Promoting a relationship with science. *Science Education*, Manhattan, WILEY PERIODICALS, INC. Vol. 86, p. 706-726, 2002.

RENNIE, Leonie, J. & JOHNSTON, David, J. The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Science Education*, Vol. 88, supplement 1, Manhattan, Wiley Periodicals, July, 2004.

AUTOR. Los museos y la cultura científica: una aproximación a través del recuerdo de las exhibiciones museográficas. *Revista Museologia e Patrimônio*, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, Vol.4. n.1, p. 3-27, 2011.

<http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/viewFile/137/148>

AUTOR. Potencialidad educativa y museos de ciencia. *Ciencia y Desarrollo*. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Vol.38, n. 260, p. 38-41, julio-agosto, 2012.

AUTOR. Museos de ciencias, escuelas y profesorado, una relación a revisarse. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*. España, Universidad de Cádiz, APAC Eureka, Vol.10, n.3, p.377-393, 2013. <http://www.redalyc.org/pdf/920/92028240005.pdf>

AUTOR. La interacción entre maestros y guías en los museos de ciencia: un asunto de comunicación. *Diálogos de la Comunicación*. Brasil. Edición 88: Ciencia y sus audiencias, una mirada por la perspectiva de la comunicación. Federación Latinoamericana de Facultades de Comunicación Social, enero-junio, p. 1 -20. 2014. <http://www.dialogosfelafacs.net/la-interaccion-entre-maestros-y-guias-en-los-museos-de-ciencia-un-asunto-de-comunicacion/>

SCHAUBLE, Leona; LEINHARDT, Gaea; and MARTIN, Laura. A Framework for Organizing a Cumulative Research Agenda in Informal Learning Contexts. *Journal of Museum Education*. Washington, D.C. Museum Education Roundtable, Vol.22, 2&3, p. 3-11. 1997.

SCREVEN, Chandler, G. Uses of evaluation before, during and after exhibit design. *ILVS Review: A Journal of Visitor Behavior*. Milwaukee, Wisconsin, International Laboratory for Visitor Studies, Vol. 1, 2, p. 36-66, 1990.

WELLINGTON, Jerry. Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres. *Physics Education*. UK, IOP Publishing Ltd., Vol. 25, p. 247-252, 1990.

Artigo recebido em abril de 2014. Aprovado em julho de 2014