UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

LA CULTURA CIENTÍFICA EN LOS MUSEOS EN EL MARCO DE LA EDUCACIÓN INFORMAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORA EN PEDAGOGÍA

PRESENTA:
M. EN E. S. ELAINE REYNOSO HAYNES

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARÍA DEL CARMEN SÁNCHEZ MORA

CIUDAD UNIVERSITARIA 2012

A la memoria de Fernando Reynoso Quintana, mi padre.

A mi mamá.

A Rubén, Lucía Carolina y Gerardo.

A mis hermanos.

A mis amigos y colegas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

La Dra. Carmen Sánchez-Mora por haberme acompañado y apoyado en la elaboración de este trabajo.

Al comité tutoral: la Dra. Sara Rosa Medina y la Dra. Pilar Segarra.

Al jurado compuesto por cinco mujeres admirables: la Dra. Carmen Sánchez-Mora, la Dra. Sara Rosa Medina, la Dra. María del Pilar Segarra, la Dra. Julia Tagüeña y la Dra. María Isabel Belausteguigoitia por haber leído esta tesis con interés, por las discusiones enriquecedoras, por sus sugerencias pero sobre todo por su amistad.

A la Dra. Julia Tagüeña y al Biol. Arturo Vargas con quienes colaboré en el proyecto de la sala "Cambio Climático y Desarrollo Sustentable" del Museo de Morelos.

A Carina Monterrosa por el apoyo técnico.

A mi familia por haberme aguantado mientras intentaba realizar este trabajo en condiciones bastante poco favorables y sin dejar de hacer todo lo demás.

A la UNAM en primer lugar porque como estudiante me proporcionó un ambiente estimulante, diverso y de una gran riqueza intelectual que obliga a rebasar las fronteras de las visiones limitadas para que las ideas fluyan en una atmósfera de libertad, y en segundo lugar por el privilegio de trabajar en ella como divulgadora de la ciencia. La UNAM es sin duda una universidad en toda la extensión de la palabra, la mejor de América Latina.

La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal

M. en E. S. Elaine Reynoso Haynes

El objetivo central de esta tesis es contribuir al campo de conocimiento de la comunicación pública de la ciencia desde un enfoque educativo. El análisis parte de la función que desempeña la ciencia y la tecnología en la sociedad de la información y el conocimiento, tomando en cuenta la tensión entre lo global y lo local.

Entre las aportaciones más importantes que se presentan se encuentra: una propuesta de fundamentos teóricos para la reflexión y el análisis en este campo de conocimiento; una metodología para desarrollar productos, actividades y espacios empleados para la comunicación pública de la ciencia y el modelo glocal para divulgar la ciencia basado en el conocimiento global y su adaptación al contexto local. Este último se aplicó a la divulgación del tema de cambio climático en un museo de ciencias.

La motivación por hacer este trabajo nace del convencimiento de la urgencia por fomentar una cultura científica en la población, dada nuestra dependencia con la ciencia, así como la imperiosa necesidad de formar ciudadanos con capacidad para tomar decisiones informadas y participar en asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones tanto a nivel personal como colectivo. Debido a que esta tarea rebasa las posibilidades y capacidades del sistema educativo formal, es necesario ampliar el universo educativo para incluir a las instituciones, agentes y procesos de la educación no formal e informal para satisfacer las necesidades educativas de toda la población en estos temas. La divulgación de la ciencia se incluye dentro de este universo educativo como un elemento protagónico para los fines mencionados por lo cual es esencial contar con fundamentos teóricos y metodológicos para realizar esta tarea con responsabilidad y calidad.

Scientific culture in museums in the context of informal education

M. en E. S. Elaine Reynoso Haynes

The main objective of this thesis is to contribute to the field of knowledge of public communication science from an educational approach. The analysis starts by considering the role of science and technology within the society of information and knowledge, taking into account the tension between global and local.

Among the most important contributions presented are: a proposed theoretical basis for reflection and analysis in this field of knowledge, a methodology for developing products, activities and spaces used for public communication of science and the glocal model for communicating science based on global knowledge and its adaptation to local context. The latter was applied to the dissemination of the topic of climate change in a science museum.

The motivation for doing this work is based on the conviction of the urgency of incorporating science and technology to the general culture in the population, given our dependence on science and the urgent need for society has as whole for well prepared citizens with the capacity to make informed decisions and to participate in matters related to science and its applications both at a personal and collective level. Because this task is beyond the possibilities and capabilities of the formal educational system, we must expand the educational universe to include institutions, agents and processes of formal and informal education in order to try to meet the educational needs of all the population in the subjects and issues mentioned previously. Popularization of science is included in this educational universe as a fundamental ingredient for these purposes so it is essential to have sound theoretical and methodological foundations to perform this task with responsibility and quality.

INDICE

La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal.

Introducción 1

Capítulo I 3
La ciencia y la Sociedad del Conocimiento.

1.1 El conocimiento y la sociedad 3
- 1.1.1 La sociedad de la información y el conocimiento 3
- 1.1.2 El conocimiento: una construcción personal y colectiva 6
- 1.1.3 Hacia una tipificación de conocimientos 7
  - a) Diferentes clases de conocimiento
  - b) Conocimiento tácito y el conocimiento codificado
  - c) Combinación de niveles de conocimiento

1.2 La ciencia y la sociedad 12
- 1.2.1 La ciencia 12
  - a) Reflexiones en torno a la ciencia
  - b) La comunidad científica
  - c) Los criterios de validación del trabajo científico
  - d) La nueva ciencia
  - e) La ciencia global y los contextos locales
  - f) Hacia un nuevo contrato entre la ciencia y la sociedad

1.2.2 La ciencia y el sentido común. 26
a) Reflexiones en torno al sentido común
b) El uso del lenguaje
c) Diferencias y similitudes en la forma de relacionar los hechos y construir el conocimiento.
d) Características del sentido común

1.2.3 El papel de la ciencia en la construcción de la sociedad del conocimiento. 35

1.3 La globalización: ¿La última utopía del siglo XX? 39
1.3.1 La última utopía del siglo XX 39
1.3.2 Reflexiones en torno al significado del término “globalización” 41
1.3.3 Lo global y lo local 45

Capítulo II 48
La cultura científica y la sociedad educativa

2.1 La utopía necesaria: la sociedad educativa 48
2.1.1 Hacia una ampliación del universo educativo 48
a) Nuevas necesidades educativas
b) Definición de términos
c) Características de la educación formal y de la no formal
d) La educación informal
e) Fronteras e intersecciones entre la educación formal, la no formal y la informal

2.1.2 La sociedad educativa 56
a) Consideraciones generales
b) Características y condiciones para la sociedad educativa

2.2. La cultura científica para el ciudadano del siglo XXI 61
2.2.1 Reflexiones en torno a la cultura científica para el ciudadano del siglo XXI 61
2.2.2 La composición de la sociedad educativa para la promoción de la cultura científica 70

2.3 La comunicación de la ciencia 74
2.3.1 Un poco de historia 74
2.3.2 Asociaciones y redes 82
2.3.3 La formación de los comunicadores de la ciencia 85
2.3.4 Discusiones y definiciones 87
2.3.5 Modelos para comunicar la ciencia 92
2.3.6 Una propuesta para analizar el universo de la comunicación pública de la ciencia 96
a) Las miradas de la divulgación de la ciencia
b) Aplicación de las miradas

Capítulo III 112
Los museos de ciencia en la sociedad educativa

En el capítulo III se analiza la función social y educativa de los museos de ciencia dentro del contexto de la sociedad del conocimiento ante los procesos globalizadores, tomando en cuenta el contexto local.

3.1 Introducción 112
3.2 Los museos de ciencia y su contexto 112
3.3 El museo contemporáneo 124
3.4 El potencial educativo de los museos 130
3.5 El vínculo con el sector educativo 135
3.6 Su función educativa dentro de la comunidad 140
3.7 Los museos de ciencia y la inclusión social 141
3.8 El museo glocal. 145

Capítulo IV 147
El desarrollo de proyectos museológicos glocales.

4.1 Introducción 147

4.2 El análisis del contexto de un museo de ciencias 149
4.2.1 El contexto interno y externo
4.2.2 Algunos ejemplos

4.3 Los públicos de los museos de ciencia 153

4.4 Una propuesta metodológica 156
4.4.1 Consideraciones generales
4.4.2 Las etapas de un proyecto museístico
4.4.3 Evaluaciones internas y externas

4.5. Explorando la complejidad 166
4.5.1 La complejidad y los museos
4.5.2 La experiencia interactiva
4.5.3 Niveles de interactividad y conversaciones con el contexto

4.6 El desarrollo de los contenidos 175
4.6.1 La organización del proyecto
4.6.2 La construcción de la experiencia interactiva
4.6.3 El enfoque glocal para la selección de contenidos.

4.7 La operación del museo 192
4.7.1 La misión siempre presente
4.7.2 La atención al público
4.7.3 Los guías

4.8 Evaluación e investigación 195

4.9 El panorama mundial 199

Capítulo V 204
La planeación de una exposición sobre cambio climático

5.1 El cambio climático y la sociedad 204
5.1.1 El contexto global y local
5.1.2 La búsqueda de soluciones
5.1.3 La divulgación del tema de cambio climático

5.2 La divulgación del tema en un museo de ciencia. 223
5.2.1 Por qué divulgar el tema en un museo de ciencia
5.2.2 El Museo de Ciencias del Estado de Morelos
5.2.3 El proyecto de la sala de “Cambio climático y desarrollo sustentable”

5.3 El contexto del proyecto 227

5.3.1 El Estado de Morelos y el cambio climático

5.3.2 El público potencial

5.3.3 Nociones comunes sobre el tema de cambio climático

5.3.4 El estudio del público

5.4 La elaboración del guión temático y propuesta museológica para la sala “Cambio climático y desarrollo sustentable” del Museo de Ciencias de Morelos. 234

5.4.1 Sugerencias para el desarrollo de la exposición

5.4.2 Propuesta de guión temático y museológico

5.4.3 La sala “Cambio climático y desarrollo sustentable” del Museo de Ciencias del Estado de Morelos.

Discusión y conclusiones. 249

Bibliografía

Anexos

Anexo 1: Declaración de Toronto y Declaración de Cape Town

Anexo 2: Cuestionarios

Anexo 3: Tablas de datos de los resultados del estudio de público

Anexo 4: Tablas comparativas de los resultados

Anexo 5: Fotografías de la Sala “Cambio climático y desarrollo sustentable”.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es contribuir a la construcción del campo de conocimiento de la comunicación pública de la ciencia desde un enfoque de la educación informal aportando elementos teóricos y metodológicos para el desarrollo de proyectos considerando el contexto actual de la globalización y de la sociedad de la información y el conocimiento. Con base en estos fundamentos, se presenta una propuesta metodológica para el desarrollo de exposiciones de ciencia la cual se aplica en un caso específico: el cambio climático.

En el capítulo I "La ciencia y la sociedad de la información" se presentan los fundamentos teóricos generales que servirán de base para esta tesis, con énfasis en el papel que desempeña la ciencia en la sociedad de la información y el conocimiento en el contexto global, así como la tensión entre el contexto global y lo local.

En el capítulo II "La cultura científica y la sociedad educativa" a partir de la propuesta de la Sociedad Educativa se analiza la cultura científica que requiere el ciudadano del siglo XXI para enfrentar los retos actuales. Se discute la necesidad de recurrir a la comunicación pública de la ciencia para satisfacer la amplia gama de necesidades e intereses de la población, mostrando que esta actividad es un campo profesional en construcción. Por último se presentan y discuten algunos modelos para el desarrollo de proyectos para comunicar la ciencia al público general.

En el capítulo III se presenta una descripción de la evolución de los museos de ciencia en función del contexto histórico, social, económico y

político en que están insertos. Se analiza la función educativa y social de los museos de ciencia en el contexto actual, considerándolos como un ingrediente de la Sociedad Educativa con características particulares y únicas. Por último, tomando en cuenta la tensión entre el contexto global y local, se propone el modelo glocal para desarrollar museos de ciencia, el cual es una fusión de los dos contextos: el global y el local.

A partir de las discusiones y planteamientos de los tres capítulos anteriores, en el capítulo IV se proponen lineamientos para el desarrollo de proyectos museológicos. Se inicia con el análisis del contexto en que se llevará a cabo el proyecto y del público potencial. Se presenta un modelo para la realización del proyecto que se basa en etapas claramente establecidas y en el cual la evaluación permanente se considera una herramienta fundamental para la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso. Se presentan conceptos y herramientas para abordar la complejidad en los museos en lo que se refiere a los temas abordados, la multiplicidad de factores que intervienen en la experiencia museística de cada usuario y la diversidad de públicos que se quiere atender. Se incluyen recomendaciones para la operación del museo y la capacitación de guías del mismo. Por último, se argumenta sobre la necesidad de la evaluación e investigación en este campo.

En el capítulo V se aplican los fundamentos teóricos y metodológicas expuestos en los capítulos anteriores al desarrollo de un proyecto museológico específico: la Sala de “Cambio Climático y Desarrollo Sustentable” del Museo de las Ciencias del Estado de Morelos. Se argumenta la urgencia de comunicar el tema del cambio climático con el fin de crear conciencia en torno a los problemas que se están generando y de involucrar a la población en acciones de adaptación y mitigación ante sus efectos. Con base en un estudio de público meta se analiza el contexto en el cual se deberá llevar a cabo un proyecto con estos fines. Se presentan las dificultades más comunes para la aceptación y comprensión del tema, así como recomendaciones para lograr una comunicación exitosa con el futuro usuario con el fin de que se informe y tome conciencia sobre la gravedad del problema, pero al mismo tiempo con un mensaje de esperanza que lo invite a ser partícipe de las soluciones.

Capítulo I

La ciencia y la Sociedad del Conocimiento.

Ella estaba en el horizonte. Me acerco dos pasos, ella se aleja dos pasos. Camino dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Por mucho que yo camine, nunca la alcanzaré. ¿Para qué sirve la Utopía? Para eso sirve: para caminar.

(Eduardo Galeano).

1. El conocimiento y la sociedad

1.1.1. La sociedad de la información y el conocimiento.

El concepto de sociedad de conocimiento surge a finales del siglo XX y se caracteriza por un modo inédito de producción, transformación y distribución del conocimiento que se genera en un contexto de aplicación transdisciplinario y heterogéneo. Esta nueva concepción surge del análisis de los procesos de búsqueda de soluciones para problemas complejos que requieren de la incorporación de diferentes habilidades, así como de la construcción de marcos de conocimiento que rebasan los límites de las disciplinas, implicando el desarrollo de nuevas competencias y la integración de la experiencia de diferentes especialistas y grupos de investigación en esquemas más flexibles y menos institucionalizados (Valenti y Casalet, 2008:14).

El conocimiento, apunta Tylak, es un concepto amplio cuyos alcances y fronteras son difíciles de definir. Stehr lo define como la "capacidad para actuar" y David y Foray consideran que esta capacidad se aplica tanto a la acción manual, como intelectual (Casas, y Dettmer, 2008).

Tylak y Stehr coinciden en que el conocimiento siempre ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades, lo nuevo es el ritmo tan acelerado con que se produce y también la prontitud con que se vuelve obsoleto. Por lo tanto, el factor clave para mantener un nivel adecuado de competitividad será la rapidez con que se pueda tener acceso a adiciones marginales de conocimiento (Casas, y Dettmer, 2008).

Varios autores hacen una clara distinción entre información y conocimiento. Uno de los primeros en hacer un análisis de la relación entre estos dos conceptos fue Fritz Machlup en 1980. Consideró que la información es el acto o proceso por el cual el conocimiento (ya sea una señal o un mensaje) es transmitido. Para él, el conocimiento es cualquier actividad humana eficazmente diseñada para crear, alterar o confirmar en la mente humana (propia o de alguien más) una percepción significativa, comprensible o consciente. El concepto de Machlup es muy amplio y no se reduce sólo al conocimiento científico, tecnológico o práctico. Aunque hoy en día, nos parece evidente esta idea, no siempre lo fue. Casas y Dettmer (2008) comentan que durante mucho tiempo se pensó que únicamente la ciencia podría hacer contribuciones originales al conocimiento. En organizaciones colectivas como empresas e industrias, se combinan diferentes tipos de conocimiento, como el científico, el técnico y el legal, involucrando una gran cantidad de variables, que se pueden relacionar y combinar de distintas maneras. El resultado, para cada caso particular, es mucho más que la suma de las piezas, es una amalgama de conocimientos que engendra un producto único e innovador. El éxito del producto depende de la posibilidad de integrar un grupo conformado por personas capaces y experimentadas dispuestas a trabajar en equipo en un ambiente de respeto y colaboración.

Casas y Dettmer (2008), basándose en la definición de Soete, afirman que la información, entendida como un conjunto de datos estructurados y formateados, tiene características de artículo de consumo. Gracias a la tecnología y a las redes de comunicación, este artículo de consumo, se ha convertido aparentemente en un bien universal que fluye a gran velocidad y que es accesible a casi todo el mundo. Señalan que la información no tiene valor por sí misma. Sólo le será de utilidad a las personas u organizaciones que tienen la formación y la capacidad requeridas para decodificarla, interpretarla y emplearla. Visto así, la información desempeña el doble papel de materia

prima y agente de transformación. Este concepto es interesante porque nos ayuda a entender como la información se convierte en un elemento de poder, cuando se tiene el conocimiento requerido.

Otra característica sobresaliente de la época actual respecto al conocimiento es que éste se ha convertido en la fuerza más importante y el principal recurso estratégico para el desarrollo económico de los países (Casas y Dettmer, 2008). A este respecto, Nonaka sostiene que en una economía en donde lo único cierto es la incertidumbre, la única fuente segura para conseguir una ventaja competitiva duradera es el conocimiento (Casas y Dettemer, 2006:18).

Cimoli (en Casas y Dettmer, 2008:26) afirma que el conocimiento incorporado en los seres humanos (capital humano) y la tecnología, han sido siempre centrales para el desarrollo económico de un país. En los últimos años, se ha visto que este capital humano, más que los factores tradicionales de producción, es el principal recurso de valor y crecimiento económico. Las economías que antes se basaban en la concentración de bienes de capital y en la producción, ahora se esfuerzan por participar en la generación, distribución y uso del conocimiento.

Sin embargo, a pesar de que la información, reconocida como la nueva materia prima y al mismo tiempo agente de transformación, está disponible para todos aquellos que tienen acceso a las redes de comunicación, sólo tiene valor para los que tienen el potencial para interpretarla y utilizarla para generar conocimiento nuevo. Por lo cual se deduce que el crecimiento económico requiere de personas altamente educadas como investigadores, ingenieros, técnicos y administradores, que puedan realizar esta tarea, en diversos campos y áreas de actividad. El ritmo tan acelerado con que se genera el conocimiento, obliga a los individuos y a las sociedades a desarrollar su capacidad para aprender rápidamente. Lo anterior implica el aprendizaje de nuevas competencias y habilidades, incluyendo la de buscar información y procesarla y no tanto la acumulación de datos. Un trabajador será considerado más valioso en la medida en que pueda desplegar su potencial intelectual y creativo.

Las universidades desempeñan un papel crucial en esta economía del conocimiento, como formadoras de un nuevo tipo de trabajador, así como en el desarrollo de investigación básica y aplicada (Casas y Dettmer, 2008).

1.1.2 El conocimiento: una construcción personal y colectiva

El conocimiento que construye un individuo a lo largo de su vida depende del contexto social, cultural, natural y temporal en que está inmerso, así como de sus experiencias personales y sus actividades. Se podría decir también que depende del lugar[1] del sujeto. La experiencia que resulta de cada interacción con el contexto mencionado se incorpora a la mente de la persona como una idea o una interpretación de lo vivido. Sin embargo, esta nueva idea o interpretación, no se suma a los conocimientos ya existentes como un ente aislado, se integra a una intrincada red preexistente de ideas, experiencias, e interpretaciones de éstas, que están conectadas entre sí.

Aunque la construcción del conocimiento es un proceso personal, el origen de las ideas e interpretaciones no lo es. Al vivir en una comunidad, compartimos y socializamos estas experiencias a través del lenguaje. Esta afirmación se aplica sobre todo a los conocimientos que surgen como consecuencia del contacto con el mundo natural, ya que muchas de estas experiencias son compartidas por todos los seres humanos. Matilde Vicentini (1980) lo explica bellamente de la siguiente manera: “Todos vivimos en un mundo tridimensional con una dirección vertical preferente, estamos inmersos en aire; nos paramos sobre la superficie de la tierra en donde crecen diferentes especies de animales y plantas; vemos un sol que brilla y calienta; experimentamos cambios de temperatura durante el día y a lo largo del año, así como la lluvia y un viento que sopla. Vemos que hay cosas continuas como el agua y otras que son discretas como la arena. También tenemos una noción del tiempo debido a la duración de los eventos en nuestra vida y sabemos que algunos de estos eventos son periódicos y otros no. Estas vivencias compartidas y los conocimientos construidos para comprenderlas quedan enmarcados dentro de esquemas de la realidad que pertenecen a una determinada comunidad”. Este conjunto compartido de esquemas es lo que se denomina sentido común.

1 Hartcourt, W. (2002), define lugar como un “ámbito de actividad política, potencialmente transformador”.

El sentido común facilita la comunicación, la colaboración y la convivencia en una comunidad. Incluso se puede hablar de un sentido común universal, debido a que en la mayor parte del mundo, no sólo tenemos las mismas experiencias sensoriales (interacción con el mundo natural), sino que también existe una tendencia a homogeneizar nuestra visión del mundo a través de programas educativos similares y los medios masivos de comunicación (interacción con el mundo socio-cultural).

A pesar de esta visión homogeneizada del mundo, el sentido común adquiere características locales que dependen del contexto específico. Por ejemplo, la visión del mundo de una persona que vive en un medio urbano difiere de la que tiene una persona en el medio rural. Además, es importante señalar que el sentido común no es estático, se encuentra en continua evolución debido a la interacción con el mundo socio-cultural.

Estos esquemas colectivos de la realidad incluyen palabras, ideas, interpretaciones e incluso conceptos, provenientes de diversos campos de conocimiento, como las diferentes disciplinas científicas. El hecho de que las personas utilicen los mismos términos y vocabulario para externar sus ideas e interpretaciones, no implica que el significado sea el mismo para todos.

Aunque los esquemas sean socializados y compartidos por los miembros de una comunidad dada, el proceso de construcción de cada individuo es único e irrepetible. Intervienen muchos factores como su historia personal, sus intereses, necesidades, habilidades, capacidades y las actividades que realiza. Por lo tanto, la red de cada persona es única en su contenido, composición, estructura y la forma en que se relacionan entre sí los diferentes fragmentos que la componen. En las siguientes dos secciones se describirán los factores que influyen en la conformación y contenido de las redes de conocimiento de cada persona.

1.1.3 Hacia una tipificación del conocimiento

a) Diferentes clases de conocimiento

Cada comunidad tiene una amplia gama de necesidades, por lo cual es preciso que los individuos que la componen lleven a cabo labores distintas.

Las actividades que efectúa cada persona, dependen, en buena medida, de su rol dentro de la comunidad. Por lo general, para llevar a cabo una tarea determinada, se requiere de una capacitación específica, que implica ciertas habilidades y conocimientos. Considerando estas características Foray y Lundvall (Casas y Dettmer, 2008) distinguen cuatro clases de conocimientos:

i) El saber qué (know what). Se refiere al conocimiento acerca de "hechos". Una persona que posee esta clase de conocimiento tiene una cantidad considerable de información sobre un tema o conjunto de hechos. Existen muchas áreas en los cuáles los expertos deben poseer abundante información para realizar adecuadamente su trabajo. Tal es el caso de los médicos y abogados.

ii) El saber por qué (know why). Se refiere al conocimiento relacionado con el entendimiento de las causas de los hechos Se trata de un conocimiento estructurado, que se basa en principios y leyes, que requiere de personal con un entrenamiento profesional y que se lleva a cabo en organizaciones o instituciones especializadas. Muchas veces requiere de la tecnología. El trabajo científico es característico de este tipo de conocimiento.

iii) El saber cómo (know how). Se refiere a la habilidad o capacidad para hacer algo, aunque no se conozcan las causas. Por ejemplo: el trabajo de un técnico que compone aparatos.

iv) El saber quién (know who). Se refiere a la habilidad social que permite buscar y tener acceso al experto para usar su conocimiento eficientemente. Saber quién, implica poseer información acerca de quién sabe y quién sabe cómo hacer qué. El "saber quién" es sumamente importante cuando se llevan a cabo proyectos para resolver problemas complejos que requieren de muchos tipos de conocimientos y habilidades.

Los primeros dos tipos de conocimientos el "saber qué" y el "saber por qué" se pueden adquirir a través de lecturas, la consulta a bases de datos o en una clase. Los siguientes dos: el "saber cómo" y el "saber quién" son el resultado de la práctica. El "saber cómo" se basa en un proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea a través de la práctica o de una relación maestro-aprendiz.

El “saber quién” es una destreza social pero también requiere un cierto grado de conocimiento.

b) Conocimiento tácito y conocimiento codificado.

Otra clasificación del conocimiento es la establecida por Polayni: el conocimiento tácito y el conocimiento explícito (o codificado). El conocimiento tácito se refiere a la habilidad para hacer algo, es un conocimiento que no se puede explicar, ni comunicar fácilmente. El conocimiento explícito en cambio, es aquel que se expresa, como su nombre lo indica, de manera explícita de acuerdo a un código y con un lenguaje formal y sistemático. Al ser explícito, también es comunicable. Estas dos formas de conocimiento no se contraponen, más bien se complementan. A través del aprendizaje se da un movimiento en espiral entre estas dos formas de conocimiento: el conocimiento tácito se transforma en conocimiento codificado y luego con la práctica se desarrollan nuevas formas de conocimiento tácito (Casas y Dettmer, 2006).
Mucho del conocimiento disponible, no puede ser absorbido sin un entrenamiento específico y extenso. Esta afirmación se aplica de manera muy contundente al conocimiento tácito, el cuál al no poder ser expuesto de manera explícita, no es fácilmente comunicable, incluso por alguien que lo conoce. De ahí la importancia de sistemas de entrenamiento y mejoras en la comunicación (Casas y Dettmer, 2008).

c) Combinación y niveles de conocimientos

Las clasificaciones mencionadas en los incisos a y b son aplicables a diferentes áreas de conocimiento y son representativas de las habilidades y capacidades de los individuos. Una persona puede tener una combinación, en mayor o menor proporción, de dos o más formas de conocimiento. Esa misma persona puede, a través de la práctica y/o el estudio modificar esa proporción, incrementando alguno de los tipos de conocimiento. La frontera entre estas formas de conocimiento no es tajante, más bien se puede hablar de un continuo.

Para ejemplificar consideremos los conocimientos relacionados con el campo del electromagnetismo. “El saber qué”, en este campo se puede obtener a través de la búsqueda de información, aunque probablemente se necesiten

de determinadas habilidades y una capacitación mínima en la materia para poder “leer” esta información, que es una mezcla de conocimiento tácito y codificado.

El “saber por qué” implica tener un entendimiento de las causas y efectos de los fenómenos eléctricos y magnéticos los cuales han sido explicados empleando conceptos que son ampliamente aceptadas por los físicos que se dedican a este campo del conocimiento. Entre los conceptos más importantes se pueden mencionar los de carga eléctrica, corriente eléctrica y campo electromagnético. Las relaciones entre las variables que intervienen en cada uno de estos conceptos se expresan mediante ecuaciones matemáticas, para lo cual se requiere un conocimiento codificado. Este conocimiento codificado permite hacer cálculos, comunicarse con sus pares y generar conocimiento nuevo en el campo. El poseedor de un grado elevado del “saber por qué” y del conocimiento codificado requerido sería un experto en el campo. Este experto, además del conocimiento codificado, posee un nivel elevado de conocimiento tácito relacionado con la materia, que ha adquirido a lo largo de años de estudio y trabajo.

El “saber cómo” puede referirse a la habilidad que posee un electricista para componer aparatos electrodomésticos, aunque su conocimiento de la teoría del electromagnetismo sea mínimo. Probablemente, tenga un nivel elevado de conocimiento tácito y reducido de conocimiento codificado. Un técnico, altamente especializado, que opera o mantiene maquinaria compleja, tendría una componente muy desarrollada del “saber cómo” y puede poseer, al mismo tiempo, una buena proporción del “saber por qué”. Sus niveles de conocimiento tácito y codificado, seguramente serán mayores que los que posee el electricista que compone aparatos electrodomésticos.

El “saber quién”, se refiere a la habilidad para encontrar a la persona o personas, que poseen alguno de los conocimientos anteriores o una combinación de estos requeridos para desarrollar un proyecto o resolver un problema. Cualquiera que sea el caso, el que “sabe a quién” necesita una proporción, aunque sea mínima del conocimiento buscado para poder comunicarse con los expertos.

Dentro de cada área de conocimiento existen estos niveles y matices, los cuales pueden colocarse en un continuo que va desde el conocimiento del experto (el que produce conocimiento nuevo, original y especializado), el que lo aplica y el que simplemente se beneficia de éste. El dominio de los esquemas cognitivos y de las habilidades en cada caso, depende del uso, de las ocupaciones y de las actividades que lleva a cabo cada persona. Por lo tanto, en una misma comunidad pueden existir muchos niveles de conocimiento de sentido común. (Vicenti, M, 1982).

Dentro de la comunidad científica también se da este abanico de niveles y matices de conocimiento. La mayoría de los científicos poseen todas las formas de conocimientos mencionados, aunque dedican la mayor parte de su tiempo a "saber por qué" en un campo acotado. A través de la carrera adquirieron un conocimiento científico común y posteriormente un conocimiento específico de acuerdo a sus intereses. Los físicos del estado sólido y de partículas elementales comparten un conocimiento general de física, pero lo más probable es que el de estado sólido entienda poco de partículas elementales y viceversa. El conocimiento científico de un campo especializado, sólo es comprensible en su totalidad y a profundidad por los que comparten esa especialidad. Ahora bien, el conocimiento que es común a los físicos, difiere del conocimiento que es común a los biólogos o a los químicos. Lo que sí comparten todos los científicos de las ciencias experimentales es un lenguaje común sobre la metodología. Su entrenamiento profesional les ha enseñado a reunir datos, interpretarlos y a pensar lógicamente cuando tienen que distinguir entre argumentos falsos y verdaderos para estructurar lo que han aprendido para ampliar su conocimiento (Vicenti, 1982).

En resumen, en una misma comunidad, pueden existir muchos niveles de conocimiento relacionados con el mundo natural. Si utilizamos el dominio de los esquemas cognitivos y de las habilidades como parámetros para medir el nivel de conocimiento, podemos decir que el primer nivel corresponde al conocimiento cotidiano y el último al conocimiento especializado. Este último nivel difiere de todos los demás y es compartido sólo por un sector reducido de la sociedad. El conocimiento de este sector reducido se rige por el uso de leyes, esquemas de consenso, teorías y modelos que son comunicados explícitamente en forma sistemática (Vicentini, 1982), con reglas muy precisas, definidas por la misma comunidad para determinar su aceptación o rechazo (Barrera y Gallardo, 1982).

1.2 La ciencia y la sociedad

1.2.1 La ciencia

a) Reflexiones en torno a la ciencia

No existe una definición única de qué es la ciencia. Tampoco existe consenso sobre cómo se construye el conocimiento científico. Depende de una gran cantidad de factores, muchos de los cuales son interdependientes, por lo cual su comprensión y explicación es sumamente compleja, dando lugar a un abanico de enfoques que reflejan diferentes posturas epistemológicas. No es el propósito de esta tesis presentar una revisión exhaustiva de éstas. Simplemente se mostrará que esta diversidad de concepciones existe con el fin de combatir una idea simplista de la ciencia, que he denominado “tradicional”. Mi interés por combatir esta visión simplista es porque la considero deficiente para el proceso de formación de ciudadanos críticos y responsables con un sentimiento de pertenencia y compromiso con su entorno natural, social y cultural. Considero que la ciencia debe ser mostrada como un producto social que depende del contexto en que se desarrolla.

Alan Chalmers (1982) en su libro ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? expone, analiza y critica la concepción inductivista de la ciencia, introducida por Sir Francis Bacon, filósofo del siglo XVII, en la cual la ciencia es considerada como un conocimiento probado y objetivo mediante la aplicación de un método riguroso. Chalmers califica esta concepción como equivocada y peligrosamente engañosa. Por desgracia, señala, ésta es una opinión de sentido común ampliamente compartida.

Esta concepción inductivista ha dado origen a la manera “tradicional” de presentar el método científico, considerándolo como el resultado de la aplicación sistemática de cuatro pasos metodológicos: i) la observación, ii) la postulación de una hipótesis o modelo, iii) la predicción y iv) la verificación. Los partidarios de este enfoque “tradicional” consideran que la aplicación de este método conduce al conocimiento objetivo, ya que tanto la observación como el razonamiento inductivo empleado, son objetivos en sí mismos. Desde esta perspectiva es la misma naturaleza, a través del experimento,

la que nos da la respuesta respecto a la validez o falsedad de la hipótesis postulada, considerándola independiente del investigador. Sin embargo, si se analiza lo que está implícito en cada uno de estos pasos, se puede mostrar lo endebles que son los argumentos en que se sustentan y lo cuestionable que es la creencia de que este procedimiento es el camino a la obtención del conocimiento objetivo (Barrera y Gallardo, 1982).

La primera crítica es que la observación no es objetiva, depende de la cultura y de la teoría. Esta afirmación es particularmente aplicable a la ciencia en la cual se "aprende a ver" y a interpretar lo que se ve. Ejemplos de lo anterior son el modo experto de ver a través de instrumentos como el telescopio y el microscopio, así como las interpretaciones que se hacen de radiografías, imágenes de ultrasonido y patrones de difracción. La observación de los fenómenos siempre se hace de manera informada es decir, con base en un conjunto de conceptos o principios teóricos. Por lo tanto, la obtención de conocimiento nuevo en ciencia no comienza con la observación (Chalmers, 1982).

Para continuar esta crítica, vemos que la formulación de las hipótesis o modelos propuestos para estudiar un fenómeno se basan en principios teóricos, así como los experimentos a los cuales se recurre para explorar la validez de la teoría. A su vez, los instrumentos de medición y los aparatos empleados, así como la interpretación que se haga de las lecturas y los datos obtenidos, también se respaldan en una teoría (Barrera, Gallardo, 1982).

Existe consenso en la afirmación de que las teorías son producto del intelecto humano. Sin embargo, no existe consenso en lo que se refiere a los criterios empleados y los mecanismos mediante los cuales una teoría es considerada verdadera, verificada, comprobada, refutada, falseada, derrotada o que debe ser sustituida por otra teoría. Cada uno de los términos mencionados corresponde a diferentes posturas epistemológicas en relación a la ciencia.

Chalmers (1982) hace una clasificación de estas posturas. A grandes rasgos se puede mencionar que para los inductivistas y positivistas lógicos las teorías sólo tienen sentido si son verificadas por la observación directa, postura que es discutible por el argumento de que la observación está influida

por la teoría. Cómo ya se mencionó, esta postura, aunque muy cuestionable, es la más popular entre las personas que no han reflexionado seriamente sobre el tema. Los llamados falsacionistas reconocen que la observación es guiada por la teoría y consideran que una teoría será más sólida en la medida en que haya sido sometida y resistido a intentos por falsearla en una gran variedad de circunstancias. Consideran que las teorías que no resisten estas pruebas, deben ser desechadas. No califican las teorías como verdaderas, pero si como superiores a sus predecesoras. El falsacionista más reconocido es Karl Popper.

Ambos, inductivistas y falsacionistas coinciden en la idea de que el propósito de la ciencia es falsar teorías y reemplazarlas por teorías mejores que se caracterizan por ser más resistentes a las pruebas. Cuando una teoría logra desbancar a su rival, se convierte en blanco para nuevas pruebas. Sin embargo, existe una distinción entre el significado de la confirmación de la teoría entre los inductivistas y los falsacionistas. Para los primeros la confirmación es el resultado de la deducción lógica entre los enunciados observacionales y la teoría que éstos apoyan. En la concepción falsacionistas, la confirmación depende del contexto y del conocimiento básico de la época.

Las concepciones inductivistas y falsacionistas no explican adecuadamente la génesis y desarrollo de las teorías científicas. No analizan los elementos internos a la misma, ni la evolución del significado de los conceptos y la estructura misma de éstas, ni consideran los factores externos que las determinan. Para superar estas deficiencias, Imre Lakatos propone su concepto de “programas de investigación”. Sus ideas centrales son que un programa de investigación posee por un lado una heurística negativa y una positiva. En la negativa, se establece que en cada programa existe un núcleo básico de supuestos e hipótesis que no se puede rechazar, ni modificar. La heurística positiva implica que el programa proporciona las líneas a seguir en el desarrollo del programa, como completar el núcleo central, explicar otros fenómenos y predecir fenómenos nuevos. Se puede hablar de que el programa está en estado progresivo cuando hay éxitos o comprobaciones. Cuando el programa no es capaz de predecir fenómenos nuevos adquiere un carácter degenerativo. Así los méritos relativos de un programa se pueden juzgar por la medida en que progresa o se degenera, dando paso a otro programa rival más progresista. Una deficiencia de la propuesta de Lakatos es que no puede

decir nunca de modo absoluto que un programa de investigación es “mejor” que otro, sólo se puede hablar de méritos relativos (Chalmer, 1982).

Para abordar esta discusión, el físico y filósofo, Thomas Kuhn en su célebre libro Las revoluciones científicas (1980) introduce un concepto muy importante: el de paradigma. Un paradigma está constituido por el conjunto de supuestos teóricos generales, las leyes y las técnicas para su aplicación, adoptados por los miembros de una determinada comunidad. Mientras los científicos están trabajando dentro de un paradigma aceptado por su comunidad, se dice que hacen ciencia normal. Se produce una crisis dentro de un paradigma cuando se dan aparentes falsaciones o dificultades entre la teoría y el experimento que parecen no tener solución. La crisis se resuelve cuando surge un nuevo paradigma que va ganando adeptos hasta que se abandona el paradigma original. El nuevo paradigma rival es muy diferente e incompatible con el anterior, incluye nuevos conceptos, nuevos principios y nuevos problemas a resolver (Chalmers, 1982).

La ruptura entre el paradigma original y el nuevo se denomina revolución científica. La formación de un científico consiste en aprender todo lo relacionado con el paradigma: sus métodos, técnicas y las normas para resolver problemas normales. Un paradigma guía la forma en que el científico ve el mundo con sus técnicas experimentales y sus herramientas teóricas, por lo cual un cambio a otro paradigma implica un cambio profundo, como una especie de “conversión religiosa” decía Kuhn (1980). Los motivos para abandonar un paradigma y adoptar uno nuevo son múltiples: el peso de los científicos que promueven el nuevo paradigma, la simplicidad, su potencial para resolver problemas, o para atender una necesidad social, pasando por factores ideológicos y filosóficos.

Un ejemplo de un paradigma aparentemente derrotado y sustituido por otro, es el del modelo heliocéntrico que reemplazó al geocéntrico. El modelo geocéntrico fue propuesto por Aristóteles y fundamentado por Ptolomeo en el siglo II. Este modelo funcionó por más de 2000 años y sirvió de base para muchas explicaciones. Sin embargo, poco a poco se fueron mostrando sus deficiencias y limitaciones para explicar ciertas “anomalías” que si logró resolver el modelo heliocéntrico, propuesto en el año 1543 por Nicolás Copérnico.
Para que un paradigma tenga éxito debe ser acogido por la mayor parte de

la comunidad científica (Chalmers, 1982). El papel de la comunidad científica en la construcción del conocimiento científico se abordará en la siguiente sección.

b) La comunidad científica

En la sección anterior se presentaron las reflexiones en torno a cómo se construye la ciencia hacia el interior de la misma. Sin embargo, muchas otras reflexiones y análisis se relacionan más bien con el hecho de que la ciencia no es una actividad aislada, sino una actividad social realizada por un conjunto de individuos que tienen "algo" en común. El vínculo entre este conjunto de individuos y su entorno social, así como el impacto que tiene esta relación sobre el desarrollo mismo de la ciencia se comenzó a debatir hacia finales de la década de 1930 por diferentes "humanistas de la ciencia". Por un lado estaba el grupo considerado de izquierda, encabezado por John D. Bernal. Este grupo sostenían que la ciencia debería estar dirigida hacia objetivos sociales y económicos específicos. Bernal alertó sobre los peligros de que la ciencia fuera utilizada para fines destructivos o nocivos. Por el otro lado, estaban los que defendían la neutralidad de la ciencia. Uno de ellos fue Michael Polayni, quien en 1942, utilizó el concepto comunidad científica por primera vez. La definió como una agrupación de expertos de diferentes disciplinas que dirigen la actividad de la investigación. Afirmó que la opinión de este grupo de expertos influye de manera profunda en el rumbo de toda investigación, incluso a nivel individual. Sin embargo, defendió la idea de la autonomía de la comunidad científica y por lo tanto de la ciencia, considerándolas libres de interferencias políticas y religiosas (Casas, 1980). Thomas Kuhn enriqueció este concepto de comunidad científica. Presentó a los investigadores como "personas de carne y hueso" pertenecientes a la comunidad científica, que a su vez está constituida por comunidades más pequeñas de especialistas en cada una de las ramas del conocimiento científico. Consideró que lo que caracteriza a estas comunidades científicas es que sus individuos comparten un paradigma, quizá el más famosos de los conceptos kuhnianos (Olivé, 2005). Al compartir un paradigma, los miembros de estas comunidades coinciden en determinadas creencias, con acuerdos establecidos para las formas de proceder, los métodos de investigación y los criterios para validar el conocimiento nuevo.

Hagstrom y Merton, contemporáneos de Kuhn, también utilizaron el concepto de comunidad científica, pero, al igual que Polayni, insistían en su autonomía. Sin embargo, agregaron dos ideas importantes a esta discusión. Hagstrom reconoció que el desarrollo científico está sujeto a fuerzas internas dentro de la propia comunidad, tales como los sistemas de reconocimiento y Merton propuso que la comunidad científica pertenece a una estructura social global (Casas y Dettmer, 2006).

La validez del conocimiento científico, así como los programas a desarrollar, son definidos por la comunidad científica, a través de comités de pares que llevan a cabo evaluaciones, eligen prioridades, reparten los recursos y resuelven conflictos. La evaluación regular de la calidad y pertinencia de trabajos y los equipos determina la continuación, el aumento o el cese de los financiamientos correspondientes (Fayard, 2004b).

La comunidad científica no actúa de manera independiente de su contexto, la sociedad a la que pertenece y los intereses que se mueven en ésta. Además, las comunidades científicas locales, mantienen una relación estrecha con la comunidad científica global, por lo cual la construcción del conocimiento científico, se convierte en una actividad que obedece a intereses que rebasan las fronteras de la localidad. ¿Cómo se vinculan entre sí las comunidades científicas de diferentes países? ¿Cómo afectan estos criterios internacionales al desarrollo de la ciencia local? Las respuestas a estas preguntas se abordarán en las siguientes secciones.

c) Los criterios para la validación del trabajo científico

Los objetivos prioritarios de la política científica de los países son: el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación a través del fomento a la investigación, el desarrollo tecnológico y el fortalecimiento de la actividad industrial. Para poder planificar, ejecutar y evaluar la actividad científica se requiere construir indicadores de la actividad con base en un trabajo estadístico previo. Los indicadores se definen como los parámetros que se utilizan en el proceso evaluativo de cualquier actividad. Por lo general, se emplean una combinación de ellos, cada uno de los cuales pone de relieve una faceta del objeto de evaluación (Sancho, 1998).

La actividad científica se comenzó a ver como algo medible en la década de los 60s. Se comenzó por contabilizar al personal científico de una institución, su producción (medida principalmente por el número de artículos en revistas con arbitraje) y el dinero invertido vs. producción. Estos primeros indicadores se emplearon para definir políticas de desarrollo, pero también para calificar a los individuos (Márquez, 2005).

En un principio, cada país propuso sus propios criterios para evaluar el desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones, así como el trabajo de los científicos. El primero fue la Unión Soviética en 1930. Le siguieron, los Estados Unidos en 1940, con la Nacional Science Foundation (NSF) y posteriormente la mayoría de los países con economías de libre mercado.

En la década de los años cincuenta se incrementó el monto de los recursos destinados a la investigación y desarrollo en la mayoría de estos países. Los indicadores deberían de servir para hacer comparaciones entre países. Sin embargo, las diferencias entre las distintas economías nacionales motivó la necesidad de establecer criterios surgidos de consensos internacionales. En 1963 se realizó la Primera Reunión de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en Frascati, Italia, con el propósito de establecer normas internacionales para evaluar la investigación y el desarrollo científico, a partir de la experiencia del NSF. El resultado de esta reunión fue un documento que se llamó “Metodología normalizada propuesta para las encuestas sobre investigación y desarrollo experimental de la OCDE” mejor conocido como el Manual de Frascati. Este documento se tomó como base para la elaboración de otros manuales para diferentes actividades científicas y tecnológicas (Márquez, 2005).

Estos manuales son revisados y actualizados periódicamente. La sexta edición de los mismos se publicaron en el 2002. Constituyen la guía internacional para la normalización de la toma de datos estadísticos, así como la medida de las inversiones en investigación y desarrollo (I + D). Sirven de base para la toma de decisiones sobre política científica y tecnológica, no sólo en los 30 países[2] miembros de la OCDE, sino en todos los países del mundo (Sancho, 1998). También se emplean para hacer diagnósticos y comparaciones del nivel de desarrollo científico en los distintos países. Sin embargo, dadas las diferencias entre estructuras económicas, culturales e históricas, estos

2 Hoy en día son 34 los países miembros de la OCDE (www.ocde.org/document/25/0,346).

análisis no se caracterizan por ser muy equitativos. Se han convertido en un arma de dos filos: por un lado crean conciencia de la necesidad de una mayor inversión en ciencia y tecnología para países como el nuestro, pero por el otro lado, amplían la brecha y fomentan una relación de subordinación en materia económica y tecnológica (Márquez, 2005).

La relación de subordinación está presente en todos los niveles del desarrollo científico y tecnológico, desde los programas nacionales, los institucionales hasta el trabajo individual de los que se dedican a estas actividades. Incide en la formación profesional de investigadores y técnicos, en la elección de las líneas que se desarrollan, los problemas abordados y en los enfoques empleados en la resolución de los mismos.

d) La nueva ciencia:

Algunos estudiosos (Casas, y Dettmer, 2006; Olivé, 2005) de la evolución de la ciencia consideran que la producción del conocimiento científico ha estado experimentando fuertes transformaciones en las últimas décadas. Distinguen dos periodos: el Modo 1, que llaman ciencia académica tradicional o “small science” y el Modo 2, la ciencia post-académica o “big science”. Ambas, la “académica” y la “post-académica” comparten funciones y se desarrollan en el mismo espacio (institutos de investigación, universidades y empresas). Sin embargo, difieren de manera importante en sus características culturales y epistémicas. En el modo 1 el conocimiento es validado por la comunidad científica, con base en paradigmas aceptados y con personal cuya formación también ha sido validada por la misma comunidad. Existe una clara distinción entre lo que es fundamental y lo que es aplicado.

El modo 2 se refiere a los grandes proyectos que requieren instrumentos de investigación sumamente sofisticados, presupuestos gigantescos, así como de la integración de equipos de trabajo transdisciplinarios, conformados por personas provenientes de varios campos, con experiencias profesionales y habilidades diversas. Buscan soluciones a problemas complejos que son de interés para regiones grandes o tal vez del mundo entero, como los relacionados con la salud, el medio ambiente, la energía y las comunicaciones. Muchas veces participan expertos de diferentes países, a través de redes con el fin de que el acceso a la información sea sumamente ágil, instantáneo y global.

En el modo 1, la investigación es básicamente disciplinaria en donde lo que destaca es el conocimiento y la creatividad individual. El conocimiento tiene validez por sí mismo. En el modo 2, el conocimiento depende de su contexto de aplicación. La integración del equipo transdisciplinario es flexible y temporal. La conformación del equipo de trabajo puede variar al ir evolucionando el proyecto y se disuelve a la terminación del mismo, es decir, cuando el problema queda resuelto o definido. Un aspecto interesante del modo 2 es que debe dar respuesta no sólo a la ciencia sino también a las repercusiones sociales, políticas y económicas que puedan tener la aplicación de las propuestas. Por lo anterior, intervienen personas de otros campos distintos a los de la "ciencia dura" como ingenieros, abogados, sociólogos, antropólogos y administradores. El conocimiento que se produce es un producto colectivo, que rebasa las fronteras de las disciplinas como resultado de una interacción continua entre los diferentes actores, que representan diferentes saberes, diferentes miradas y diferentes intereses. La creatividad es un fenómeno grupal que depende de las habilidades para colaborar y negociar.

Algunos ejemplos del modo 2 son el proyecto del Genoma Humano[3], que promete resolver grandes incógnitas de la genética y ofrecer soluciones revolucionarias en el campo de la medicina. También se pueden mencionar proyectos como la física de altas energías en los magnos laboratorios como el Fermi Lab en Estados Unidos o el CERN (Centro Europeo de Estudios Nucleares); los grandes observatorios empleados por astrónomos de todo el mundo; los proyectos espaciales y los de nanociencias y nanotecnología.

En este trabajo se hará referencia particular a un proyecto que es un ejemplo claro del modo 2, el que realiza el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que está abierto a todos los países de las Naciones Unidas. "La función del IPCC consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo" (http://www.ipcc.ch).

3 El Proyecto Genoma Humano se inició en 1988 en diversos laboratorios de investigación científica ubicados en diferentes países del mundo. Este proyecto representa un esfuerzo de colaboración a nivel internacional y tiene como objetivo la secuenciación completa de la información genética humana y la de organismo de relevancia en los campos de la salud y la alimentación (http://www.revista.unam.mx/Vol.1/núm. 3/sabias1/genoma.html).

Evidentemente no puede haber ciencia del modo 2, sin ciencia del modo 1. El conocimiento producido en ambos casos parte de los mismos paradigmas aceptados por la comunidad científica. La validación del conocimiento producido en el modo 2 deberá satisfacer los cánones del modo 1. En conclusión, no es posible trazar una línea divisoria tajante entre el modo 1 y el 2, ambas están en continua interacción y son indispensables.

e) La ciencia global y los contextos locales

En cada país, existen problemas específicos importantes y urgentes que requieren de la atención de la comunidad científica local. Sin embargo, muchas veces no son abordados por esta última debido a que se le da prioridad a temas que son de interés de la comunidad científica global.

En México, el sistema de evaluación que se emplea para medir la productividad científica, en el cual lo que más se valora es la publicación de artículos en revistas especializadas de circulación internacional, es una de las razones fundamentales por los cuales los investigadores no trabajan en proyectos más acordes con el contexto nacional. En algunos campos de la ciencia, esta tendencia no es tan preocupante porque la comunidad científica local contribuye al conocimiento universal, al mismo tiempo que se fortalece. En otros campos la aplicación es urgente, la cual queda entorpecida, postergada, minimizada o hasta cancelada, debido al sistema empleado para evaluar la productividad científica. Tal es el caso de la ecología[4].

México se enfrenta a un proceso preocupante de deterioro ambiental: la contaminación del aire, del agua y de los suelos; el alto índice de deforestación; la erosión del suelo; la cada vez mayor escasez del agua; la sobreexplotación de los recursos naturales y la pérdida de especies biológicas. Muchos de estos problemas están detectados y estudiados por los ecólogos, pero las soluciones no están exclusivamente en sus manos. Se requiere del esfuerzo conjunto de ecólogos y expertos de otros campos del conocimiento para que de manera colegiada y desde diferentes enfoques y experiencias, puedan trabajar con varios sectores de la sociedad en la búsqueda de soluciones.

4 La ecología es el estudio de las relaciones entre organismos vivos y su medio ambiente. Ha adquirido una relevancia social porque proporciona información para el manejo de los ecosistemas y sus recursos por grupos humanos. Es la base para la toma de decisiones sobre los recursos naturales de la Tierra y los sistemas de soporte de vida. Juega un rol en la política porque se reconoce que la naturaleza no se puede estudiar de manera separada de la sociedad y los seres humanos.

Para comprender los problemas en su totalidad, es indispensable tomar en cuenta la experiencia y las necesidades de los que viven de la apropiación de los ecosistemas: los productores rurales, campesinos, granjeros, cazadores, pescadores, recolectores y los que explotan los bosques. En México, como ocurre en la mayoría de los países en desarrollo, estos sectores son pobres (Castillo, 2000).

Con el fin de analizar el impacto profesional de los ecólogos en la solución de problemas ambientales nacionales, Alicia Castillo (2000) llevó a cabo un estudio con 56 ecólogos. Encontró que la mayoría de los entrevistados manifestaron su interés por participar en proyectos con un fin práctico y tenían ideas muy claras sobre qué hacer. Sin embargo, reconocieron que muy poco del conocimiento generado por ellos, se había llegado a aplicar en la solución de algún problema ambiental nacional. Alrededor de la mitad decían que habían considerado la solución de problemas nacionales al hacer su pregunta de investigación, pero que se conformaban con la publicación de sus resultados como contribución al conocimiento universal. Muchos de ellos consideraron que hacían ciencia aplicada, porque publicaron sus resultados en revistas con este corte pero no mostraron mayor preocupación sobre el impacto en el ámbito estudiado. Encontró que los criterios de evaluación influyen de manera importante en la decisión que toman los científicos sobre las líneas de investigación a seguir. En países periféricos como México explica, existe la tendencia a seguir patrones establecidos en los países centrales en donde se determinan los temas a investigar, las metodologías y los enfoques. Muchos ecólogos, formados en el extranjero, continúan con las líneas de trabajo de sus doctorados y no emprenden proyectos afines a los intereses locales. Al publicar sus resultados, los temas de estos artículos tienen poca conexión con las problemáticas de sus lugares de origen.

La mayoría de los entrevistados mencionaron la importancia de colaborar con otros grupos, como las ONGs y el sector rural para entender mejor las problemáticas locales. Reconocieron el valor del conocimiento tradicional y manifestaron la conveniencia de considerarlo al elaborar propuestas para el manejo sustentable de los recursos naturales y la construcción conjunta de conocimiento nuevo. Por desgracia, en la práctica esta interacción con otros sectores es nula o escasa. Los ecólogos comunican sus resultados básicamente a sus pares a través de revistas especializadas, congresos y reuniones académicas.

Considera que las razones de esta desconexión entre el sector científico y el resto de la sociedad se deben a varios motivos:

- La ecología es una ciencia joven en México

- La comunidad de ecólogos no es lo suficientemente grande como para llevar a cabo todas las tareas que les corresponde: la investigación, la participación en problemas ambientales, la docencia, la formación de personal y la divulgación para crear conciencia en torno a problemas ambientales.

- La forma en que se desarrolla la ciencia en México.

f) Hacia un nuevo contrato entre la ciencia y la sociedad.

Las tres razones mencionadas en el inciso anterior, no son exclusivas de la ecología, se aplican a la mayoría de los campos de la ciencia, comentó el Dr. José Sarukhán en un acto organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con motivo de su ingreso a la Royal Society. Señaló que la situación de la ciencia en México, ha cambiado en la mayoría de los casos para bien y como muestra relató una experiencia personal. Al final de la década de los sesentas solicitó una beca al INIC (Instituto Nacional de Investigación Científica, antecesor del actual CONACYT), para ir a Inglaterra a estudiar ecología. La beca le fue negada, debido a que "la ecología no estaba entre las prioridades nacionales" (Sarukhán, 2003)".

A pesar de los cambios favorables, que se reflejan en recursos y mejores condiciones para el desarrollo de la ciencia, el Dr. Sarukhán considera que todavía existen deficiencias considerables debido a un círculo vicioso: el bajo ingreso de estudiantes a carreras científicas y una comunidad académica pequeña con pocas posibilidades de crecimiento y con escaso presupuesto.

Para romper este círculo vicioso, argumenta el Dr. Sarukhán, se requiere de la coordinación de tres sectores de la sociedad: el gobierno, el sector productivo y la comunidad académica.

- El Gobierno debe asumir el papel rector en esta coordinación definiendo políticas reales de desarrollo industrial, proporcionando crecientes y atractivos estímulos fiscales para la inversión privada en investigación por parte de la industria, así como adecuando la educación media superior y superior para que sean proveedoras del capital humano preparado para apoyar este proceso de desarrollo industrial.

- El sector privado nacional, especialmente el productivo, tiene que convencerse de que si no invierte en investigación y desarrollo, se quedará fuera de la competencia económica mundial y seguirá contribuyendo a que seamos una nación de prestadores de servicios y no de creadores de ingenio, de riqueza y de oportunidades de desarrollo para sus habitantes.

- Los académicos e investigadores deben asumir que como parte de su quehacer, además de realizar investigación de la más alta calidad y de formar nuevas generaciones, deben añadir un elemento de pertinencia a su actividad, que contribuya a la solución de problemas reales de la sociedad.

En este último rubro, reconoció la existencia de casos exitosos. Algunos ejemplos son los progresos en el campo de la salud; el desarrollo de infraestructura física del país, producto de la ingeniería mexicana y los estudios para aprovechar de mejor manera los recursos naturales, tomando en cuenta el contexto social. A pesar de estos resultados favorables, la sociedad frecuentemente no relaciona estos logros con los responsables de la generación de estos conocimientos y las soluciones.

Este sentimiento de desconexión que la sociedad tiene entre la actividad científica y los problemas que le afectan, es un problema que ocurre en muchos países, no sólo el nuestro. Un reclamo en varios foros nacionales e internacionales es la necesidad de establecer un nuevo contrato con la sociedad en el cual se fortalezca el lazo entre la comunidad académica y la sociedad. Bajo este nuevo contrato, propone el Dr. Sarukhán, la comunidad científica invertiría tiempo adicional al que le dedica a la investigación básica a trabajar en la solución de problemas que afectan a la sociedad. A cambio la sociedad se compromete a invertir recursos para que la comunidad científica

pueda realizar esta tarea que redundaría en una mejoría de las condiciones sociales, económicas y ambientales. Para que esto ocurra el Gobierno, en sus diferentes niveles debe ser el principal usuario del conocimiento generado por la comunidad académica. Las decisiones que se toman sobre política pública deberían estar basadas en el conocimiento producido por la comunidad académica, como información sólida y confiable, y no sólo en compromisos políticos (Sarukhán, 2003).

Este nuevo contrato social es urgente en la época actual debido a que nuestra dependencia con la ciencia y la técnica se incrementa día con día. Además, la solución a muchos de los problemas que nos aquejan actualmente a nivel personal, colectivo y mundial, requiere de la ciencia y la técnica. Por lo tanto, considero que este contrato debe incluir un rubro más: que la comunidad académica dé el primer paso hacia el establecimiento de las condiciones básicas para que diferentes sectores de la sociedad, como futuros usuarios o beneficiarios del conocimiento nuevo, puedan participar en la creación del mismo.

En conclusión, no existe una sola categoría de ciencia que incluya todas las áreas del conocimiento (biología, física, historia, sociología, etc.). Cada campo de conocimiento debe ser analizado por lo que es: sus fines, los medios utilizados y el grado de éxito logrado. El esquema que se utilice para juzgar el éxito de una teoría depende del contexto (Chalmers, 1982).

Lo que sí es común a todas las áreas es que “la ciencia es una creación humana que desempeña un papel indiscutible en el proceso de civilización; es una actividad intelectual cuyos resultados repercuten en todos los ámbitos de la existencia” (Sánchez-Mora, A. M. 2009). Esta creación humana se caracteriza por ser un conocimiento estructurado que se basa en principios y leyes, por requerir de un entrenamiento profesional y por llevarse a cabo en organizaciones o instituciones especializadas. Para que un conocimiento sea considerado científico, deberá contar con el aval de una comunidad de pares, la comunidad científica. Esta comunidad no está aislada, está inmersa en la sociedad a la cual pertenece, por lo cual el desarrollo del conocimiento científico conlleva implicaciones de carácter económico, cultural, social, político y ético.

1.2.2 La ciencia y el sentido común

a) Reflexiones en torno al sentido común

"La ciencia no es más que un refinamiento del pensamiento ordinario" afirmó Albert Einstein (Estrada, 2008). Esta frase, aparentemente sencilla, encierra un concepto muy profundo al proponer que a través del refinamiento del pensamiento ordinario se puede llegar al conocimiento científico. ¿Cómo se da este refinamiento del pensamiento ordinario?, ¿Cómo es la relación entre el conocimiento científico y el sentido común?

Como se vio en la sección anterior, la ciencia ha sido ampliamente estudiada desde la óptica de muchas disciplinas como la filosofía, la historia, la sociología, la antropología y la política, por mencionar algunas. Algunos de los temas abordados han sido su estructura, su evolución, los criterios para validar el conocimiento nuevo y la relación con el contexto cultural, social, económico y político.

En cambio el estudio del sentido común es relativamente reciente y limitado. Estos estudios comenzaron en el ámbito escolar en la década de los años 80 del siglo XX principalmente con el análisis del contenido de las ideas de los estudiantes en relación a temas de ciencia. El motivo de estos estudios fue la creciente evidencia empírica de que los alumnos poseen ciertas ideas, previas a la instrucción en relación a los temas científicos que verán en clase, las cuales frecuentemente están en contradicción con lo que se enseña (Serrano y Blanco, 1988 y Hills, 1989). Lo más sorprendente y preocupante fue que estas ideas permanecen casi o totalmente inalteradas, aun después de la enseñanza formal (Vienot, 1979). Como ya se vio, no están aisladas sino que más bien son parte de una red intrincada de experiencias e interpretaciones que construimos a lo largo de nuestra vida, las cuales son socializadas y compartidas.

En 1978, Driver y Easly (en Hills, 1989) propusieron estudiar el contenido de estas ideas con el propósito de comprender las dificultades intelectuales a las que se enfrentan los alumnos para entender la ciencia, así como las condiciones iniciales a partir de las cuales los alumnos interpretan lo que se les presenta en clase. A partir de ese momento comenzaron a surgir

muchos artículos que mostraban el contenido de las ideas de los alumnos y su contraste con las ideas científicas en temas como movimiento, energía, electricidad, fuerza, gravedad, calor, evolución, selección natural, fotosíntesis y la estructura de la materia entre otras (Hills, 1989).

Con el fin de elaborar bases teóricas para la interpretación y análisis de estas ideas así como para la aplicación de los resultados obtenidos en el desarrollo de estrategias encaminadas a mejorar el aprendizaje de temas de ciencia, distintos grupos de investigación propusieron diferentes términos para caracterizarlas. Algunos de estos términos son: errores conceptuales, ciencia primitiva, creencias ingenuas y esquemas alternativos. Cada uno de estos términos representa una interpretación distinta de este conocimiento "no escolarizado" a partir de una determinada postura epistemológica (Hills, 1989).

La perspectiva de errores conceptuales parte del supuesto de que éstos son el resultado de la interacción con el conocimiento científico, el cual ha sido mal interpretado o incorrectamente asimilado. En el fondo, se considera que el único conocimiento válido es el científico.

Los que consideran estas ideas "no escolarizadas" como ciencia primitiva, por ejemplo, Champagne, Klopfer y Anderson, sostienen que éstas tienen una base científica, no tanto por el método con el cual fueron construidas, sino por su paralelismo con el conocimiento científico de otras épocas. Ejemplos de esta apreciación son el uso de la "física aristotélica" para explicar el movimiento de los cuerpos tan ampliamente extendida en todo el mundo o la consideración de que el calor se comporta como un fluido con propiedades similares a las del calórico, teoría científica de principios del siglo XIX (Hills, 1989).

En cuanto a los esquemas alternativos, Driver y Easly (en Hills, 1989) consideraron que el conjunto de creencias o ideas del "conocimiento no escolarizado representan una manera alternativa (no científica) de ver el mundo. Comparto esta interpretación del "conocimiento no escolarizado" debido a que es compatible con la postura epistemológica que considera que la ciencia es un producto social que se desarrolla con base en reglas establecidas por una comunidad científica, que a su vez están normadas por el contexto

social, cultural y económico en que está inmersa. La visión de esquemas alternativos no descalifica otras maneras de ver o entender el mundo. Cabe señalar, como se verá más adelante, que debido a la interacción entre ciencia y sentido común, los esquemas alternativos pueden contener ideas o datos provenientes de la ciencia, además de otras fuentes de información. Para comprender el contenido de las ideas, así como la estructura de los esquemas alternativos, es indispensable "despojarse" de los esquemas científicos para así adentrase en los esquemas que poseen los sujetos, desde su propio lugar.

Así como el conocimiento científico se conforma de un conjunto de ideas o esquemas que son compartidos por una comunidad específica, en este caso la científica, el conocimiento de sentido común se constituye por ideas y esquemas que son compartidos por toda una comunidad. La diferencia esencial, señala Pierre Fayard (2004b) entre el conocimiento científico y el sentido común radica en la naturaleza de sus referencias: experimentales y reproducibles para el primero, subjetivas y múltiples para el segundo. Considero que las condiciones que señala Fayard para calificar al conocimiento de científico, no son aplicables a todas las disciplinas científicas, como la astronomía por ejemplo. El rigor sistemático con que se genera este conocimiento, así como el aval por parte de la comunidad de expertos, son parámetros más generalizables.

A pesar de estas diferencias existe una conexión y retroalimentación entre la ciencia y el sentido común. Así, como se vio en el inciso 1.1.3 c, se podría pensar que en cada campo de conocimiento, existen varios niveles que van desde el que posee una persona que es totalmente ajena a la producción, comprensión y aplicación del mismo, hasta el que tiene el experto. El nivel depende de los esquemas cognitivos, de las habilidades, de las actividades diarias y de las ocupaciones de cada individuo. Sin embargo, a pesar de este continuo aparente, sólo cuando el conocimiento cumple con ciertas características, se le puede calificar de científico.

Para analizar estas diferencias y similitudes entre el conocimiento científico y el sentido común se analizarán dos parámetros fundamentales: el uso del lenguaje y las diferencias y similitudes en la forma de relacionar los hechos y construir el conocimiento que se exponen en los siguientes incisos:

b) El uso del lenguaje

El lenguaje especializado es un paso imprescindible para mantener el carácter reproductivo de las ciencias en el tiempo y en el espacio. Cada término y cada concepto deben tener un solo y único sentido para todos los miembros calificados y reconocidos de una disciplina. Las instituciones científicas, depositarias de estos logros y encargadas de profundizarlos (a través de la investigación) y transmitirlos, expiden verdaderas "visas de entrada" al círculo de los pares de una disciplina. El primer requisito para ingresar a este círculo es el haber demostrado capacidad para comprender y asegurar un manejo coherente de estos conceptos y el lenguaje especializado en el cual se enuncian las teorías y los protocolos experimentales (Fayard, 2004b).

Los lenguajes específicos sirven para expresar lo que se filtra de la realidad percibida, sobre la cual los especialistas comparten un mismo punto de vista y un mismo objetivo. Esta representación de la realidad es construida de manera colectiva por la comunidad de especialistas, empleando un lenguaje compartido, así como métodos y sistemas aprobados por la propia comunidad.

En cambio, el lenguaje cotidiano se caracteriza por la imprecisión debido a que los correspondientes esquemas son múltiples e imprecisos (Chalmers, 1982). Este lenguaje conlleva una experiencia y un conocimiento colectivo que puede evolucionar hasta llegar a incorporarse al conocimiento científico.

La ciencia ha adoptado muchas palabras del lenguaje cotidiano confiriéndoles un significado muy distinto en un contexto de aplicación definido, delimitado y alejado del uso común. Ejemplos de estas palabras son: luz, fuerza, trabajo, calor, vacío, fruto, animal, energía, mezcla, masa, peso y foco. Al escuchar o leer estas palabras, los no científicos hacen su lectura a partir de su significado cotidiano, lo cual genera problemas de interpretación de las ideas y de los conceptos científicos.

c) Diferencias y similitudes en la forma de relacionar los hechos y construir el conocimiento.

Fayard (2004a) argumenta que no se puede obligar a una persona a creer que la Tierra no ocupa el centro del Universo cuando cotidianamente se observa a simple vista que el Sol y las estrellas giran alrededor de ella. Esta experiencia cotidiana se refleja en el lenguaje empleado por los no especialistas y también por los especialistas: el Sol y la Luna se "meten" y "salen", aunque este fenómeno se explique científicamente por la rotación de nuestro planeta alrededor de su eje.

Sin embargo, a pesar de que no percibimos el movimiento de la Tierra, ni vemos como el Sol gira alrededor de la misma, ningún científico contemporáneo y prácticamente ninguna persona con un grado mínimo de educación escolar, aceptaría que posee el modelo geocéntrico, lo cual parecería confirmar el abandono absoluto del viejo modelo. El modelo "triunfante", el heliocéntrico, contradice esta experiencia cotidiana por lo cual su aceptación es casi un acto de fe y de confianza absoluta en la ciencia.

Este es un ejemplo de cómo los mismos hechos observables son interpretados de manera distinta por la mayoría de las personas y los científicos que se dedican al estudio de este tipo de fenómenos, generando estos últimos explicaciones que no coinciden con el sentido común.

Nagel (1978) analizó estas diferencias entre el sentido común y el conocimiento científico, de las cuales destaco las siguientes: i) la forma de relacionar y analizar las observaciones, ii) el establecimiento de los límites de validez de sus prácticas, iii) la necesidad de la coherencia, iv) la duración de las creencias y v) el antropocentrismo. A continuación se presenta una breve explicación de cada uno:

i) La forma de relacionar y analizar las observaciones.

Nagel considera que muchas de las ciencias específicas surgieron de preocupaciones prácticas de la vida cotidiana: la geometría, de la necesidad de medir áreas como los campos de cultivo o los terrenos; la biología, de los problemas de salud, la cría de animales y el cultivo de plantas; y la química,

de la industria metalúrgica y de los pigmentos. Ejemplos como éstos apoyan lo que afirmó Einstein: la ciencia es el sentido común organizado o clasificado, afirmación que es parcialmente cierta. El hecho de que los datos se presenten de forma ordenada y clasificada no es suficiente para llamar ciencia a este tipo de conocimientos. Una característica que distingue al conocimiento científico es que tiene como finalidad entender el porqué de los hechos. Por ejemplo, un agricultor sabe que para tener una buena cosecha es recomendable abonar la tierra, pero generalmente no se preocupa por entender cómo funciona el abono. Si intenta buscar una explicación, lo más probable es que no proceda como lo haría un científico; con pruebas controladas para vincular los hechos y conclusiones formuladas en términos generales que permitan aplicar sus conocimientos a otras situaciones.

Las diferencias también se manifiestan en la forma de relacionar los hechos. La ciencia tiende a vincular hechos que desde el sentido común se ven como separados y viceversa. Veamos algunos ejemplos de la física newtoniana. Ésta relaciona y explica varios hechos como el movimiento de la luna alrededor de la Tierra, las mareas, las trayectorias de proyectiles y la caída de los cuerpos empleando las leyes de Newton. Desde una perspectiva del sentido común, estos hechos no están relacionados y por lo tanto no se pueden explicar utilizando los mismos conceptos. Otro ejemplo de la física newtoniana es la relación entre peso y gravedad, al considerar que el peso de los cuerpos es una consecuencia de la atracción que ejerce la gravedad sobre los mismos. En el sentido común, no existe relación alguna entre estos dos conceptos: la gravedad es considerada una propiedad del espacio y el peso, una propiedad de los cuerpos. En estudios sobre concepciones alternativas de se ha encontrado que hay personas que consideran que el peso de los cuerpos se debe a la presión que el aire ejerce sobre los mismos. Para la física, no existe ninguna relación entre la presión atmosférica y el peso de los cuerpos. Cabe destacar que aunque en el lenguaje cotidiano se empleen los mismos términos, como el caso de peso y gravedad y presión atmosférica, los significados no son los científicos (Reynoso, et. al. 1993).

ii) El establecimiento de los límites de validez de sus prácticas.

Un requisito indispensable de toda teoría científica es la determinación de los límites de validez de la misma. En el sentido común generalmente no se

establecen estos límites y se muestra poco interés por explicar sistemáticamente los hechos, así como el ámbito de aplicación o las restricciones de éste. Retomando el ejemplo del agricultor, generalmente su manera de proceder es fruto de la tradición y de hábitos rutinarios, sin un análisis de la causa de sus éxitos. Estas costumbres lo pueden llevar a suponer que la fertilidad de la tierra aumentará con el uso continuo del abono. Sin embargo, se observa que con el tiempo se va empobreciendo, es decir, es menos apta para cultivar. A través de la ciencia se podría analizar cómo funciona el abono tomando en cuenta aspectos como la química del suelo y se concluirá que el uso del abono sólo tiene una validez restringida.

iii) La necesidad de coherencia.

La coherencia interna de una teoría científica también es un requisito indispensable. Para detectar incompatibilidades o contradicciones se requiere un análisis sistemático de los hechos, buscando relaciones lógicas entre las proposiciones. Ésta no es una práctica usual en el sentido común por lo cual es frecuente que presente ideas incompatibles y a veces contradictorias.

iv) La duración de las creencias:

Las creencias cotidianas puede perdurar hasta varios siglos; en cambio, la vida media de algunas proposiciones científicas puede ser relativamente corta. Lo anterior es una consecuencia de la falta de precisión del conocimiento del sentido común, que imposibilita que éste sea sometido a un análisis riguroso y sistemático. Esto se manifiesta particularmente en el lenguaje ordinario que se caracteriza por su vaguedad. El significado de las palabras no sólo varía de acuerdo al contexto, sino también de un individuo a otro. El ámbito de aplicación y validez de los enunciados tampoco está claramente determinado. En cambio, la precisión de los términos y la delimitación de los rangos de aplicación de la ciencia permiten que ésta sea susceptible de ser refutada.

v) El antropocentrismo.

El sentido común, a diferencia del conocimiento científico, se caracteriza por su antropocentrismo. Las explicaciones del sentido común suelen girar en

torno al ser humano, en cambio en la ciencia el hombre es sólo un elemento más en la naturaleza.

d) Características del sentido común:

Generalmente las ideas no se presentan en forma aislada, más bien están ligadas a otras formando esquemas mentales. Estos esquemas son construcciones personales que hacen los sujetos al ir interiorizando las experiencias vividas con base en un razonamiento que les parece lógico. Como se mencionó son socializados a través del lenguaje por lo cual comparten ciertas características que se enumeran a continuación:

i) Son universales:

La literatura muestra que las concepciones de las personas ante ciertos hechos, se repiten en muchos medios sociales y en muchos países. Esto se podría explicar por la influencia que las experiencias sensoriales tienen en la generación de dichas ideas (Serrano y Blanco, 1988). Por ejemplo, todos presenciamos más o menos los mismos fenómenos naturales: el día, la noche, los cambios de temperatura, la caída de los cuerpos, etc.

Además, la escuela y los medios masivos de comunicación tienden a homogeneizar nuestro conocimiento del medio y de los fenómenos naturales (Reynoso, 2000). Sin embargo, pueden existir algunas variantes locales, por ejemplo, las concepciones sobre las plantas de una persona que trabaja con ellas o que vive en el campo son muy distintas a la de una persona que vive en la ciudad. También se han observado diferencias en cuanto a las concepciones sobre la luz y de la temperatura entre los que viven en latitudes cercanas a los polos y los que viven en otras latitudes.

ii) Son temporales:

Aunque los esquemas de sentido común tienden a ser universales, se observa que van cambiando con el tiempo debido a que ciertos conocimientos propios de la ciencia se incorporan al sentido común. Un ejemplo de universalidad y temporalidad de los esquemas alternativos es el de la caída libre de los cuerpos en la Tierra y la Luna. En una investigación realizada por

Rugiero, et.al (1985) se observó que muchos de los sujetos que entrevistaron, los que tenían alguno del los esquemas de que los objetos flotan en el espacio, justifican su respuesta porque vieron imágenes televisadas de los astronautas flotando en el espacio, experiencia que no habían tenido las personas antes de la era espacial. En años recientes se han incorporado al imaginario colectivo ideas científicas como cambio climático y calentamiento global que hace unos años no se conocían.

iii) Pueden tener cierto grado de validez:

Esto ocurre sobre todo con las representaciones de fenómenos observables (Serrano y Blanco, 1988). Las variables que los científicos toman en cuenta para la explicación de los fenómenos, no son necesariamente las mismas que emplean las personas que no se dedican a la ciencia. La tendencia hacia el pensamiento concreto hace que las personas centren su atención en ciertas variables de un determinado fenómeno y que ignoren otras.

Si el mismo fenómeno es presentado a los sujetos en otro contexto, lo interpretan como un fenómeno nuevo, no lo ven dentro de un contexto más general, como lo haría un científico. En el caso de la caída de los cuerpos se observa que aplican un razonamiento para la Tierra y otro para la Luna. No reconocen que se trata del mismo fenómeno (Reynoso, et.al. 1993).

iv) Las concepciones están muy arraigadas y son resistentes al cambio:

La resistencia al cambio hacia una explicación o un esquema más acorde a las académicas puede deberse a que las personas se sienten más seguras explicando los fenómenos con base en sus propias experiencias y no con las concepciones más abstractas vistas en clase y que no han asimilado todavía. Por lo tanto, estas concepciones alternativas pueden representar un obstáculo para el aprendizaje debido a que muchas veces el aprendiz no ve el conflicto entre lo que explica el profesor y sus propios razonamientos.

v) Existen paralelismos entre las concepciones alternativas y las explicaciones científicas de otras épocas.

Ejemplos de estos paralelismos se mencionaron previamente en este trabajo, como el uso de la física aristotélica y no la newtoniana para explicar el movimiento de los cuerpos o el empleo de “modelos intuitivos” que nos recuerdan a la teoría del calórico, empleada por los científicos en la primera mitad del siglo XIX para explicar fenómenos relacionados con el calor o a cambios de temperatura.

vi) En una misma persona pueden coexistir un modelo de sentido común y el académico:

Es común que las personas utilicen dos esquemas para explicar ciertos hechos: uno de sentido común y otro académico. Emplean el primero para sus actividades cotidianas y el segundo cuando se encuentran en el contexto escolar o cuando las preguntas que se les hace están formuladas en un lenguaje académico (Reynoso, 1998).

Hasta aquí se han explorado las diferencias y similitudes entre el conocimiento científico y el sentido común en cuanto a la forma en que se construyen los esquemas compartidos de experiencias, ideas e interpretaciones de la realidad. Sin embargo, ni la comunidad científica, ni la sociedad en su conjunto, son entes aislados. Existen muchos factores externos que alimentan e influyen de manera decisiva en la forma, el contenido y la estructura de estos esquemas de conocimiento, en ambos casos. Como ya se vio, existe un cierto grado de retroalimentación entre el conocimiento científico y el sentido común. La comunidad científica de cada localidad tiene contacto con la comunidad científica internacional, pero también está inmersa en la sociedad, y por lo tanto, comparte con ésta la cultura, los problemas e incluso el sentido común.

1.2.3 El papel de la ciencia en la construcción de la sociedad del conocimiento.

Como se vio en el inciso 1.1.1 el conocimiento ha sido fundamental para el desarrollo de las sociedades. En este proceso el conocimiento científico ha

desempeñado un papel protagónico, sobre todo en el Occidente, en donde "ha sido clave del progreso intelectual, material y social" (Ferrer, 2003). Ha permitido afrontar problemas trascendentales de la humanidad convirtiéndose en el principal factor del desarrollo económico y social.

El vínculo entre la ciencia y la sociedad del conocimiento, afirma Adilson (2000) depende del contexto social, cultural, económico e histórico y por lo tanto, está ligada a las estructuras de poder, relación que comenzó en la época de la Grecia Clásica. El conocimiento al que hace referencia estaba ligado a la observación de los fenómenos cotidianos y a tratar de construir modelos para entenderlos. Estos modelos explicativos se asemejan, desde el punto vista estructural y lógico al conocimiento científico actual. Aunque en la actualidad, muchas de las ideas podrían calificarse como supersticiones o creencias religiosas, el autor considera que es muy probable que el conocimiento sistematizado, tal como lo conocemos hoy, tenga su génesis en esa época.

Durante la Edad Media, el desarrollo del conocimiento sufrió una transformación en sus procesos metodológicos, muchas veces controlados, frenados y hasta reprimidos por la Iglesia. Pierre Fayard (2004b) opina que durante esta época, la riqueza se basaba en la explotación de la tierra y de los recursos naturales como ríos y mares. La fuerza requerida para explotar esta riqueza provenía de la mano de obra. Las comunidades estaban aisladas y separadas unas de otras, cada una con sus propios conocimientos. Al no haber comunicación entre ellas, existía una gran ignorancia sobre lo que sabían, hacían y pensaban otras comunidades que no fuera la propia. La transmisión del conocimiento fue por vía oral y se recurría a lo que ya se sabía para resolver problemas en el presente. La creación de conocimiento nuevo no representaba una ganancia estratégica. El surgimiento del comercio y la navegación terminó con esta separación y asilamiento de las comunidades. La necesidad de comunicarse e interactuar, promovió el desarrollo de conocimientos compartidos dando lugar a las sociedades modernas.

Con el fin de la Edad Media y el inicio de la Era Moderna vino un cambio fundamental en la producción del conocimiento, el cual comenzó a concentrarse en academias que se convirtieron en un pilar de apoyo al Estado. El siglo XV fue testigo del nacimiento de los nuevos estados imperialistas

y futuras potencias europeas, las cuales al basar su supremacía planetaria en su avance tecnológico, colonizaron y dominaron vastas regiones de otros continentes, situación que continuó hasta el siglo XX. Paulatinamente, la riqueza dejó de depender exclusivamente de la posesión de materias primas y cada vez más de la capacidad para transformarlas utilizando máquinas y las nuevas fuentes de energía como el carbón y el vapor. La necesidad de conectar los diferentes lugares llevó al desarrollo de medios y redes de transporte, impulsando la fabricación de mejores barcos y la construcción de mallas ferroviarias. Posteriormente, con el telégrafo y el teléfono, se comenzaron a establecer las redes de comunicación. Los nodos de estas redes fueron las grandes ciudades, en los cuales se concentraban los centros de producción, los recursos humanos y por supuesto la información, el conocimiento y la riqueza (Fayard, 2004b).

El rol protagónico de la ciencia y la tecnología en este proceso es indiscutible. Los avances en terrenos como la agricultura, la salud, el uso de recursos energéticos, transportes y comunicaciones han sido decisivos en el desarrollo económico mundial, generado elevados niveles de bienestar para algunas sociedades. Los primeros beneficiados y los que gozan de las mayores ventajas son los países productores de ciencia y tecnología. Los otros reciben sólo parte de estos beneficios y algunos casos sólo los desperdicios. Por ejemplo, los desechos tóxicos de los países industrializados se entierran frecuentemente en los países en desarrollo a cambio de una cantidad de dinero que jamás compensará el daño hecho al entorno. La contaminación del aire debido a la actividad de las fábricas y los vehículos en las grandes ciudades llega a otros lugares por acción de los vientos o en la forma de lluvia ácida. Por otro lado, las medicinas y vacunas que producen los grandes laboratorios en países industrializados pueden llegar a los habitantes de cualquier rincón del planeta, siempre y cuando tengan los recursos para pagar, ya sea de manera personal o a través de alguna organización oficial o no gubernamental (Ferrer, 2003).

La concentración de la riqueza en ciertos países y en ciertas clases sociales como consecuencia de la comercialización y el desarrollo científico y tecnológico ha incrementado el empobrecimiento de una parte importante de la población mundial. Uno de los sectores más afectados es el rural en buena medida debido a la introducción de tecnología para modernizar la agricultura.

La búsqueda de mejores condiciones de vida ha provocado el desplazamiento de grandes masas de personas del campo a los cinturones de miseria de las ciudades. Otros han preferido arriesgar su vida y emigrar a otros países en donde también son excluidos (Adilson, 2000).

La mayoría de los habitantes de los países en desarrollo no disfrutan de una mejora en su calidad de vida como resultado del progreso científico y tecnológico. Se calcula que sólo dos mil millones de personas, de los más de seis mil millones que habitan el planeta reciben estos beneficios (Ferrer, 2003).

Una condición necesaria, más no suficiente, para tender a una relación más equitativa entre países ricos y pobres es que su nivel de desarrollo sea similar. Para lograrlo se requieren acciones políticas y recursos que impulsen un desarrollo general, como un proceso integral y participativo de cambio social cuya finalidad es que un número creciente de personas disfruten de los avances materiales y sociales, incluyendo una mayor igualdad, libertad y seguridad, entre otros factores importantes para su bienestar (Ferrer, 2003). Estas acciones necesariamente tienen que tomar en cuenta los cambios en el mercado de trabajo y el progreso económico, así como la integración en el marco internacional. Lo anterior, requiere que estemos cada día más expuestos a nuevas tecnologías y sus aplicaciones. El mercado internacional impone sus criterios de competitividad y de calidad de productos, que a su vez se hacen cada día más necesarios. Esta situación influye en la capacitación y la formación de personal (Hamburger, y Massambani, 2002).

Uno de los factores indispensables para que se dé una adecuada capacitación y formación del personal requerido para llevar a cabo la transformación mencionada previamente es la habilidad para acceder a redes internacionales de personas e instituciones (Casas y Dettmer, 2006). Esta formación del capital humano de un país deberá apoyarse y acompañarse de la construcción y/o consolidación de una sólida infraestructura científica y tecnológica. El éxito del modelo de la globalización requiere un escenario como el que se menciona.

1.3 La globalización

1.3.1 La última utopía del siglo XX

José Luis Fiori (2005) considera la caída del bloque soviético (en la década de los años ochenta del siglo XX) como el punto de partida para la implantación de un nuevo modelo económico a nivel mundial: la globalización. Este modelo depende de las tecnologías de la comunicación y de la posibilidad que ofrecen para transmitir e intercambiar información a través de redes. Estas tecnologías ponen la información al alcance de la mayoría (personas, empresas, instituciones y países) pasando por encima de todas las fronteras, incluyendo las fronteras entre ricos y pobres, ya sea que se trate de países, regiones o individuos. La información, la nueva materia prima, se convierte en un bien universal que fluye a gran velocidad proporcionando las condiciones básicas para tender a una relación más equitativa entre todos los habitantes del planeta y así finalmente terminar con las pobrezas locales. Por esta razón, Fiori bautizó a la globalización como la útlima utopía del siglo XX.
Sin embargo, todos sabemos que aún estamos lejos de alcanzar esta utopía y que existen, en vastas extensiones del planeta y nuestro país no es la excepción, grupos sociales excluidos de todos los beneficios de este nuevo modelo económico mundial.

¿Por qué duró tan poco esta utopía? ¿Qué ha pasado en estas últimas tres décadas? La respuesta de Fiori es que la realización de la utopía sólo es posible si se descentraliza la riqueza y la información. Lo cual no ha ocurrido. No solamente no se han descentralizado, sino que se han concentrado más en determinados países y en ciertas clases sociales. Las fronteras entre ricos y pobres se han hecho más marcadas. Los datos van en contra de tal utopía.

Por desgracia, el problema no se resuelve con la descentralización de la información. La riqueza no depende solamente de la capacidad para obtenerla puesto que ya todo el mundo tiene acceso a ésta. Dada la vertiginosa velocidad con que se genera la información sólo aquellos que tienen la posibilidad de tener acceso inmediato a lo nuevo, así como la capacidad para procesarla rápidamente para generar conocimiento nuevo, estarán en clara ventaja sobre los demás (Casas y Dettmer, 2006).

En el caso de la ciencia, los investigadores siempre están bajo la presión por publicar sus resultados ya que sólo son publicables cuando son novedosos, es decir cuando son los primeros. Una vez publicados estos conocimientos se vuelven patrimonio colectivo. En el caso de la ciencia aplicada y la tecnología la presión es por la realización de prototipos, licencias y el registro de patentes, nuevamente, lo fundamental es ser los primeros. Como sólo una persona o un grupo pueden ser los primeros en presentar un resultado nuevo o una propuesta novedosa, tanto el acceso a, así como el dominio de las informaciones más recientes se convierte en elementos cruciales para elegir, con el máximo de ventaja, una política de investigación para no quedarse fuera de la carrera. La actualización permanente es indispensable si se quiere progresar y producir resultados de primera línea (Fayard, 2004b).

Por lo tanto, el conocimiento tiene dos caras. Por un lado, es un factor de empoderamiento, y por el otro, un factor que incrementa la brecha entre ricos y los pobres, incluidos y excluidos, marginados y no marginados, trátese de personas, sectores de la sociedad o países (Aristegui, 2006).
Estas dos caras del conocimiento nos obligan a reflexionar sobre otro aspecto trascendental relacionado con el conocimiento, que es la intención con que se crea y se aplica. Edgar Morin advirtió: “las amenazas más graves que enfrenta la humanidad están ligadas al progreso ciego e incontrolado del conocimiento” (Arredondo, 2005).

Un análisis crítico y responsable de los factores, causas e intenciones subyacentes de manera explícita e implícita del conocimiento generado, así como de las aplicaciones que se derivan de la misma se convierte en una demanda social obligada y urgente. Necesitamos preguntarnos: ¿Cómo se procesa la información?, ¿Cuáles son los motivos detrás de este procesamiento?, ¿Cómo se aplica la información procesada?, ¿Qué tipo de problemas resuelve?, ¿A quién beneficia el conocimiento generado?, ¿A quién beneficia la aplicación del mismo?

No se requiere la misma información y conocimientos en todos los rincones del planeta. El contexto es determinante en la búsqueda de soluciones a problemas como los relacionados con la salud, la alimentación, el medio ambiente y la energía, por mencionar algunos. Lo que sí se requiere

es la intervención y el esfuerzo acoplado de equipos multidisciplinarios en los cuales se integra un abanico amplio de informaciones, conocimientos, habilidades, destrezas y experiencias.

Por lo anterior, y ante la imposibilidad de borrar las fronteras para terminar con la exclusión y hacer realidad el sueño utópico de la globalización, Fiori (2005) y Fayard (2004a) proponen fortalecer el potencial para construir conocimiento útil para el contexto local. Para lograrlo es fundamental apoyar la capacitación y actualización en áreas como la ciencia y la técnica, para desenvolverse en el mundo profesional, laboral y cotidiano, como ha ocurrido en las regiones del mundo que han concentrado la riqueza.

1.3.2 Reflexiones en torno al significado del término "globalización"

Cualquier esfuerzo por fortalecer esta capacidad para construir conocimiento para el contexto local, se enfrentará a lo global, que siempre está presente. García Canclini (2001) comentó: "Para saber qué se puede conocer y manejar o qué tiene sentido modificar y crear, los científicos y los artistas no tienen que negociar sólo con mecenas, con políticos o con instituciones, sino también con un poder diseminado que se esconde bajo el nombre de globalización". Ésta actúa a través de todas estas estructuras institucionales y organismos, de maneras difíciles de identificar y controlar que cuando sólo se consideraba el contexto nacional. La dificultad para precisar este "poder globalizador" ha generado muchos imaginarios, tanto personales como colectivos, sobre lo que significa. Por ejemplo:

- Para el gerente de una empresa transnacional, la "globalización" abarca a los países en que actúa su empresa, las actividades y la competencia con otros.

- Para los gobernantes latinoamericanos, que concentran su intercambio comercial con Estados Unidos, "globalización" es casi sinónimo de "americanización".

- Para los países que forman alianzas económicas y/o políticas como los del Tratado de Libre Comercio, el MERCOSUR, o la Comunidad Económica Europea, el término se refiere básicamente a los países

que integran estas comunidades así como los países con quienes tienen mayor relación.

- Para el mexicano que tiene familiares trabajando en Estados Unidos, se refiere a la relación con la zona de ese país en donde laboran.

- Para sujetos individuales, colectivos, empresas o gobiernos, es el horizonte imaginado para insertar sus productos en mercados más amplios.

Muy pocos (políticos, financistas y académicos) tiene el concepto de una globalización que abarque a todo el mundo. La mayoría sólo ve estas globalizaciones tangenciales. La amplitud o la estrechez del imaginario sobre lo global muestra las desigualdades de acceso a lo que se llama economía y cultura globales. Sin embargo, aun los más pobres o marginados se ven afectados por la globalización y sus efectos en sus respectivas regiones (García Canclini, 2001).

Por otro lado, se han integrado a nuestros imaginarios, horizontes que hasta hace unas décadas, sentíamos como ajenos a nuestra existencia, por ejemplo, los de los países orientales. Además de que se han cambiado los estereotipos que teníamos de los habitantes de regiones lejanas, hemos incorporado también algunos productos, como la comida o la música. Los intercambios migratorios, comerciales y turísticos han contribuido a esta ampliación de nuestros horizontes (García Canclini, 2001).

La globalización tiene su origen en dos procesos concatenados: la internacionalización y la transnacionalización. La internacionalización de la economía y la cultura se inicia con las navegaciones transoceánicas, la apertura comercial de las sociedades europeas hacia el Lejano Oriente y América y la consiguiente colonización. El impacto fue bilateral, pues los colonizadores/conquistadores, además de imponerse en las “nuevas tierras”, llevaron en sus barcos a sus países de origen (España, Portugal, Italia e Inglaterra) objetos desconocidos y noticias novedosas (García Canclini, 2001).

En la primera mitad del siglo XX, la internacionalización daría lugar la transnacionalización de la economía y la cultura. En este proceso, la sede

de organismos, empresas y movimientos, deja de ser exclusiva de una sola nación y ciertos productos quedan liberados de su rígida adscripción nacional. Por ejemplo, los electrodomésticos y cosméticos se convierten en productos supranacionales; Ford, deja de ser sólo un producto norteamericano, la Volkwagen un producto alemán y películas, como las de Spielberg o las telenovelas mexicanas, se mueven con bastante independencia de su país de origen, pero sin perder el sello de donde son (García Canclini, 2001).

La globalización se fue preparando en estos dos procesos a través de una intensificación de dependencias recíprocas, así como el crecimiento y la aceleración de redes económicas y culturales que operan a escala mundial. Para que esto ocurriera fueron necesarios los satélites, el desarrollo de sistemas de información, manufactura y procesamiento de bienes con recursos electrónicos, transporte aéreo, trenes de alta velocidad y servicios distribuidos en todo el planeta para construir un mercado mundial donde el dinero, la producción de bienes y los mensajes se desterritorializan, volviéndose porosas las fronteras geográficas y las aduanas, a menudo, inoperantes. No es que la globalización se base en estos aspectos técnicos, pero si los requiere como facilitadores. La intensificación de flujos migratorios y turísticos ha favorecido la adquisición de lenguas e imaginarios multiculturales, generándose productos (películas, videojuegos, música) que no tienen anclajes nacionales. Existe discusión sobre el nombre adecuado para procesos como los descritos, para algunos el más apropiado es “mundialización” (García Canclini, 2001).

Estudiosos del tema consideran que el término globalización es más restringido, que se refiere básicamente a la mundialización económica y tecnológica. Otros rechazan esta idea, señalando que el concepto de la globalización es multidimensional e incluye factores de orden ecológico, cultural y económico, político, social, todo en mutua interdependencia (Morin, et. al., 2006). En lo personal, concuerdo más con este último significado, puesto que todos los factores mencionados son inseparables.

Edgar Morin y sus colegas, hacen una clara distinción entre las expresiones globalización, planetarización y mundialización. Consideran que el término globalización pertenece a una visión unidimensional y reductivista del devenir humano en el planeta. Proponen un concepto más amplio, el de “planetarización” que tiene una connotación fundamentalmente antropológica

y se refiere a la inserción simbiótica de la humanidad en el planeta. La Tierra se ve como una totalidad compleja física/biológica/antropológica, que es mucho más que la suma de elementos: el planeta físico, la biosfera y la humanidad. La relación Tierra-humanidad debe concebirse como una entidad planetaria y biosférica (Morin, et. al, 2006).

Consideran que la primera mundialización ocurrió hace decenas de miles de años, con la diáspora del homo sapiens por todo el planeta, que terminó en la dispersión, desuniones y fragmentos de humanidad. Se formaron las sociedades arcaicas aisladas y extrañas entre sí debido a la distancia, los ritos, las creencias y las costumbres. Estas sociedades se transformaron, algunas llegaron a ser la semilla de las grandes civilizaciones que rechazaron, aislaron y finalmente exterminaron a las sociedades prehistóricas, perdiéndose con eso, la sabiduría milenaria de los prehistóricos. Las civilizaciones históricas como Mesopotamia (que inició hace 10,000 años), Egipto (hace 4 mil) e India y China (hace 2,500), que en un principio no tenían comunicación entre sí, comenzaron su expansión guerrera o navegante y en esta itinerancia descubrieron, la Tierra (Morin, et. al, 2006).

El punto de partida de la era planetaria es 1492, cuando un puñado de pequeñas naciones jóvenes del oeste europeo se lanza a la conquista del planeta. En este clima de aventura, guerra y muerte, se dieron dos movimientos antagónicos y a su vez complementarios: la mundialización de la dominación, colonización y expansión de Occidente y la mundialización de las ideas que la historia ha definido como humanistas, emancipadoras, internacionalistas portadoras de una conciencia común de la humanidad. Estos dos movimientos evolucionarían para dar lugar por un lado a una mundialización hegemónica de política colonial que hoy se manifiesta como hegemonía económica, financiera y tecnocrática y por el otro a la autocrítica desde dentro de la propia civilización occidental en expansión (Morin, et. al. 2006).

Estas tensiones se manifestaron desde el principio de estos procesos mundializadores. En la Nueva España se dio una confrontación en el seno del gobierno español en el Nuevo Mundo. Por un lado, los conquistadores y colonos querían conformar una sociedad aristocrática y racista y por el otro, los dominicos criticaron enérgicamente estas posturas y postularon la igualdad de las razas y la libertad del hombre (Morin, et. al, 2006).

Otro debate se presentó entre la Iglesia y la naciente comunidad científica al apoyar esta última el modelo copernicano, rechazado por la iglesia. Este modelo se basa en la redondez de los planetas, incluyendo la Tierra, los cuales giran alrededor del Sol. Con estos conceptos, tanto la Tierra como la humanidad, pierden su lugar privilegiado de estar en el Centro del Universo, lo cual iban en contra de las enseñanzas religiosas.

Con el impulso del desarrollo del cuatrimotor (ciencia, técnica, industria e interés económico) por parte del Occidente se inicia la mundialización que alcanzará su máxima expresión y expansión en la globalización económica de fines del siglo XX (Morin, et. al, 2006). La occidentalización del mundo se produjo como resultado de la inmigración de europeos a América y Australia, implantando su modelo de civilización europea, sus armas y sus concepciones en todas sus zonas de penetración. Así, la era planetaria se abre y se desarrolla empleando la violencia, la destrucción, la esclavitud y la explotación feroz de América y África (Morin, et. al, 2006).

1.3.3. Lo global y lo local.

En la sección 1.2.1e se habló de la tensión que existe entre la ciencia global y la aplicación local que se requiere. Se vio cómo los criterios empleados para evaluar el trabajo de los investigadores influye para que éstos se inclinen más por temas de investigación que generen artículos publicables en revistas de circulación y prestigio internacional y no tanto por la resolución de problemas de interés local.

En esta sección se abordará el tema de las tensiones entre lo global y lo local en un contexto más general. García Canclini (2001) considera que la globalización exacerba la competencia internacional y desestructura la producción cultural endógena; favorece la expansión de las grandes industrias culturales a la vez que homogeneiza y atiende en forma articulada las diversidades sectoriales y regionales. Algunos se benefician con el ensanchamiento de los mercados y pueden participar en él desde economías y culturas periféricas, dando a conocer sus tradiciones, su música y su gastronomía a través de empresas trasnacionales. En cambio, los productores poco eficientes se ven debilitados o desaparecen. Ciertas culturas periféricas se encapsulan en sus tradiciones y quedan aisladas en sus reductos locales.

El discurso globalizador abarca a unos países más que otros. Los imaginarios mencionados son un reflejo de lo que ocurre en la realidad. Más que un proceso que verdaderamente incluya a todas las regiones del planeta, lo que se han generado son circuitos de comunicación e interrelaciones regionales entre empresarios y consumidores.

Wendy Harcourt y Arturo Escobar (2002) señalan que a pesar de estos procesos globalizadores, el planeta está lejos de ser una "tierra de consumo" en el cual los lugares concretos desaparecen. Desde la perspectiva de políticas de lugar, el "lugar" se define como el ámbito de actividad política potencialmente transformador. Lo que se pretende es enmarcar los debates y las movilizaciones en toda su complejidad contextual. Siempre se lucha por el "lugar", ya sea para tener una situación más equitativa dentro de la globalización capitalista o para que el lugar quede excluido de la misma.

Estos autores (Hartcourt y Escobar, 2002) matizan la idea presentada en diversos foros de ver a la globalización neoliberal como un fenómeno económico y cultural omnímodo, que está generando una homogeneización cultural del mundo, proceso en el cual pareciera que lo local tiende a desaparecer. Dentro de estas críticas, se considera que esta cultura hegemónica es la norteamericana del consumismo, facilitada por las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, proceso que no admite alternativa, ni escapatoria en un mundo que está cada vez más interconectado. En un esquema como el mencionado, se podría pensar que la estrategia más adecuada para cada país, es intentar la mejor inserción posible dentro de la economía y en la sociedad global, lo cual implica que hay que producir más y contribuir a la expansión del libre mercado. Se considera que la incompetencia sólo perpetuará la exclusión y lo local tiende a verse como lo estático, lo contrario al progreso y por lo tanto es minimizado y tiende a desaparecer. Sin embargo, argumentan Hartcourt y Escobar, lo local nunca desaparece del todo y aunque ya no existe en forma pura, siempre se da una adaptación local a lo global. Esta adaptación de lo global al contexto local, es lo que definen como "glocal". El concepto de lo glocal rompe con esta noción binaria entre lo local y lo global. Ya no existen lugares aislados, ni puros, ni estáticos, o solo tradicionales; cada lugar es formado y afectado por sus confrontaciones con los procesos globales. Independientemente de cual sea el caso, el "lugar" siempre es el punto de partida para interpretar la realidad (Hartcourt y Escobar, 2002).

Las redes de comunicación son claves en los procesos de globalización. Sin embargo, no todas las redes son empleadas para fortalecer el sistema económico global. Existen también las redes de resistencia que operan parcialmente a través de las redes dominantes. Estas redes opositoras conectan a grupos y movimientos sociales entre sí. Más que redes son mallas porque no tienen una estructura jerárquica y su organización es autónoma (Hartcourt y Escobar, 2002).

La comunicación a través de estas mallas opositoras ha resultado uno de los medios más eficaces para que distintos sectores de la población mundial manifiesten su inconformidad, en particular aquellos que se siente excluidos y desfavorecidos por el movimiento globalizador. Muchos buscan mayor equidad otros, sólo una oportunidad para vivir mejor. Ante las necesidades y carencias de estos sectores es indispensable implementar estrategias para cerrar esta brecha entre los ricos y los pobres; los favorecidos y los desfavorecidos; los incluidos y los excluidos; para caminar hacia la utopía que supuestamente ofrecía la globalización. Sin duda la solución es altamente compleja, pero lo que se puede afirmar de manera contundente es que la educación en el sentido más amplio, es una herramienta fundamental. Éste será el tema del próximo capítulo.

Capítulo II

La cultura científica y la sociedad educativa.

2.1 La utopía necesaria: la sociedad educativa

2.1.1 Hacia una ampliación del universo educativo.

a) Nuevas necesidades educativas:

La necesidad de contar con una población informada, capaz de hacerle frente a los retos que impone la sociedad de la información y el conocimiento en el contexto global actual implica una enorme responsabilidad y presión para el sistema educativo. Sin embargo, cada día es más evidente que los sistemas educativos convencionales no pueden satisfacer esta demanda social de educación. El primer debate público académico sobre esta crisis de los sistemas educativos formales se llevó a cabo en 1967 durante el "Internacional Conference on World Crisis in Education" en Williamburg, Virginia (EUA). Para este congreso se elaboró un documento base elaborado por el Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO, en el cual se cuestionó fuertemente a la institución escolar tradicional, afirmando que si los sistemas educativos se mantenían con los mismos medios e instituciones convencionales con que habían estado funcionando hasta el momento, por más que éstos crecieran en cantidad y capacidad, difícilmente podrían satisfacer la demanda social de educación. La sola expansión del aparato escolar no serviría como único recurso para atender a las expectativas sociales de formación y aprendizaje por lo cual se planteó la necesidad de crear, paralelamente a la escuela, otros medios y entornos educativos, complementarios a ésta (Trilla, 1998).

Aunque la escuela es la institución pedagógica más importante de entre todas las que hasta hoy la sociedad ha sido capaz de dotarse, es una institución histórica que ni ha existido siempre, ni necesariamente tiene que perpetuarse indefinidamente. Lo que sí ha existido siempre y seguirá existiendo, como elemento consustancial de toda sociedad, es la función educativa (Trilla, 1998). Esta función se ha cumplido siempre a través de múltiples y heterogéneos canales. La escuela, es sólo uno de estos canales. Es un sector del universo educativo; en el resto del mismo encontramos, por una parte, el inmenso conjunto de efectos educativos que se adquiere en el curso ordinario de la vida cotidiana (la llamada educación difusa o espontánea e incluso informal) y por otra parte aquel sector heterogéneo, múltiple y diverso que se llama educación no formal. Este concepto de educación no formal surge por primera vez en el congreso mencionado (Trilla, 1998).

Por su parte, Sarramona, (1982) analiza las limitaciones de la institución escolar por las cuales ya no puede continuar como la única forma para la educación de la sociedad. Algunas de estas razones se mencionan a continuación:

- En sociedades escolarizadas, la escuela es siempre y únicamente un momento del proceso educativo global de los individuos y de las colectividades,

- El proceso educativo global del individuo no depende exclusivamente de la escuela, ni tampoco se pueden aislar sus efectos, ya que existen otros factores e intervenciones educativas que influyen de manera trascendental (unas veces para reforzar y otras para contradecir la acción escolar),

- El marco institucional y metodológico de la escuela no es necesariamente el idóneo para atender todas las necesidades educativas.

b) Definición de términos:

Trilla (1988:21) afirma que la educación es una realidad compleja, dispersa, heterogénea y versátil. Argumenta que debido a esta diversidad con el fin de continuar con la descripción y el análisis de la multitud de

procesos, sucesos, fenómenos y agentes o instituciones que se ha convenido en considerar como “educativas” es necesario definirlas y distinguirlas entre sí.

Estas definiciones se presentan a continuación:

Educación formal: Sistema educativo altamente institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado que se extiende desde los primeros años de la escuela primaria hasta la universidad.

Educación no formal: Toda actividad organizada, sistemática educativa realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizajes a subgrupos particulares de la población, tanto adultos como niños. Se refiere a todas aquellas instituciones, actividades, medios, ámbitos de educación que, no siendo escolares, han sido creados expresamente para satisfacer determinados objetivos educativos.

Educación informal: Proceso que dura toda la vida, en el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente.

La suma de estos tres constituye el universo educativo (Sarramona, 1982).

c) Características de la educación formal y de la no formal:

La educación formal se caracteriza por una estructura graduada y jerarquizada con el fin de una certificación, requisitos que varían de un país a otro. Puede ocurrir que lo que es no formal en un país, sea formal en otro, o que lo no formal se convierta, con el tiempo, en formal.

La escuela, como la institución en la cual se lleva a cabo la educación formal, destaca metodológicamente por las siguientes características:

- Una forma colectiva y presencial de enseñanza y aprendizaje

- Espacios, calendarios y horarios propios.

- Separación de roles entre maestros y alumnos

- Preselección y ordenación de contenidos (currículo, planes de estudio)

- La desconextualización de aprendizajes (los contenidos se enseñan y se aprenden fuera de los ámbitos naturales de producción y aplicación) (Sarramona, 1982).

Como la educación no-formal se realiza fuera del marco institucional de la escuela, no cumple con las características anteriores. Trilla (1998) le atribuye las siguientes características:

i) Finalidades, objetivos y funciones:

En la educación no formal existe una amplia variedad de finalidades, objetivos y funciones. Algunos casos característicos son: alfabetización para adultos; actualización profesional; extensión cultural; educación ambiental; formación cívica y social. Se puede decir que los medios de educación no formal se emplean para cubrir la amplia gama de funciones relacionadas con educación permanente y con otras dimensiones del proceso educativo global, marginadas o deficientemente asumidas por la institución escolar. Es particularmente idónea para cumplir con objetivos que obedecen a necesidades inmediatas y próximas. Están orientadas a producir efectos a corto plazo.

ii) Educandos:

La educación no formal no se dirige de manera exclusiva a determinados sectores de la población en función de su edad, sexo, clase social, hábitat urbano o rural, etc., aunque muchas veces se destina a sectores de la población que están menos atendidos por el sistema escolar convencional. En cuanto a edad, el grupo de educandos de estos programas es mucho menos homogéneo que en la educación formal. La inscripción a estos programas o cursos suele ser voluntaria, para satisfacer intereses o necesidades personales por lo cual se supone mayor motivación intrínseca por parte de los sujetos.

iii) Educadores:

El universo de educadores en la educación no formal también es heterogéneo en cuanto a su status profesional, formación y experiencia. Incluye voluntarios, estudiantes de servicio social y personas que se dedican de tiempo parcial a estas actividades educativas. Muchas veces se les da una capacitación breve, por ejemplo como para una campaña de alfabetización, un curso de verano o un taller infantil.

iv) Contenidos:

Se diseñan para satisfacer una gran diversidad de objetivos. Por lo general los programas no formales se adaptan a los contextos donde han de desarrollarse y a los sujetos que los han de seguir.

v) Métodos:

No hay una metodología específica para la educación no formal. Ésta se define en función de todos los elementos mencionados: los contendidos, el contexto, los educandos. Esta flexibilidad le permite estar al día, introducir nuevos métodos y técnicas.

vi) Ubicación:

Muchos programas no exigen lugares fijos para el aprendizaje. La enseñanza a distancia, los medios de comunicación de masas, la tecnología audiovisual y la informática, permite que la recepción de mensajes pedagógicos pueda realizarse en cualquier parte. Un ejemplo sería el aprendizaje de un idioma por medio de discos compactos que se puede escuchar en el auto o en la casa. Cuando se realiza en lugares fijos, tampoco es necesariamente en un edificio creado específicamente para la función pedagógica, como un curso de formación o actualización técnica o profesional en el lugar de trabajo. Se pueden utilizar instalaciones como museos, bibliotecas, centros recreativos, centros culturales o deportivos, granjas o escuelas fuera del horario del sistema formal.

vii) Tiempo:

Los programas de educación no formal son flexibles en cuanto a calendarios y horarios. La enseñanza a distancia, los medios tecnológicos actuales permiten la eliminación de horarios rígidos y de los ritmos uniformes de aprendizaje. Los métodos individualizados facilitan que cada aprendiz defina sus tiempos. La mayor parte de los programas formales se realizan en tiempo parcial y tiene una duración menor que la de los cursos académicos.

viii) Gestión:

Los medios educativos no formales por lo general están dispersos y descoordinados entre sí. La supervisión de cada medio la realiza directamente la institución que la imparte o que la patrocina.

ix) Financiación y costos:

Pueden ser pagados directamente por los beneficiarios o financiados por entidades públicas o privadas. Muchas empresas tienen sus propios programas de formación, actualización y promoción de empleados.

x) Controles, evaluaciones y títulos:

Generalmente los requisitos de ingreso a un programa no formal, suelen ser menores o menos exigentes que en el sistema educativo formal. Pueden solicitar conocimientos o experiencia previa. Los contenidos y formas de evaluar el rendimiento individual son menos rígidos que los del ámbito formal. Aunque la educación no formal, no otorgue grados académicos o títulos, en ocasiones es valorada tanto o más que un título profesional.

d) La educación informal:

A pesar de las nuevas opciones educativas y la complementariedad de éstas con la educación formal, no se cubre la amplia gama de necesidades de diversos sectores de la población. Como se ha comentado, vivimos en un mundo que cambia rápidamente y requiere que su población esté informada y capacitada para adaptarse a estos cambios. Al mismo tiempo vemos

que el decrecimiento del índice de natalidad ha dado como resultado un "envejecimiento" de la población mundial en la cual una parte importante tiene más de 30 años de edad. Si consideramos que un ciudadano promedio pasa sólo un 27 % de su vida en la escuela vemos que una gran proporción de la población mundial vive en un medio que es totalmente distinto al de hace 30 años y para el cual se le preparó en el sistema formal, por lo cual requiere realizar un esfuerzo grande para mantenerse al día. Lo anterior se vuelve particularmente crítico en temas como los relacionados con la ciencia y la tecnología, campos en los cuales se generan descubrimientos y avances para los cuales no tienen los elementos básicos que requieren para comprenderlos. Para este sector de la población, los programas de educación no formal, sólo podrían cubrir parcialmente sus necesidades y para áreas muy específicas. Es preciso encontrar otro tipo de oportunidades de aprendizaje para todos aquellos no pueden acceder a este tipo de ofertas educativas.

Dada la complejidad del mundo actual en cuanto a información y saberes requeridos, la situación anterior no es exclusiva de los que son mayores de 30 años. Los medios y los recursos de la educación informal pueden llenar los huecos que dejan la formal y la no formal, ofreciendo a todas las personas, independientemente de su edad, nivel de escolaridad o intereses, la posibilidad de informarse y aprender en forma breve y discontinua (Sánchez-Mora, C., 2006:41).

Ejemplos de esta oferta educativa serían: la visita espontánea a un museo, la asistencia a una conferencia o a un debate, la participación en un foro de discusión, la lectura de artículos o libros de divulgación y el empleo de medios como el Internet, la televisión, el cine o la radio para informarse sobre temas de actualidad.

e) Fronteras e intersecciones entre la educación formal, la no formal y la informal.

La frontera entre los tres sectores que conforman el universo educativo es difusa. A continuación, a partir del análisis de Sarramona (1982) se describen las limitaciones de cada una, así como la relación que se establecen entre ellos.

i) Relaciones de complementariedad:

Ninguna de las instancias educativas puede atender todas las necesidades educativas de sujeto. Existe una distribución de funciones, objetivos y contenidos entre los tres. Unos atienden un aspecto intelectual, las otras más la parte afectiva o social.

ii) Relaciones de suplencia:

Cuando la educación no formal asume tareas que deberían ser propias de la educación formal pero que ésta no realiza de manera satisfactoria; o cuando la educación formal asume contenidos que tal vez deberían ser abordados por otras instancias. Un ejemplo de suplencia de la educación no formal serían las escuelas o academias de idiomas, cuando el aprendizaje de idiomas ya es una necesidad generalizada, o la educación artística o deportiva que desde mi punto de vista, debería considerarse como un elemento integral de la educación de una persona. Un ejemplo de suplencia de la educación formal sería: educación para el consumo, la educación sexual y la educación religiosa.

iii) Relaciones de sustitución:

Cuando la no-formal sustituye a la formal, por ejemplo la educación rural para alfabetizar a grupos que están fuera del sistema escolar o que están alejados geográficamente.

iv) Relaciones de esfuerzo y colaboración:

Se dan cuando se emplean recursos exteriores a los propios de la educación formal como visitas a: museos, bibliotecas, fábricas, el campo o granjas.

v) Relaciones de interferencia:

Los tres sectores del universo educativo no necesariamente se complementan, refuerzan y suplen, incluso puede llegar a haber contradicción entre ellos.

vi) Intromisiones mutuas:

Es difícil encontrar un tipo de educación “puro”. Por ejemplo la escuela que se considera como educación formal puede incluir actividades consideradas “no-formales” (de carácter extracurricular) y procesos informales (resultado de la interacción no planeada entre pares). Los medios de comunicación considerados informales puede ofrecer cursos formales y no formales, como ocurre con las clases de telesecundaria. Un libro de texto (formal) puede ser empleado por un usuario que no está inscrito en la escuela formal y un producto cultural, considerado informal, puede ser empleado para una clase en el ámbito formal.

Las instituciones formales se enriquecen mediante el uso de recursos no formales e informales en actividades extracurriculares, por lo cual debería incrementarse su uso. No importa la instancia en que fueron adquiridos los conocimientos o las experiencias. Lo que sí importa es la calidad y pertinencia personal y social de lo aprendido, así como la eficacia del proceso mismo Sarramona, 1982).

2.1.2 La sociedad educativa.

a) Consideraciones generales

Hasta aquí se ha hablado de la necesidad de recurrir a los tres ingredientes del universo educativo para satisfacer el amplio espectro de demandas de toda la sociedad. De esta manera se pueden atender los requerimientos de la mayoría de los individuos en cuanto a información, actualización, capacitación y superación, así como sus necesidades intelectuales, afectivas, deportivas y artísticas, por mencionar algunas. Sin embargo, aunque es importante proporcionar estas oportunidades de aprendizaje a toda la población, es indispensable que a la hora de planearlas, desarrollarlas y evaluarlas se tome en cuenta un contexto mucho más amplio: el de la colectividad. Es preciso pensar en un “gran proyecto educativo” cuya finalidad sea la formación de ciudadanos informados, capaces de contribuir a su comunidad con un espíritu de compromiso con su entorno social, cultural y natural. Este “gran proyecto educativo” debe basarse en principios filosóficos y los fundamentos teóricos

y metodológicos para lograrlo. Debe construirse a partir de un análisis profundo, plural e incluyente con miras a buscar consensos en el mundo actual globalizado, pero sin perder las identidades locales. Tal proyecto educativo es una utopía, la utopía necesaria para indicarnos el camino.

Las bases de un proyecto educativo como el que se describe están plasmadas en el documento La educación encierra un tesoro desarrollado por la Comisión para la Educación en el Siglo XXI de la UNESCO, encabezada por Jacques Delors (1996). En esta obra se sostiene que: "Frente a los desafíos del porvenir, la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social". La comisión considera que la función esencial de la educación debe ser el desarrollo continuo de las personas y de las sociedades como la vía hacia el desarrollo humano más armonioso, más genuino, para hacer retroceder la pobreza, la exclusión, las incomprensiones, las opresiones y las guerras.

El documento inicia con un análisis de la situación mundial actual, señalando los aciertos, las contradicciones y los problemas nuevos generados. Destacan que ha habido un impresionante desarrollo científico y tecnológico a partir de la década de los años 70 del siglo pasado con el cual muchos países han salido del subdesarrollo, pero que no se ha visto un desarrollo equiparable en el plano económico y social. El aumento en el desempleo, las desigualdades y los fenómenos de exclusión que siguen imperando en el mundo son prueba de ello. El medio natural se ve amenazado como consecuencia de la urbanización excesiva, la industrialización descontrolada, los hábitos "modernos" de consumo y la sobreexplotación de los recursos naturales. La humanidad está más consciente de esta problemática, pero no ha podido concretar las medidas internacionales y nacionales necesarias para remediarla. Por lo anterior declaran que "El crecimiento económico a ultranza ya no puede considerarse el camino más fácil hacia la conciliación del progreso material y la equidad, el respeto de la condición humana y el capital natural que debemos heredar en buenas condiciones a las futuras generaciones" (Delors, 1996:11).

En esta obra se señalan varias tensiones generadas por la globalización. A continuación se mencionan las que son más relevantes para este trabajo:

i) La tensión entre lo mundial y lo local: cómo convertirse en ciudadano del mundo sin perder las raíces locales.

ii) La tensión entre lo universal y lo singular ante la mundialización de la cultura: cómo lograr que cada individuo tenga el derecho a elegir su destino, a desarrollar su potencial y a conservar sus tradiciones y su cultura amenazada ante este proceso.

iii) La tensión entre la tradición y la modernidad: cómo preservar lo "tradicional" cuando éste tiende a minimizarse o a desaparecer ante los procesos "modernizadores".

iv) La tensión entre el largo plazo y el corto plazo: cómo encontrar el equilibrio entre las exigencias de la opinión pública por soluciones inmediatas y los tiempos políticos para llevarlas a cabo cuando la mayoría de las propuestas requieren tiempo y paciencia para que resulten.

v) La tensión ente la competencia indispensable y la igualdad de oportunidades.

vi) La tensión entre el desarrollo individual y la necesidad de asimilarse.

vii) La tensión entre lo material y lo espiritual, la necesidad de ideales y valores morales (Delors, 1996:13).

Otra contradicción en esta era de la globalización es el incremento de las tensiones entre naciones, grupos étnicos o la que es provocada por injusticias en el terreno económico y social, al mismo tiempo que crece la interdependencia entre los pueblos. La comisión encabezada por Delors (1996) se pregunta "¿Cómo aprender a vivir juntos en la aldea planetaria si no podemos vivir en las comunidades a las que pertenecemos por naturaleza: la nación, la región, la ciudad, el pueblo, la vecindad?"

Un aspecto interesante de la era actual es el impacto de las redes de comunicación. Con éstas un asunto local, como puede ser una violación a los derechos humanos o una acción puntual que dañe al medio ambiente, puede convertirse en poco tiempo en un reclamo mundial. Por desgracia, aunque los problemas se mundializan, no siempre se resuelven.

A grandes rasgos, este es el contexto de la educación en el siglo actual y las tensiones que habrán que tomarse en cuenta y en la medida de lo posible, superarse. En el documento mencionado, Delors y sus colegas (1996) consideran que los tres grandes desafíos de las políticas de la educación para contribuir a un mundo mejor son: el desarrollo humano sostenible, el entendimiento mutuo entre los pueblos y una renovación de la democracia. Señalan que a pesar del contexto muchas veces doloroso de la sociedad mundial, la educación deberá cumplir con su misión de contribuir al desarrollo económico y social y al mismo tiempo ofrecer a cada individuo, sin excepción, la oportunidad de desarrollar al máximo su potencial para que pueda hacerse responsable de sí mismo y realizar su proyecto de vida. Esta tarea debe estar acompañada por la práctica constante de la autocrítica, así como el fomento de valores éticos y el respeto por el otro.

Para llegar a todos los sectores de la sociedad, este grupo de intelectuales (Delors, 1996) propone el concepto de la educación para toda la vida, cuyas características serían: la flexibilidad, la diversidad y la accesibilidad en el tiempo y el espacio; la cual debe ser adaptable a los veloces cambios en los campos profesionales y contribuir a la estructuración continua del ser humano, en cuanto a sus habilidades y aptitudes, así como a su facultad de juicio y acción. Para llevar a cabo esta labor asignan un papel sobresaliente a los medios y las actividades culturales y de esparcimiento.

La propuesta de la sociedad educativa descansa en un elemento fundamental: una educación básica de calidad en la cual se debe inculcar el placer por aprender, así como el desarrollo de la capacidad para aprender a aprender. Los autores del documento reconocen lo utópico del mismo y de sus propuestas, pero consideran que se trata de una utopía necesaria para hacerle frente a la indiferencia y resignación que caracteriza a la sociedad actual ante los problemas que le aquejan.

b) Características y condiciones para la sociedad educativa:

Uno de los objetivos fundamentales del sistema educativo, ya sea formal o no formal, es lograr que los niños, niñas, jóvenes y adultos puedan aprender a aprender. El desarrollo vertiginoso de la ciencia y la tecnología, así como del conocimiento en general, hace que la idea de una escuela basada en una concepción enciclopédica sea inviable. La brecha entre la escuela y el conocimiento, incluyendo el científico, se haría cada vez más grande, por lo cual se propone como meta para la educación, buscar mecanismos para que los educandos tengan acceso a la información que se produce pero al mismo tiempo fomentar las habilidades y destrezas requeridas para aprovechar esta información, recabarla, seleccionarla, ordenarla, manejarla y utilizarla. Por lo tanto, las tres funciones que conviene poner de relieve en el proceso educativo son: la adquisición, actualización y el uso de los conocimientos (Delors, 1996:17).

La Comisión para la Educación en el siglo XXI (Delors, 1996) considera que la educación para toda la vida se basa en cuatro pilares:

- Aprender a conocer,
- Aprender a hacer,
- Aprender a ser y
- Aprender a vivir juntos.

Afirman que la educación ocurre a lo largo de toda la vida de muchas formas y ninguna de éstas es excluyente.

Para aprender a conocer se requiere una cultura básica y los conocimientos necesarios para aprender a hacer, ya sea un oficio o una profesión, con la posibilidad de hacerle frente a los cambios y a trabajar en equipo. El aprender a ser se refiere al desarrollo personal que permita a cada individuo asumir su responsabilidad ante el destino colectivo para aprender a vivir juntos.

En conclusión, la piedra angular de la sociedad educativa es una buena educación básica que incluya: las herramientas fundamentales para el aprendizaje (la lectura, la escritura, el cálculo y la solución de problemas)

y los conocimientos básicos de aprendizaje (teóricos, prácticos, los valores y las actitudes). Lo anterior con el fin de que el ser humano pueda sobrevivir, trabajar y vivir con dignidad; que participe en el desarrollo y en mejoramiento de su calidad de vida; que tenga la capacidad para tomar decisiones fundamentales y que pueda continuar aprendiendo (Delors, 1996). Muchas de estas herramientas, así como los conocimientos básicos requeridos para tomar las decisiones, tanto a nivel colectivo como personal, se relacionan con la ciencia y sus aplicaciones. Este tema será abordado en la siguiente sección.

2.2. La cultura científica para el ciudadano del siglo XXI

2.2.1 Reflexiones en torno a la cultura científica para el ciudadano del siglo XXI

La ciencia y sus aplicaciones influyen, más que nunca en todos los ámbitos de nuestra vida, las novedades tecnológicas y la necesidad de estar al día, ha causado impacto no sólo en el ámbito laboral, sino también en la vida cotidiana, incluso hasta doméstica, de un amplio sector de la población, que corresponde a las clases más favorecidas. Además, la incorporación de la ciencia y la técnica a la cultura general de la población se ha convertido en una necesidad urgente en un mundo en el cual el grado de desarrollo científico y tecnológico de un país es un factor determinante para su estabilidad económica y social, así como su relación con otros países. Es indiscutible la importancia de que la población mundial posea una cultura científica como base de una conciencia colectiva en torno a problemas como los relacionados con la salud pública y el medio ambiente. El futuro del planeta y de muchas de las especies que la habitan depende de que esta conciencia se cristalice para impulsar acciones colectivas.

Dado que la información relacionada con ciencia y tecnología frecuentemente viene mezclada con intenciones de carácter económico, político y cultural, sólo una persona con ciertas bases en estos temas podrá “leer entre líneas” e identificar los mensajes ocultos para extraer la información que necesita para formarse su propio criterio. Esto ocurre a nivel colectivo y también individual.

En el nivel colectivo, tenemos que estar preparados para enfrentar y actuar ante problemas como los relacionados con: a) fenómenos naturales como: la erupción de un volcán, un temblor o una inundación, b) la salud pública como: las epidemias, los ocasionados por la contaminación o los accidentes ambientales, c) los peligros potenciales relacionados con la industrialización o el sector energético como: la contaminación, los accidentes, los desechos generados o los errores humanos, d) la construcción de una vía rápida, un fraccionamiento o un desarrollo turístico en lugares no apropiados para estos fines, e) prácticas que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente como la deforestación o los incendios (roza y quema) y f) tradiciones o prácticas que pueden ser riesgosas para la salud.

A nivel individual, poseer una cultura científica básica es un requisito para todo aquel que quiere estar actualizado y con capacidad para adaptarse rápidamente a los cambios, para poder desenvolverse en una sociedad cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología. Además, continuamente nos vemos en la necesidad de tomar decisiones personales relacionadas con la ciencia y la tecnología. Un ejemplo particularmente significativo tiene que ver con la atención médica. Hoy, con la sobreespecialización de los médicos y la excesiva comercialización de algunos centros de salud y de la industria farmacéutica, uno como paciente se ve en la necesidad de autodiagnosticarse para saber a qué especialista tiene que acudir y luego tener el criterio suficiente para evaluar la propuesta del médico y tomar una decisión. Se tiene que considerar si la solución propuesta por el médico tiene contraindicaciones, efectos colaterales, si realmente es necesaria o si más bien obedece a intereses de tipo económico. Este tipo de conocimientos también son necesarios para mantener un buen estado de salud, así como para evitar recurrir a “curas milagrosas” y ser víctimas de modas o de la publicidad. Tanto a nivel colectivo, como individual, tenemos que sustituir la tendencia a remediar por una cultura de prevención.

Ante este panorama, cabe preguntarnos ¿En qué consiste esta cultura científica que requerimos como individuos y como sociedad? Para abordar esta problemática existe una gama amplia de enfoques, propuestas y estrategias, desarrolladas para satisfacer los requerimientos de la población. Sin embargo, todos coinciden en la necesidad de fortalecer el currículo escolar y comunicar la ciencia y sus aplicaciones al gran público. Estas propuestas

incluyen ingredientes como contenidos básicos, herramientas intelectuales, habilidades, actitudes y valores. Para ejemplificar, se hará un breve recorrido por algunas de estas propuestas

El maestro Luis Estrada (2008), pionero de la divulgación de la ciencia en la UNAM y en el país, proporciona una lista de ideas básicas, así como los conceptos requeridos para comprenderlas, que ningún ciudadano debe ignorar:

- Vivimos en un Universo enorme y quizá no estemos solos.
- La historia del Universo es larga y somos (los humanos) muy recientes.
- La materia está formada por átomos y éstos son objetos cuánticos.
- La composición de todo lo existente está formado por el mismo material.
- La historia de la vida no fue programada.
- Las componentes de nuestro planeta, minerales y organismos vivos son interdependientes.

Una propuesta que ha tenido mucho impacto es la del Proyecto 2061 desarrollado por la American Association for the Advancement of Science (La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia) de Estados Unidos. La obra traducida por la Secretaria de Educación Pública (SEP) lleva el título Ciencia: Conocimiento para todos (1997). En este documento se incluyen recomendaciones, un núcleo mínimo de conocimientos y las destrezas básicas requeridas para la formación de todos los ciudadanos.

El propósito de este proyecto es formar ciudadanos más competentes para enfrentar los retos de un mundo cada vez más interconectado, con problemas que atañen a toda la humanidad. Se busca fomentar mayor participación ciudadana, para lo cual consideran fundamental contribuir a la formación de un pensamiento analítico y crítico con el fin de que las decisiones sean informadas y que las acciones que se realicen sean con base en argumentos sólidos.

Se afirma que “una persona con formación científica es aquella que percibe que las ciencias, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas

interdependientes, con potencialidades y limitaciones; que comprenden los conceptos y principios científicos clave; que está familiarizada con el mundo natural y reconoce su diversidad y su unidad a la vez; y que emplea el conocimiento de la ciencia y los modos científicos de pensar para fines individuales y sociales". Para lograr lo anterior proponen los siguientes contenidos: Entender los fenómenos naturales del entorno, los principios elementales de los mecanismos de los aparatos e instrumentos comunes; el funcionamiento y forma de cuidar el cuerpo humano; el cuidado del medio ambiente y la naturaleza del pensamiento matemático (Ciencia: Conocimiento para todos, 1997).

Además de estos contenidos básicos, consideran que también es importante comprender cómo opera la ciencia y reflexionar sobre cómo se construye. En cuanto al uso de la tecnología, se debería entender lo suficiente como para hacer un análisis y evaluar la relación entre los beneficios, los costos y los riesgos. Para finalizar, recomiendan fomentar determinadas actitudes y valores que deben acompañar las decisiones y acciones que se tomen en relación a la ciencia y sus aplicaciones (Ciencia: Conocimiento para todos, 1997).

Durante el II Foro Internacional "Por una cultura de ciencia, tecnología e innovación en la sociedad", celebrado en el 2004 en Bogotá, Colombia, Emlyn Koster (2004) comentó que la comprensión pública de la ciencia es un concepto que rara vez se define. Depende del contexto social, económico y político y tiene varias dimensiones: teorías, métodos, resultados, hechos y aplicaciones. Para analizar el significado de estar alfabetizado científicamente recurrió a los conceptos desarrollados en distintos países y por diferentes autores. A continuación se hace una breve presentación de estas ideas.

Algunos autores, como James Trefil (1996) en Koster (2004) presentaron una lista de los contenidos básicos que debe comprender una persona para ser considerado alfabetizado científicamente:

- Átomos, reacciones y propiedades de la materia
- Causalidad, orden, energía y entropía
- Ciclos en la litósfera, hidrósfera y de la atomósfera
- Genética, selección natural, ecosistemas,

- Medicina molecular e infecciones
- Electricidad y magnetismo
- Estrellas, galaxias y supernovas

Otros ponen mayor énfasis en las actitudes y herramientas intelectuales como el educador I. C. Davis, quién en 1935 (Koster, 2004) afirmó que un individuo con una actitud científica es aquel que:

- Muestra la voluntad para modificar su opinión cuando se le presenta nueva evidencia.
- Busca toda la verdad sin prejuicio.
- Tiene el concepto de las relaciones de causa y efecto.
- Tiene el hábito de basar sus juicios en hechos.

Brian Wynne del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (US National Research Council) (1999) en Koster (2004) afirma que: Al igual que la alfabetización en lectura y matemáticas, el propósito de la alfabetización científica y tecnológica es proporcionar a la ciudadanía las herramientas para que puedan participar de manera responsable en el mundo que les rodea. Estas “herramientas” varían de acuerdo al grado de desarrollo de cada sociedad. Los compromisos en estos asuntos pasan por perspectivas personales, normas culturales y políticas nacionales.

Alan Irwin, (2000) en Koster (2004) de la Royal Society del Reino Unido analiza la importancia que tiene la cultura científica en la formación de los ciudadanos y propone los siguientes argumentos:

- Prosperidad nacional: ciudadanos mejor informados y mejor capacitados para el trabajo.
- Política nacional: tomadores de decisiones mejor informados.
- Impacto a nivel personal: mejor informados para asuntos relacionados con la salud personal, el consumo y el cuidado del medio ambiente.
- Participación ciudadana (cívica): electorado mejor informado, con valores y capacidad de decisión.
- Cambio de actitudes: menos indiferencia ante asuntos colectivos y menos hostilidad hacia las instituciones.

El Plan de Acción de Ciencia y Sociedad de la Comisión Europea (2002) en Koster (2004) propone involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones de acciones políticas en asuntos relacionados con el desarrollo científico y tecnológico. Sus puntos principales son los siguientes:

- Promover una cultura científica/educativa tanto en el sistema de educación formal, como en los medios y promover el diálogo cívico.
- Involucrar a los ciudadanos en el desarrollo de políticas relacionadas con ciencia y tecnología que promuevan la equidad, en particular en el caso de género y que ayude a anticipar problemas futuros.
- Dirigir las políticas hacia una ciencia responsable, fortalecer las bases éticas para la investigación y el desarrollo, detectando y evaluando riesgos e incorporando los aprendizajes de experiencias pasadas.

Estas propuestas no se pueden considerar de manera aislada. Además de las necesidades locales, es necesario tomar en cuenta el contexto global, tema que fue abordado en la sección 1.3.3, en la cual se definió el término glocal, como la fusión de ambos contextos. Se mencionó que "lo global" siempre se tiene que aplicar localmente y "lo local" tiene que tomar en cuenta el contexto global. Considero que la construcción de una cultura científica nacional, debe basarse en este contexto glocal, para identificar las necesidades y los intereses de la población, así como los contenidos, los mensajes y las estrategias requeridas para su desarrollo.

Independientemente del contexto, la cultura científica que se requiere actualmente ya no se puede circunscribir exclusivamente al terreno de las denominada ciencias "naturales", "exactas" o "duras". Muchos de los problemas actuales, así como sus posibles soluciones, que anteriormente se consideraban exclusivas de las ciencias mencionadas, se están abordando a partir de enfoques mucho más amplios y experiencias de otros campos de conocimiento como las ciencias sociales.

La Comisión Gulbenkian, compuesta por diez eminentes académicos de diferentes países – seis de las ciencias sociales, dos de las humanidades y dos de las ciencias naturales- bajo la coordinación de Immanuel Wallerstein (1997) nos muestra como se ha dado un acercamiento entre las "ciencias naturales" y las supuestas "ciencias blandas", tanto en su objeto de estudio,

como en su metodología. Estos autores muestran los inconvenientes de circunscribir el estudio de la realidad a un sólo campo de conocimiento. Comentan cómo visiones limitadas en el pasado han conducido a decisiones equivocadas, poco responsables y cuyas consecuencias estamos padeciendo en la actualidad. La explotación de los recursos naturales no renovables de manera desmedida, es un ejemplo de lo anterior. En el estudio mencionado se discute como dentro de las mismas ciencias sociales se está dando una apertura con el fin de llegar a propuestas más incluyentes, que tomen en cuenta a los disidentes y desfavorecidos, tanto a nivel local como mundial.

Edgar Morin (en Arredondo, 2005) considera que el peligro de la cada vez mayor compartimentación del conocimiento, como consecuencia de la especialización, nos lleva a la dificultad para entender el andamiaje completo, es decir de ubicar un evento específico en un contexto más amplio, cómo se relaciona este hecho con otros y de comprender los vínculos entre diferentes áreas del conocimiento que estudian estos sucesos desde diferentes miradas. Insiste en que todo evento debe ser analizado en su contexto social, político, humano y ecológico, es decir, tiene que tomarse en cuenta el mundo como un todo. Propone abordar los problemas a partir de lo que denomina el pensamiento complejo lo cual implica reorganizar el saber y reanudar los vínculos entre las disciplinas que han estado divorciadas.

Lo complejo recupera por una parte, al mundo empírico, la incertidumbre, la incapacidad de lograr la certeza, de formular una ley eterna y de concebir un orden absoluto. Al mismo tiempo recupera la lógica, evitando que se incurra en contradicciones (Morin, et. al. 2006). La ciencia de la complejidad tiene como objeto de estudio los sistemas complejos adaptativos, los sistemas dinámicos no lineales y sistemas con sensibilidad a las condiciones iniciales (Morin, 2006).

Por lo tanto, la alfabetización científica debe incluir la capacitación para comprender cómo se aborda un objeto de estudio desde la complejidad. Por ejemplo sugiere explorar el significado y uso de herramientas como los modelos, los escenarios, la probabilidad y la incertidumbre. Es importante insistir en que los modelos no son la realidad, son sólo representaciones de la misma que se construyen para estudiarla. Cuando se expresa la posibilidad de que ocurra un evento en términos de probabilidades o se habla de incertidumbre,

no es una señal de ignorancia sobre qué puede suceder, simplemente quiere decir que al tratarse de fenómenos complejos, no se puede predecir con una certeza del 100%. Los escenarios nos aportan información sobre tendencias en determinadas condiciones.

Donna Haraway (1991) considera que la alfabetización científica es básica en esta época en la cual lo totalmente "natural" ya no existe. Afirma que nuestra vida diaria, en todas sus dimensiones, desde lo colectivo hasta lo más íntimo, está totalmente infiltrada por la tecnología, la cual ha dado origen al ciborg, un organismo cibernético. El ciborg se define como un híbrido de máquina y organismo, una criatura que tiene una realidad social y al mismo tiempo de ficción. Nosotros mismos nos hemos convertido en ciborgs, sostiene Haraway. La medicina moderna comenta, está llena de ciborgs, producto del acoplamiento entre organismos y máquinas. Un ejemplo es la reproducción "asistida" ya que es una replicación desacoplada de lo orgánico. Esta autora establece tres quiebres de frontera para su análisis político, ficticio y científico.

- La frontera entre lo humano y lo animal:

Esta frontera se rompe a finales del siglo XX como resultado de la cultura científica. Muchos ya no sienten la necesidad de establecer esta separación entre lo humano y lo animal. Muestras de ello son los movimientos por la defensa de los derechos de los animales, no como una negación de que los seres humanos somos únicos, sino como un reconocimiento a la conexión entre las especies y de que el ser humano es sólo una especie más que habita la Tierra. Mucho tiene que ver con el impacto de las teorías científicas, como la evolución. La ideología del determinismo biológico, ayudó a cerrar el abismo al abrir la conciencia sobre la "animalidad humana". La biología y la teoría de la evolución redujeron la frontera entre humanos y animales. Desde esta perspectiva es fundamental combatir el creacionismo. Es en esta frontera entre lo humano y lo animal en donde aparece el ciborg, proponiendo el acoplamiento entre las personas y las demás especies vivas y no el aislamiento de la especie humana (Haraway, 1991).

- La distinción entre animal-humano (organismo) y la máquina:

Anteriormente, esta diferencia era evidente. Las máquinas no se podían mover por sí solas, ni se podían autodiseñar, ni eran autónomas. Ahora, esta distinción no es tan clara, las máquinas de finales del siglo XX, muestran una frontera muy difusa entre lo natural y lo artificial, entre mente y cuerpo, entre el autodiseño y lo que se diseña externamente. Las máquinas actuales parecen haber cobrado vida.

- La tercera distinción es un subconjunto de la segunda:

La imprecisión de la frontera entre lo físico y lo no físico. Las modernas máquinas, los dispositivos microelectrónicos están en todas partes y son invisibles. El chip de silicio es la superficie para escribir, la escritura es a nivel molecular y los cambios a nivel atómico. Estas máquinas permiten el establecimiento de redes de poder que pueden traspasar las fronteras, en un contexto en el cual ya no se le tiene miedo a identidades parciales y puntos de vista contradictorios. Con estas redes no caben las etiquetas y por lo tanto, tampoco las exclusiones, ya que la práctica de etiquetar o definir a las personas, ya sea nombrándolas con un sustantivo o calificándolas con adjetivos, implica un acto de exclusión. Lo anterior nos recuerda a la utopía que planteó José Luis Fiori (2005) en la cual gracias a las redes se pueden traspasar todas las fronteras, conectando lo que antes estuvo separado. Por ejemplo, estas tecnologías promueven nuevas relaciones entre mujeres de todo el mundo. Sin embargo, Haraway advierte que la miniaturización, así como su ubicuidad e invisibilidad, hace que los ciborgs sean armas poderosas, pero al mismo tiempo peligrosas, dependiendo de las intenciones de quién las utilice.

La cultura científica debe contribuir al desarrollo humano. Argelia Ferrer (2003) opina que ésta se debe basar en una postura ética que promueva la libertad de las personas, como enfoque alternativo a las estrategias asociadas al crecimiento económico. Este desarrollo humano debe brindarle a los seres humanos mejores oportunidades de educación, salud, alimentación empleo e ingresos.

Una utopía más es la que propone Ursula Franklin del Royal Society de Canada (1990) en Koster (2004): la tarea para el futuro debe ser construir

conocimiento y llegar a un estado de mutua comprensión entre ciudadanos y científicos con el fin de que la distinción entre ambos grupos se desvanezca para que ambos se conviertan en ciudadanos científicos con el potencial para resolver problemas juntos.

En conclusión la cultura científica que se requiere para la población es mucho más que la simple memorización de datos y fórmulas. Incluye múltiples factores: los contenidos mínimos requeridos, procurando un balance entre el conocimiento global y las aplicaciones y propuestas locales; las herramientas y destrezas básicas para poder acceder a la información y emplearla para construir conocimiento nuevo para el contexto local; y los valores y actitudes que deben acompañar cualquier decisión relacionada con ciencia y tecnología, tanto a nivel personal como colectivo. Además, se debe promover la comprensión sobre cómo se construye el conocimiento desde la perspectiva del pensamiento complejo, evitando visiones limitadas y disciplinarias para abordar los problemas que impiden ver el "todo". Por último, toda propuesta de cultura científica debe favorecer el desarrollo humano, para que la población y todos sus individuos tengan una mejor calidad de vida.

2.2.2 La composición de la sociedad educativa para la promoción de la cultura científica

La realización del gran proyecto educativo que implica contribuir a la formación de ciudadanos informados en materia de ciencia y tecnología con capacidad para decidir y participar de manera responsable en acciones que favorezcan su entorno natural, social y cultural, sólo es posible si se recurre a la utopía de la sociedad educativa. En el caso de la cultura científica los actores principales de esta sociedad son:

- La comunidad científica (investigadores)
- El sector educativo
- Los medios de comunicación y
- Los divulgadores de la ciencia.

La funciones que desempeña por un lado el sector educativo y por el otro la comunidad científica son fundamentales. Como ya se mencionó, las bases y las habilidades requeridas para acceder a esta cultura científica

y tecnológica se adquieren en la escuela. Los investigadores al ser los que generan el conocimiento nuevo, tienen la obligación de alertar a la sociedad sobre el estado de problemas de su competencia y de proponer soluciones. También son los responsables de vigilar que estas soluciones sean comprendidas y aplicadas de manera adecuada. A veces la población misma es la que demanda explicaciones, por ejemplo cuando hay una preocupación específica como puede ser una epidemia, la erupción de un volcán, un terremoto o simplemente un acontecimiento especial como puede ser un eclipse o una lluvia de estrellas.

Muchas veces la información que circula por los medios es errónea, alarmista o sensacionalista. Un ejemplo curioso es el siguiente: el 27 de agosto del 2003, Marte se acercó a 56 millones de kilómetros a la Tierra y se observó a simple vista como un objeto muy grande y brillante en el cielo durante varios días. Fue un evento sin precedentes, ya que la última vez que ocurrió fue hace 60,000 años (De Régules, 2009). Desde entonces, cada año circula por correo electrónico el anuncio de este suceso astronómico espectacular, que no se repetirá y que por lo tanto crea falsas expectativas. En Internet también se encuentran artículos que afirman lo mismo. Las consecuencias de esta información errónea no son graves, simplemente son motivo de una gran decepción. Sin embargo, así como circulan noticias equivocadas inocuas, también puede circular información que sí puede ser peligrosa, por lo cual es esencial que los expertos vigilen lo que se difunde en los medios con el fin de corregirla o ampliarla si se requiere.

Si bien es cierto que los dos sectores mencionados (investigadores y docentes) deben participar activamente en la labor de fomentar una cultura científica en la población, cada día es más evidente la enorme dificultad para llevarla a cabo. En la sección (1.2.1) se dieron los argumentos por los cuales la institución escolar ya no puede continuar como el único medio para la educación de la sociedad. Además, en el caso del conocimiento relacionado con la ciencia y sus aplicaciones, esta institución se enfrenta a otras dificultades:

- Mantenerse al día debido a la rapidez con que se incrementa y modifica el conocimiento en estos campos.
- Lo complicado que es imaginarse y comprender objetos y hechos que

se encuentra muy alejados de la escala humana: lo microscópico, lo atómico y las partículas elementales, en un extremo de la escala y los planetas, las estrellas, las galaxias y todo el universo, en el otro. Resulta difícil imaginarse las dimensiones de los objetos, la distancia relativa entre ellos o la duración de los eventos: desde fracciones de segundo, a veces infinitesimales en un extremo de la escala, a millones o miles de millones de años en el otro.

- La dificultad para visualizar o imaginarse objetos tridimensionales, como una molécula, una célula o una proteína, ya que generalmente los vemos representados en dos dimensiones en la página de un libro o en una fotografía. Lo mismo ocurre con los cuerpos astronómicos, cuyos movimientos relativos los vemos representados en un plano y no en distintos como ocurre en realidad.
- La falta de evidencias o experiencias concretas de ciertos fenómenos o efectos que permitan su comprensión.

En la sección 1.2.2 se abordó el tema de los obstáculos y complicaciones que presentan la mayoría de las personas para comprender conceptos e ideas de ciencia. Una dificultad más es generada por la tendencia a presentar o explicar los problemas, ya sea en la escuela o a través de algunos de los medios, con un enfoque limitado o disciplinario, sin explorar todas las aristas y diferentes enfoques con el fin de mostrar el tema en toda su complejidad.

El amplio acceso a la información, sobre todo gracias al Internet, genera constelaciones cognitivas, diversificadas fomentando la creatividad y la flexibilidad. Así los espacios de aprendizaje, no se restringen a la escuela, incorporan lugares, actores, grupos e instituciones de la comunidad que ejercen una influencia importante en el proceso de nuevos conocimientos (Guará, 2002). Cabe mencionar que como la propuesta de sociedad educativa incluye a los medios debido a su gran potencial educativo, el comentario anterior puede ser extrapolado a todos los medios, productos y espacios empleados para comunicar la ciencia al público no especializado. Incluyo en este universo a los medios escritos (libros, revistas, artículos en periódicos), los electrónicos (televisión, cine, multimedia, radio), los presenciales o de comunicación directa (conferencias, cursos, seminarios, espectáculos, obras de teatro, talleres, foros de discusión), los recursos web y los espacios de educación informal (museos, centros de ciencia, jardines botánicos, zoológicos, acuarios). Cabe

mencionar que cada medio tiene sus limitaciones y potencialidades en cuanto a la forma de presentar los contenidos y de comunicarse con sus destinatarios, por lo cual para llegar a toda la población, es preciso emplearlos todos.

Ni los docentes, ni los investigadores pueden dedicarse a la comunicación con los diversos destinatarios a través de los medios señalados debido a que no están capacitados para hacerlo y a que tienen otras obligaciones. Algunos investigadores incursionan en los medios masivos con productos como cápsulas informativas o entrevistas, o escriben artículos o libros de divulgación. De éstos, algunos lo hacen muy bien, pero la mayoría, al no estar capacitados para hacerlo, no logran buenos resultados. El efecto muchas veces es contrario al deseado porque transmiten una imagen de la ciencia como algo complicado, aburrido, alejado y reservado para unos pocos.

La comunicación de la ciencia para un público de no especialistas no es sólo la simplificación de este discurso para hacerlo más accesible a los destinatarios. Implica la recreación de este discurso, para generar un producto nuevo para atraer a los destinatarios y dirigirse a ellos a partir de objetivos muy distintos a los que tienen los investigadores al comunicarse con sus pares. Al generar estos productos destinados a los no especialistas, se emplean los distintos medios mencionados y se recurre a otras áreas del conocimiento como puede ser la literatura, el arte, la historia, así como la experiencia, conocimientos e intereses de los destinatarios. La finalidad es entregar un mensaje accesible y atractivo, al mismo tiempo que claro y veraz. Muchas veces, más que un producto que se recibe de manera pasiva, lo que se busca es establecer un diálogo con el destinatario, por ejemplo a través de actividades presenciales como un foro de discusión o un taller para niños.

La comunicación de la ciencia es un campo de conocimiento que conjunta saberes de diversas disciplinas de la ciencia (naturales, exactas, humanas y de la salud), de la comunicación, de las humanidades, así como de la tecnología y la ingeniería. En México, a los profesionistas que se dedican a comunicar la ciencia a un público de no especialistas se les llaman divulgadores de la ciencia. La función principal de un divulgador es fungir como intermediario entre los generadores del conocimiento (los investigadores), los realizadores de los mensajes por comunicar (los medios) y los distintos

destinatarios (los públicos). También pueden desempeñar el papel de intermediarios entre la comunidad científica y los tomadores de decisiones o agencias que financian los proyectos de investigación. Incluso se da el caso de que los divulgadores participen en la creación de conocimiento nuevo al servir de puente de comunicación entre los investigadores y los usuarios del conocimiento generado por los expertos. Por lo anterior, la actividad que realizan estos profesionistas implica un gran reto intelectual, creativo y ético. Este tema será abordado en la siguiente sección.

2.3 La comunicación de la ciencia.

2.3.1 Un poco de historia

La actividad de comunicar la ciencia, tanto entre pares como a diferentes sectores de la población, nace casi al mismo tiempo que la ciencia misma, con el propósito de compartir el conocimiento, atraer más adeptos a la ciencia, obtener apoyos, contribuir a la cultura general de la población o por simple entretenimiento (Reynoso, et. al. 2010).

Tal vez el primer divulgador de la ciencia fue Galileo Galilei en el siglo XVI, cuando se propuso difundir el sistema copernicano, que fue condenado por la Iglesia. En la segunda mitad del siglo XVII esta actividad comenzó a extenderse entre los estudiosos e intelectuales de la época: científicos, escritores y divulgadores, como una forma de compartir y hacer accesibles sus intereses y hallazgos entre todos los miembros de las recién creadas sociedades científicas como la Académie Royale en Francia y la Royal Society en Inglaterra. Fue hasta el siglo XVIII cuando la ciencia se vuelve popular a través de lecturas de divulgación, demostraciones científicas y el coleccionismo de especies en los gabinetes de curiosidades (Sánchez-Mora, A.M., 2000).

La sociedad del siglo XVIII deseaba estar bien informada, pero sin tener que hacer un gran esfuerzo por lo cual proliferaron breviarios, diccionarios y libros de divulgación sobre diversos temas que no requerían un gran conocimiento previo por parte del lector. Sin duda el producto de divulgación más representativo de la época surgió en 1751 en Francia: la Enciclopedia, que comprendía unos sesenta mil artículos de 160 colaboradores en el cual

se presentaba la cultura contemporánea, incluyendo los logros tecnológicos (Sánchez-Mora, A.M., 2000). El propósito de esta obra, promovida por dos filósofos Denis Diderot y Jean d´Alambert, fue poner el "saber de la humanidad" al alcance de todo aquel que podía leer. Consideraron que el conocimiento era un arma importante para luchar contra el absolutismo de la monarquía y de la Iglesia de la época. Para lograr sus propósitos emplearon un idioma vulgar, el francés, en vez del idioma de la elite, el latín, así como la nueva tecnología: ¡la imprenta! (Fayard, 2004b).

Las sociedades científicas de principios del siglo XIX fueron buenos foros para estar al día en el conocimiento de la época, ya que sus miembros provenían de todas las ramas de la filosofía natural y en sus sesiones se trataban todos los temas. Sin embargo, a lo largo de ese siglo, se empezó a dar cada vez más una mayor especialización en cada uno de los campos de conocimiento, al grado que se dio una separación entre científicos y humanistas. Con la especialización vino también un cambio en el lenguaje científico, lo cual produjo un distanciamiento entre científicos y legos. Las sociedades científicas se transformaron para ser sólo para los eruditos y competentes en las áreas que comprendían. Lo mismo ocurrió con las revistas que publicaban estas asociaciones, dejaron de ser accesibles para el público lego. Muchos científicos, al darse cuenta de este distanciamiento con los no iniciados comenzaron a escribir ensayos y libros para lectores no especialistas. Algunos daban conferencias o hacían demostraciones para este tipo de público. Las colecciones de la época se fueron transformando en museos que comenzaron a tener esta labor divulgativa, además de la del estudio (Sánchez-Mora, A. M, 2000).

En México, al igual que otros países del mundo, la divulgación de la ciencia, surgió al mismo tiempo que el desarrollo del conocimiento científico. Las colecciones de objetos de valor científico, artístico o histórico que se iniciaron con fines de conservación y estudio, comenzaron a exhibirse al público con fines divulgativos. El Museo Nacional que inició sus labores en 1868, abría sus puertas al público tres mañanas a la semana. El tiempo restante, los profesores que ahí laboraban, especialistas en áreas como la geología, la paleontología, la botánica y la zoología, se dedicaron al estudio, enriquecimiento y cuidado de colecciones de plantas, de animales, de fósiles y de minerales (Cuevas, 2002).

Se sabe, por documentos que se encuentran en el Archivo General de la Nación que también se impartieron conferencias y se escribieron artículos de divulgación de la ciencia. Dos divulgadores destacados del siglo XVIII fueron José Antonio Alzate y de Ignacio Bartolache, quienes escribieron artículos en los periódicos sobre ciencia (Cuevas, 2002). Este último funda la primera revista médica del continente (Weber, 1998)

La labor divulgativa se fue incrementando a lo largo del siglo XIX. Las recién creadas sociedades científicas generaban dos tipos de publicaciones: las especializadas para pares y las de divulgación.

Algunas revistas de la época contenían artículos de ciencia para público general. Una de ellas fue El Mosaico Mexicano, fundada en 1840. Una muestra del contenido de esta revista es: los nuevos descubrimientos en las artes y en las ciencias, los sucesos históricos más sorprendentes, los fenómenos naturales, los procedimientos agrícolas, descripciones de lugares, viajes, biografías de hombres ilustres y poesías mexicanas. En cuanto a publicaciones, las más importantes fueron: El Liceo Mexicano publicada en 1844, El Álbum Mexicano en 1849 y la Biblioteca Mexicana Popular y Económica: Ciencias, Literatura y Amenidades en 1851. En todas éstas se mezclaban escritos sobre ciencia, cuentos, poesía, capítulos de novelas y traducciones de trabajos originales. Se abordaban temas como: química aplicada, características y utilización de diferentes plantas, descubrimientos de fósiles, el telescopio, los aerolitos y la fabricación de relojes. En 1865 surgió El Año Nuevo, periódico semanario de literatura, ciencia y variedades, en el cual escribieron destacados poetas, novelistas, abogados, políticos, profesores, historiadores y científicos (naturalistas y geógrafos). Al igual que las otras publicaciones, el propósito de ésta fue difundir el conocimiento. Otras publicaciones periódicas del siglo XIX fueron: La Revista Mexicana publicada a partir de 1835; la Revista Científica y Literaria que apareció en 1845 y la Ciencia recreativa “dirigida a niños y a las clases trabajadoras”.

Una contribución fundamental a la educación y la cultura del país fue la creación de la Escuela Nacional Preparatoria por Gabino Barreda en 1867. Con un plan de estudios inspirados en Augusto Compte, se impartían materias como matemáticas, astronomía, física, química, botánica, zoología y literatura (Weber, 1998). En esta escuela estudiaron personajes importantes de la época, el más destacado de ellos fue José Vasconcelos (Fierro, 2003).

Durante el Porfiriato se dio un impulso importante a la ciencia y su difusión. En 1877 se fundó el Observatorio Astronómico y en 1878 se crea la Comisión Geográfica Exploradora con el fin de conocer los recursos naturales del país (Retana, 2009). En 1888 se crea el Instituto Geológico Nacional cuyos fines fueron la investigación científica, la difusión y la docencia de la Geología. Los conocimientos desarrollados en esta institución fueron importantes para el desarrollo de la minería, la industria petrolera, el uso de minerales y el aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas para fines agrícolas. De esta institución surgió la Sociedad Geológica Mexicana en 1904 y posteriormente el Museo de Geología en 1906. En 1929 esta institución se incorporó a la UNAM (www.geologia.unam.mx)

En 1893 se abre el Museo Tacubaya, el cual tenía tres funciones: la investigación, la vulgarización y la exhibición. Entre sus actividades se incluían: publicaciones, conferencias, clases, así como la exhibición de su colección de flora y fauna para público general (Cuevas, 2002).

A pesar de los avances en el ámbito cultural, el régimen de Porfirio Díaz se caracterizó por la falta de libertad de prensa. Como respuesta a la censura surgieron dos periódicos contrarios al régimen: El Ahuizote (1875) y el Hijo del Ahuizote (1885). En 1896, el gobierno de Díaz funda el periódico El Imparcial. Al cierre de este periódico surgen otros dos periódicos controlados por el gobierno: El Universal en 1916 y El Excelsior en 1917 (http://historiaperiodismo.tripod.com/id3.html).

El inicio del siglo XX fue testigo de cambios importantes en el país. En el aspecto tecnológico, como ya se mencionó, se dio un impulso considerable a la industria minera y petrolera. Otros hechos destacados fueron el comienzo de la comunicación por vía telegráfica y el crecimiento de la red ferroviaria nacional (http://historiamedios1y2primaver2009.blogspot.com/2009/03/el-telegrafo-en-mexico-durante-el.html). Se dio un impulso a la educación con la creación de varias escuelas e instituciones educativas como el Colegio Jesuita de San Ildefonso (que después se transformaría en la Escuela Nacional Preparatoria), la Escuela Normal Primaria para Maestro y la Universidad Nacional de México, inaugurada el 22 de septiembre de 1910 (Fierro, 2003). Otros sucesos significativos fueron la creación de la Sociedad Astronómica Mexicana en 1902, la fundación de la Comisión de Parasitología Agrícola en

1908 y la apertura de la Escuela Nacional de Agricultura con el propósito de llevar a cabo investigación en el campo para mejorar los cultivos y control de las plagas. En 1915 se fusionaron distintas dependencias dedicadas al estudio de las ciencias naturales para crear la Dirección de Estudios Biológicos. En el ámbito cultural, un hecho importante fue la división del Museo Nacional Mexicano en el Museo Nacional de Historia Natural y el Museo Nacional de Arqueología, Historia y Antropología en 1910 (Retana, 2009).

Al terminar la Revolución comenzó un periodo de intensa actividad intelectual y de reflexión sobre el proyecto de nación. El 9 de junio de 1920, José Vasconcelos, al tomar posesión como rector de la universidad propone la creación de un ministerio de educación pública para federalizar la enseñanza que hasta entonces estaba organizada por cada estado con grandes deficiencias. Su proyecto educativo para la nación incluía, además de la centralización de todas las actividades docentes, una campaña de alfabetización, la producción de materiales didácticos, la publicación de textos literarios básicos, bibliotecas populares y propuestas para enriquecer el tiempo de ocio del pueblo con festivales culturales, orfeones y actos populares para el entretenimiento. Instaló en el Templo de San Pedro y San Pablo (tema que se abordará en el siguiente capítulo) una sala de conferencias de discusiones libres, como sitio de reflexión para los universitarios (Fierro, 2003).

Durante este periodo se le da un impulso definitivo a la educación superior, en particular a las carreras científicas, con la apertura de instituciones educativas. En 1921, se crea la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos; en 1924 la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo y 1925 la Escuela de Altos Estudios de la Universidad Nacional de México y en 1935 las facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas y las de Ciencias Médicas y Biológicas.

En 1927 se abre el zoológico y el jardín botánico en un reconocido sitio de recreo de la Ciudad de México desde épocas prehispánicas, el Bosque de Chapultepec. (http://www.chapultepec.org.mx/web2010/index.php)

En 1929 con la autonomía de la Universidad Nacional de México el Observatorio Astronómico, el Instituto Geológico, la Dirección de Estudios Biológicos y el Servicio Sismológico Nacional se incorporan a la universidad.

En 1935 durante el gobierno de Lázaro Cárdenas se crea Consejo Nacional de Educación Superior e Investigación Científica, pilar del desarrollo científico y tecnológico en el país. En 1936 se funda el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales (Retana, 2009).

Las siguientes dos décadas marcan el comienzo de la modernización del país con un impulso importante a la industrialización, la ciencia y por supuesto, la educación. Se abrieron más instituciones para la enseñanza de la ciencia y la investigación. En 1967 se lleva a cabo la Primera Reunión Nacional para el Desarrollo Social y Económico de México con el propósito de impulsar el desarrollo científico y tecnológico. El resultado fue la conversión del INIC en el actual Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) (Retana, 2009).

A principios de la década de los sesentas, con el inicio de la era espacial, la educación científica, recibió un gran impulso desde las altas instituciones educativas en varios países (Segarra, 1989). México no fue la excepción.
Este fervor por la educación científica no se limitó al sistema de educación formal y lo que empezó como un intento para formar a más científicos e ingenieros, pronto se extendió, al menos en la mente de muchos educadores, al esfuerzo de proporcionar a los estudiantes y público en general una mayor y mejor comprensión de la ciencia y la tecnología (Sánchez-Mora, A.M. 2000).

La década de los años 60 marca el inicio de la era moderna de la comunicación de la ciencia a nivel mundial. En México dos instituciones fueron pioneras: la UNAM y el CONACyT. La UNAM fundó a fines de los sesenta el Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC) a cargo de Luis Estrada. Posteriormente, este programa se transformó en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), antecesor de la actual Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC).

El grupo encabezado por Luis Estrada, creó la revista Física, que posteriormente se convirtió en la revista Naturaleza. El CONACyT por su lado lanzó dos publicaciones Ciencia y Desarrollo e Información Científica y Tecnológica del CONACyT. Al poco tiempo se creó la revista Chispa para niños. Todas estas publicaciones no sólo fueron importantes por su contenido,

sino también porque con ellas y a través de la práctica comenzaron a formarse los primeros comunicadores de la ciencia de esta nueva era.

En la década de los años 70 comenzó la divulgación de la ciencia en la radio y en la televisión. Radio Educación y Radio Universidad transmitían programas para niños. La UNAM, en colaboración con la Fundación Cultural Televisa produjo la serie "Introducción a la Universidad" que incluía programas con contenidos de ciencia. La UNAM también incursionó en el cine como medio para divulgar la ciencia con el CUPRA (Centro de Producción de Recursos Audiovisuales) y los festivales de cine organizados por la Filomoteca de la UNAM. El Canal 11 también comenzó sus transmisiones de programas científicos.

La década de los años 80, se caracterizó por ser un periodo muy productivo para la divulgación de la ciencia. El Fondo de Cultura Económica inició la edición de la colección La Ciencia desde México, hoy La Ciencia para todos. Comienzan las actividades de comunicación directa con el público: conferencias, espectáculos y talleres para niños. Nuevamente el grupo encabezado por Luis Estrada fue pionero en esta actividad. Otro proyecto de gran impacto fue el programa de "Domingos en la Ciencia" de la Academia Mexicana de Ciencias que inició en 1982 en el Museo Tecnológico de la CFE bajo la coordinación del Dr. Jorge Flores. Desde esas fechas estos ciclos de conferencias se han llevado a cabo en varias sedes en casi todos los estados del país. El objetivo ha sido "difundir la ciencia de una manera divertida y amena entre la niñez y la juventud mexicana" (www.amc.unam.mx/modules).

En 1985, propuse y organicé paralelamente al Congreso Nacional de Física de la Sociedad Mexicana de Física, el Primer Encuentro Nacional de Divulgación de la Física con el propósito de ofrecer actividades de divulgación a la comunidad de la sede del congreso y de difusión a los congresistas. Desde entonces, estos encuentros, que hoy se llaman Encuentros de Divulgación Científica se celebran cada año como un evento paralelo al congreso nacional de física (http://www.smf.mx/).

Desde 1994 el CONACyT organiza anualmente "La semana de la ciencia y la tecnología" con la finalidad de dar a conocer a todos los niños y jóvenes mexicanos las posibilidades que ofrecen las áreas de la ciencia en

los campos de la actividad productiva, la investigación científica y la docencia. Su misión es promover la ciencia y proyectarla como pilar fundamental del desarrollo económico, cultural y social de nuestro país. Comparten este propósito las instituciones educativas, asociaciones científicas, secretarías de estado, empresas, centros de investigación, museos de ciencia y gobiernos estatales. (http://www.conacyt.mx).

Aunque algunos museos pioneros de ciencia como el Museo Tecnológico de la CFE y el Museo de Historia Natural se abrieron en la década de los años 70, la proliferación de museos interactivos de ciencia comenzó hacia finales del los años 80 y principios de los 90. Algunos de los primeros fueron el Museo Alfa de Monterrey, el Museo del niño "El Papalote", el Museo de ciencias de la UNAM UNIVERSUM, el Centro de ciencia "Explora", de Léon, Guanajuato y el Museo de Ciencias de Xalapa. (Este tema será abordado con mayor amplitud en el siguiente capítulo).

Existe actualmente una amplia oferta de revistas de divulgación de la ciencia para distintos públicos, como Ciencia y Desarrollo del CONACyT, la Revista Ciencias de la Facultad de Ciencias de la UNAM, la Revista *¿Cómo ves?* de la DGDC (UNAM), la Revista Elementos de la Universidad Autónoma de Puebla y *Conversus* del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por mencionar algunas.

Cada vez más en Internet hay una importante presencia de la ciencia. Dos ejemplos son: la página de Universum (www.universum.unam.mx) y la de *Cienciorama* (www.cienciorama.unam.mx).

No es el propósito de este trabajo hacer un recuento exhaustivo de las instituciones que participan en esta labor. Tampoco se pretende hacer una lista detallada de la amplia oferta de productos, actividades y espacios para comunicar la ciencia que se tienen en la actualidad. Hoy se comunican una gran variedad de temas de ciencia, a diversos sectores de la población, para satisfacer un abanico de objetivos, para lo cual se emplean todos los medios, como libros, la prensa, el Internet, la radio, la televisión, el cine, los multimedios, los museos, exposiciones y las actividades de comunicación directa.

La comunicación de la ciencia se está consolidando como un campo profesional en el cual se comparten experiencias, reflexiones, metodologías y resultados a través de diversos foros académicos y comunicaciones formales. Un reflejo del grado de desarrollo profesional de esta actividad son las sociedades y asociaciones nacionales, regionales e internacionales creadas con estos fines.

2.3.2 Asociaciones y redes

La mayoría de las asociaciones científicas le dedican espacios a la divulgación y difusión de sus especialidades. Sin embargo, es particularmente significativa la gran labor realizada por la *Academia Mexicana de Ciencias* (AMC) (Tagüeña, et. al. 2006). Sin duda la AMC ha desempeñado un papel importante en la divulgación y difusión de la ciencia en nuestro país. Se fundó en 1959 como una asociación civil independiente y sin fines de lucro con el propósito de "enlazar a científicos de muy diversas áreas del conocimiento y de diferentes instituciones nacionales e internacionales bajo el principio de que la ciencia, la tecnología y la educación son herramientas fundamentales para construir una cultura que permita el desarrollo de las naciones, pero también el pensamiento independiente y crítico a partir del cual se define y defiende la soberanía de México". Aunque su misión principal no es la divulgación y promoción de la ciencia, desde la década de los años 80 ha llevado a cabo varios programas con estos fines como Domingos en la Ciencia, Computación para niños y el Verano de la investigación científica y La competencia cotorra de las matemáticas (www.amc.unam.mx).

En 1986, nace la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICyT, www.somedicyt.org.mx), una asociación que agrupa a científicos, divulgadores y profesores de distintas regiones del país comprometidos con el desarrollo de proyectos para promover y difundir el conocimiento científico y técnico en diversos espacios abiertos a todos los sectores de la población, a través de los distintos medios de comunicación. Los objetivos de esta sociedad son:

- Divulgar la ciencia a todos los sectores de la población a través de diversos medios de comunicación con el fin de integrar la ciencia a la cultura nacional;

- Contribuir a la profesionalización de esta actividad;
- Procurar que la divulgación de la ciencia sea reconocida como una labor fundamental al igual que la docencia y la investigación; y
- Promover la reflexión, la evaluación y el intercambio de experiencias en este campo.

Una de sus actividades principales es un congreso nacional anual que en varias ocasiones se ha llevado a cabo en conjunto con las reuniones de otras asociaciones internacionales como la reunión bianual de la *Red Pop (Red de Popularización de Latinoamérica y el Caribe)* y el *Congreso Iberoamericano de Comunicación Universitaria.* La *SOMEDICyT* también otorga reconocimientos y premios en divulgación, ofrece cursos y talleres y lleva a cabo proyectos de divulgación (www.somedicyt.org.mx).

En 1996 se crea la *Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología* (AMMCCyT) (www.ammccyt.org.mx), que agrupa a los museos y centros de ciencias del país. Su misión es contribuir a la efectividad de los museos y centros de ciencia y tecnología del país para promover la cultura científica y tecnológica de la población y actualmente agrupa a 24 museos. Entre las actividades que lleva a cabo esta asociación se pueden mencionar los congresos anuales, un boletín, la producción de exposiciones y cursos de actualización para personas interesadas en museos y exposiciones de ciencia.

Existen varias asociaciones y redes regionales e internacionales dedicadas a áreas específicas de la comunicación de la ciencia como la *Red Iberoamericana de Periodismo Científico* y *SAASTEC*, *"The Southern African Association of Science and Tecnology Centres* (La asociación sudafricana de centros de ciencia y tecnología). Además, varios países tienen sus asociaciones y programas para promover las actividades de comunicación de la ciencia como la Red de Periodismo Científico de Costa Rica, la *Red Española de Periodismo* y el programa de *Explora de Chile*, por mencionar algunos (www.redpop.org).

Una asociación que es particularmente significativa para los divulgadores de nuestro país es la *Red de Popularización de Latinoamérica y el Caribe (Red POP)* que surgió en Río de Janeiro en 1990 (www.redpop.org).

Esta red interactiva es auspiciada por la *ORCyT-UNESCO.* Agrupa a centros y programas de popularización de la ciencia y la tecnología en la región y funciona mediante mecanismos regionales de cooperación que favorecen el intercambio, la capacitación y el aprovechamiento de recursos entre sus miembros. A través de la red se comparten experiencias y se promueve la profesionalización de los divulgadores de la ciencia. En la actualidad la *Red POP* cuenta con más de 70 miembros pertenecientes a 12 países de la región, tiene miembros asociados de Europa y Estados Unidos y mantiene relaciones con las redes del resto del mundo.

El *Association of Science and Technology Centers* (Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología) conocido como *ASTC*, es una organización de centros y museos de ciencia dedicada a la promoción de la participación pública de la ciencia en diversos públicos. Fundada en 1973, el *ASTC* cuenta con aproximadamente 600 miembros en 45 países. Además de centros y museos de ciencia, incluye acuarios, planetarios, zoológicos, jardines botánicos, museos de historia natural, museos de niños, así como empresas, asesores y otras organizaciones que comparten este interés en la educación informal de la ciencia. Al igual que las otras asociaciones el *ASTC* lleva a cabo un congreso anual, cursos de capacitación y actualización para profesionales de museos, publicaciones y la elaboración de exposiciones (www.astc.org).

ECSITE, The European Network of Science Centres and Museums, es la red europea de museos y centros de ciencia. Su misión principal es vincular a profesionales en comunicación de la ciencia. Su membresía consta de más de 400 instituciones en 50 países. Además de los museos y centros de ciencia incluye festivales de ciencia, museos de historia natural, zoológicos, acuarios, universidades y organizaciones de investigación. La *ECSITE* considera que los museos proporcionan un espacio de encuentro en el cual los científicos y el público pueden discutir sobre asuntos contemporáneos y controversiales relacionados con la ciencia y la tecnología, un elemento crucial para el desarrollo económico y social de Europa (www.ecsite.eu).

Existen diferentes programas para contribuir al fortalecimiento de la cooperación regional latinoamericana. Por ejemplo, los de la *Organización de los Estados Americanos (OEA)*, los del *Convenio Andrés Bello (CAB)*, el *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)*

y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Sin duda estos esfuerzos son fundamentales para fomentar la cultura científica y técnica de nuestra región (Tagüeña, et. al., 2006).

2.3.3 Formación y profesionalización de comunicadores de la ciencia.

A lo largo de estos años, se ha dado un proceso de profesionalización de esta labor. En todo el mundo y en particular en México, han surgido instancias, generalmente asociadas a instituciones de investigación o universidades que cuenta con personal dedicado a la actividad de divulgar y difundir la ciencia. Como ya se comentó en la UNAM, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) que antes fue el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), es una dependencia universitaria en la cual divulgadores de tiempo completo generan productos y actividades de divulgación a través de todos los medios y realizan estudios e investigaciones en el campo.

En cuanto a su formación profesional como divulgadores de la ciencia, distingo tres generaciones: una primera generación pionera que se formó en la práctica, como el grupo que encabezó Luis Estrada en la *UNAM*. Muchos de estos divulgadores sintieron la necesidad de una formación académica más sólida y buscaron carreras o posgrados complementarios. Así, surge una segunda generación de divulgadores, muchos de ellos discípulos y colegas de los pioneros, que buscaron complementar y fundamentar su actividad de divulgación con una preparación formal. Como en esa época no existía en el país ningún posgrado en comunicación de la ciencia, buscaron maestrías y doctorados en áreas afines a la divulgación, como la pedagogía, la literatura, el periodismo y el cine, por mencionar algunas. Con el tiempo, se vio la necesidad de contar con cursos planeados y diseñados específicamente para la formación de divulgadores. Las dos generaciones conjuntaron sus experiencias y reflexiones para desarrollar e impartir estos cursos.

A partir de la década de los noventa, varias instituciones nacionales como la *UNAM*, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y la Universidad Nacional Autónoma del Estado de México (UAEM) implementaron diplomados y maestrías relacionadas con el quehacer de la divulgación; lo mismo ocurrió en otros países. En 1995, el *CUCC*, ahora *DGDC (UNAM)* ofreció por primera vez el *Diplomado en Divulgación de la Ciencia*, del cual han egresado dieciséis

generaciones hasta 2011. Otro logro importante de la *DGDC* es la creación e implementación de la línea terminal en comunicación de la ciencia dentro de los programas de maestría y doctorado en filosofía de la ciencia. La *DGDC* es entidad participante y sede de este programa de estudios, el cual se ofrece conjuntamente con la Facultad de Filosofía y Letras (UNAM), la Facultad de Ciencias (UNAM) y el Instituto de Investigaciones Filosóficas (UNAM).

En el país han existido otros esfuerzos fuera de la *UNAM* como el *Diplomado en Divulgación y Periodismo de la Ciencia* en la Universidad del Claustro Sor Juana y la *Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura*, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) (Tagüeña, et. al, 2006).

En el extranjero se imparten varios diplomados, maestrías y doctorados en el campo. A continuación menciono algunos. En España se ofrece: el *Curso de Posgrado en Museología Científica* y el *Posgrado en Divulgación Científica en Televisión* de la Universitat Pompeu Fabra en Barcelona y el *Máster en Periodismo y Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente* en la Universidad de Madrid. De Inglaterra se pueden mencionar la maestría *Science Communication and Society* de la Universidad de Kent; la Maestría *Science Communication*, la *Master in Science Communication* de la Universidad de Bristol, Inglaterra; el *Master in Science Communication* y el *Master in Science Media Production*, éstas últimas del Imperial Collage de Londres. En Irlanda se ofrece el *Master in Science Communication* en la Universidad de Dublín y en Holanda el *Master Track Science Communication* y el *Science Communication Specialization*. De Estados Unidos se puede mencionar: el *Master of Science Program in Communication* de Drexel University en Pennsylvania, *Master Track in Science/Health Communication* de la Universidad de Florida y *Masters in Science Degree Center for Science and Medical Journalism,* Universidad de Boston. Australia ofrece varias maestrías y programas de especialización como *Master in Science Communication* de la Universidad de Camberra, el *Master of Science Communication* y el *Master of Science Communication and Education* de la Universidad de Perth, *Master of Arts (Science, Communication and Society)* en la Universidad de Melbourne y la *Masters in Science Communication Field of Study* en la Universidad de Brisbaine. La Universidad de Otago en Nueva Zelanda ofrece el *Master in Science Communication.*

En América Latina, además de los programas que se ofrecen en México se pueden mencionar: el *Diploma de Posgrado en Comunicación Científica, Médica y Ambienta*l y la *Diplomatura en Periodismo en el Ámbito de la Salud-Divulgación Científica*, ambos en Buenos Aires en colaboración con la Universidad de Barcelona, el *Masters Degree Program in Scientific and Cultural Communication* en la Universidad de Campinas, Brasil, el *Curso de Especialização em Divulgação da Ciência, da Tecnologia e da Saúde* en Río de Janeiro, el *Diplomado en comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación* de la Universidad de Medellín y Universidad Javeriana con sede en Bogotá y el *Magíster en Gestión y Comunicación (Ciencia e Innovación)* en la Universidad de Concepción en Chile.

En esta breve muestra de diplomados, maestrías y doctorados relacionados con el campo de la comunicación de la ciencia, se puede observar una diversidad de enfoques, intereses y propuestas en cuanto al perfil de los egresados. Esta discusión se abordará en el siguiente inciso.

2.3.4 Discusiones y definiciones

La comunicación de la ciencia es un campo multidisciplinario en el cual se fusionan distintos saberes y medios para la comunicación a distintos públicos. Luis Estrada, distingue entre difusión, divulgación y comunicación de la ciencia. Define *difusión de la ciencia* como la propagación del conocimiento entre especialistas, por ejemplo, las comunicaciones entre pares en un artículo especializado o en un congreso científico. Divulgación de la ciencia se refiere al acto de presentar la ciencia al gran público. En ambas actividades participan especialistas y público, éste último se comporta, en la mayoría de los casos, como un receptor pasivo. Cuando se da un diálogo, un intercambio de saberes y experiencias entre estos dos sectores, se denomina a este proceso comunicación de la ciencia (Estrada, 2002:139).

La difusión entendida en estos términos es una actividad profesional común entre los científicos, no así la divulgación. Como se expuso previamente, esta actividad ha recorrido diversas etapas: en una primera se asumía que sólo los investigadores tienen la capacidad y los conocimientos necesarios para divulgar la ciencia, lo que arroja resultados de calidad variable; en la segunda, los comunicadores y los periodistas comienzan a auxiliar a los

investigadores, colaboración no exenta de conflictos; en la tercera etapa se llega al reconocimiento, por parte de los investigadores, de que para divulgar la ciencia exitosamente se requiere otro tipo de habilidades (Reynoso, et. al. 2010). Una consecuencia de este proceso son las tres generaciones de divulgadores que mencioné en el inciso anterior. Hoy día, estas tres generaciones coexisten y colaboran.

El universo de divulgadores es cada día más diverso. Todos los programas para formar divulgadores piden una formación académica previa, como una licenciatura en algún campo como: las llamadas "ciencias naturales y exactas", las ingenierías, ciencias de la comunicación o de las humanidades. Por otro lado, la diversidad de actividades y productos de divulgación de la ciencia requieren que cada persona se especialice, ya sea por los temas que divulga, los medios que utiliza o los públicos a quiénes se dirigen. También se dan combinaciones de los anteriores, por ejemplo: museos sobre un tema específico o literatura infantil de temas de ciencia.

Existen otro tipo de actividades profesionales realizadas por algunos divulgadores como la investigación en el campo de la comunicación de la ciencia, estudios de público, evaluación de proyectos y productos; promoción de las actividades y productos de divulgación y la formación, actualización y capacitación en diversas áreas de la divulgación. En años recientes se ha presentado la necesidad de un nuevo tipo de divulgador, el divulgador vinculador o gestor. Estos profesionales de la divulgación pueden fungir como intermediarios entre la comunidad científica, los medios de comunicación, los tomadores de decisiones, las agencias de financiamiento de proyectos científicos y tecnológicos, y los distintos públicos (Reynoso, 2004).

Esta evolución del campo de la comunicación de la ciencia para el público lego, así como la diversidad de actividades, productos y enfoques para realizarlos, ha producido una gran diversidad de términos para referirse a esta actividad. En América Latina, los más comunes son:

- Divulgación de la ciencia.
- Periodismo científico.
- Alfabetización de la ciencia.
- Apropiación social del conocimiento.
- Popularización de la ciencia.

Cada uno de estos términos refleja una concepción distinta sobre el significado de la comunicación de la ciencia. En ninguno de los casos existe una definición única, lo cual es un indicio de la gran diversidad que existe tanto en la comunidad de divulgadores a nivel mundial, así como de motivos para llevar a cabo esta tarea.

En México el término más empleado es divulgación de la ciencia. Ana María Sánchez (2002:306) define la divulgación de la ciencia como "una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible". Esta definición, que es la más aceptada en nuestro país, incluye varios conceptos interesantes. El primero de ellos es el reconocimiento de que debe ser una labor multidisciplinaria, en la cual se fusionan por un lado el conocimiento científico y por el otro las características propias del medio empleado, tomando en cuenta al público meta. El siguiente concepto que vale la pena analizar es el de la recreación. Recrear no es traducir. Al pasar del discurso de la ciencia (de los investigadores) al del público general es necesario hacer mucho más que simplemente quitar los tecnicismos, las fórmulas y las ecuaciones para hacer un producto atractivo y accesible al público. Se trata de crear algo nuevo a partir del discurso de la ciencia, para lo cual se recurre, a otras áreas del conocimiento como pueden ser la literatura, la historia o el arte, a estrategias como pueden ser los temas de moda, el humor, recursos técnicos, el juego y los intereses del destinatario. La fidelidad que se debe respetar en este proceso de recreación lleva implícita la idea de la responsabilidad del divulgador, de no desvirtuar los conceptos, ni la información científica, evitando "errores" de interpretación por parte del destinatario. A este respeto me gustaría señalar que el potencial para un error de interpretación puede estar en el mensaje mismo o en la lectura que le dé el público, de ahí la importancia de conocer al público y tomarlo en cuenta al planear y diseñar el producto de divulgación.

Algunos autores hacen una distinción entre periodismo científico y divulgación de la ciencia, considerando que en el primer caso, se refiere únicamente a dar noticias científicas, de informar sin emitir juicios. Manuel Calvo Hernando, define *periodismo científico* como "divulgar a través de los medios de comunicación de masas y en lenguaje accesible, informaciones

científicas y tecnológicas". Para este autor, lo que distingue el periodismo científico de la divulgación es el medio empleado. Considera que la divulgación de la ciencia es un concepto más amplio, ya que ésta comprende todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, con una sola condición: que sean tareas extraescolares, que se encuentran fuera de la enseñanza académica y reglada (Calvo, 2003). Desde mi punto de vista, el periodismo científico también es divulgación. No es posible simplemente informar. Al decidir qué noticia se va a dar y cómo se va a informar, se está divulgando en los términos de la definición de Ana María Sánchez.

La alfabetización científica definido por Durant (en Gregory y Miller, 1998), es "el nivel mínimo de destreza en lectura y escritura que la gente necesita para poder hacerle frente de manera efectiva a las exigencias de la vida diaria". Gregory y Miller (1998) consideran que la alfabetización científica es el nivel básico de comprensión de la ciencia y la tecnología que los ciudadanos de una sociedad científica y tecnológica necesitan para sobrevivir en y beneficiar a su entorno social, cultural y físico". En la primera definición el énfasis está en la utilidad de estar alfabetizado científicamente y en la segunda se agrega el ingrediente de contribuir a la formación de ciudadanos capaces de beneficiar a su entorno.

La apropiación social de la ciencia y la tecnología definida por Eduardo Posadas y colaboradores, se define como una estrategia de cambio social y cultural dirigida a lograr en el ámbito social una reflexión crítica sobre la ciencia y la tecnología; una relación crítica con el conocimiento; y una promoción de la cultura científica (Lozano, 2005). El término apropiación social de la ciencia, ha sido ampliamente empleado y promovido por la comunidad colombiana. Surge de la necesidad de "empoderar" al ciudadano para que pueda opinar y actuar en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología.

La Red Pop define la popularización de la ciencia y la técnica como una estrategia democratizadora en la construcción social del conocimiento, como estrategia de movilización colectiva para el acceso al conocimiento de grupos poblacionales marginados de los espacios de aprendizaje y conocimiento. Esta concepción surge de la necesidad de cambio ante una situación política que favorece la exclusión de ciertos sectores de la población. La popularización, a diferencia de la divulgación, manifiesta claramente sus intenciones políticas (Merino y Rocoroni, 2000).

Caue Matos (2002) aporta más elementos a esta discusión con la siguiente definición: la popularización de la ciencia es el acceso al conocimiento científico con un enfoque de inclusión social. Es conocer, comprender y aprehender información con el propósito de desarrollar habilidades y competencias, herramientas (recursos) esenciales para interferir y actuar en la sociedad de manera crítica y consciente.

Agrupaciones como la Red Pop proponen una cultura científica que promueva la equidad. Para lograrlo, insisten en ver al "otro" a nuestro destinatario como un interlocutor, proceso en el cual se da un intercambio de saberes con el fin de construir conjuntamente conocimiento nuevo más acorde a las necesidades de la población. Como estrategias para fomentar este diálogo proponen incorporar expresiones del arte popular, de la literatura, mitos, tradiciones y artesanías como puentes creativos entre la ciencia y la vida cotidiana.

En los países anglosajones, en particular en el Reino Unido, se emplean otros términos para referirse a la comunicación pública de la ciencia. Debido a que el inglés es el idioma más empleado en América Latina para publicar en el campo, así como el más leído, además del castellano y el portugués, vale la pena mencionarlos. Burns, et. al. (2003) ofrece la siguiente recopilación de los más comunes:

- Public awareness of science (PAS) que se traduciría como la conciencia pública de la ciencia, se define como un conjunto de actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología que se ponen en evidencia a través de una serie de destrezas y conductas. La apropiación de este conocimiento llevará a comprender conceptos y productos clave: como se llegó a éstos y el impacto que tienen en la vida personal, social y económica. Esta definición se refiere fundamentalmente a las actitudes hacia la ciencia.
- Public Understanding of Science (PUS) se refiere a la comprensión de la ciencia por los no-expertos en la materia y se ha definido de diferentes maneras. Algunos autores resaltan la comprensión de cómo se construye la ciencia, así como sus adelantos y sus implicaciones. Millar (en Burns, 2003) propone tres aspectos a tomar en cuenta al definir este término de la comprensión de la ciencia:

a) La comprensión del contenido de la ciencia.
b) La comprensión de los métodos o procesos de la ciencia.
c) La comprensión de la ciencia como una actividad social.

- Scientific Literacy (SL) que se traduciría como alfabetización científica, se refiere a la capacidad para comprender y aplicar los principios de la ciencia a la vida cotidiana.

En este trabajo utilizaré el término divulgación de la ciencia para hacer referencia al acto de comunicar la ciencia al público lego, por ser el más empleado en México desde hace varias décadas. Aclaro que no existe consenso, entre la comunidad de divulgadores, en cuánto a cuáles deberían ser los objetivos, las metas, las formas de comunicarse, las formas de relacionarse con los destinatarios y la metodología para llevar a cabo esta tarea. La creatividad de cada divulgador y por consiguiente el estilo para llevar a cabo sus actividades y productos de divulgación, es personal. La realización de la mayoría de estos productos y actividades requiere de la conformación de equipos multidisciplinarios, que deberán desarrollar los proyectos para responder a necesidades y condiciones específicas determinadas por el contexto. La comunicación de la ciencia al público lego es un campo de conocimiento en construcción. La riqueza de los resultados radica en esta diversidad. En mi opinión, todas las propuestas son válidas y valiosas, siempre y cuando se lleven a cabo con calidad y responsabilidad. En el siguiente inciso se ahondará en esta discusión.

2.3.5 Modelos para comunicar la ciencia

Bruce Lewenstein (2003) propone un marco teórico para el análisis de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, con el fin de comprender las motivaciones y fortalezas, así como los retos asociados a los distintos enfoques. Los modelos que emplea para este análisis se presentan a continuación:

El modelo de déficit:

Este modelo surge a raíz de los estudios realizados para conocer el nivel de cultura científica del público en cuanto a sus conocimientos y actitudes. Estos estudios, realizados en Estados Unidos, muestran una gran ignorancia

del público y determinan que tiene un elevado grado de “analfabetismo científico”. A raíz de estos resultados se han desarrollado programas para “llenar este hueco informativo” que posee el público, bajo la suposición de que el público tiene un déficit en su conocimiento.

La crítica que se hace a este modelo es que el instrumento empleado para medir el nivel de cultura científica de la población tiene varias deficiencias, por lo cual sus resultados son cuestionables. Por ejemplo, las preguntas que se hacen generalmente carecen de contexto y relevancia para el encuestado, no se miden aspectos que pueden ser más trascendentes como el nivel de ciertas competencias, actitudes o valores ante ciertos problemas.

Además, la relación con el destinatario es completamente vertical e impositiva en el sentido de que “los que saben” deciden qué es lo que tienen que saber “los que no saben”.

En defensa de este modelo se sugiere un cambio de matiz de “tienes que saber esto” a “sería conveniente que lo supieras”. El ejemplo que da el autor es “sería conveniente que te informaras sobre el SARS antes de viajar a China” (Lewenstein, 2003).

El modelo contextual:

Este modelo o las propuestas que se podrían incluir en esta clasificación parten de la idea de que los individuos no son receptáculos vacíos, responden y procesan la información que reciben a partir de esquemas sociales y psicológicos que se han conformando a partir de sus experiencias previas, su contexto cultural y circunstancias personales. En estos modelos se reconoce que los individuos reaccionan de manera particular ante la información recibida. En esta respuesta influyen factores como problemas psicológicos personales o el contexto social en que la información es recibida (por ejemplo, de una persona que le inspira confianza vs. un colega en quién no se confía). Los modelos contextuales toman en cuenta el potencial de los sistemas sociales y de los medios para mitigar o amplificar la reacción del público ante ciertos problemas.

La crítica que se les hace a los modelos contextuales es que, el único avance que presentan con respecto al modelo de déficit es el reconocimiento

de que los individuos no son receptáculos vacíos. Sin embargo, los que desarrollan los mensajes deciden el contenido, anticipando la respuesta de los individuos a la información. No le dan demasiada importancia a la forma en que las instituciones productoras de conocimiento manipulan la comunicación de la ciencia para influir en la población y convencerlo de que apoye ciertas medidas (Lewenstein, 2003).

El modelo del público lego (lay expertise model):

Este modelo se basa en el conocimiento local, que a veces se le llama "conocimiento lego". Se argumenta que los científicos frecuentemente son muy arrogantes cuando se trata de su conocimiento y no toman en cuenta el conocimiento local o la información adicional que requieren para hacer propuestas, tomar decisiones o para impulsar políticas públicas sobre bases más reales. El propósito de este modelo es reconocer el valor del conocimiento local, que puede ser tan valioso como el técnico en la resolución de problemas. Obedece al compromiso político de empoderar a las comunidades locales

La crítica que se le hace a este modelo radica justamente en el valor que se le da al conocimiento considerado como "anti-científico" y por lo tanto menos confiable (Lewenstein, 2003).

El modelo de participación pública:

El propósito de las propuestas que cae bajo este rubro es fomentar la participación del público en políticas públicas relacionadas con ciencia con la intención de "democratizar" la ciencia. La propuesta es quitar el control que tienen los científicos y los políticos y empoderar a grupos públicos para que participen en las decisiones. Algunas de las estrategias empleadas son conferencias, foros de discusión, talleres, jurados compuestos por ciudadanos y encuestas. No todas las actividades de divulgación tienen el mismo nivel de intencionalidad en cuanto a la capacidad de decisión por parte de la población. En el Reino Unido, a veces se emplea lo que llaman el "modelo del diálogo" en el cual se consulta al público sobre asuntos relacionados con ciencia, pero sin ceder el control.

La crítica que se hace a este tipo de propuestas es que el énfasis está en las cuestiones políticas relacionadas con ciencia y no tanto en la comprensión de los contenidos (Lewenstein, 2003).

Los modelos propuestos por Lewenstein proporcionan una herramienta para comprender y evaluar el impacto de las actividades de comunicación pública de la ciencia. Sirven como base para señalar algunas líneas de investigación en el campo, como un mayor refinamiento de los modelos para profundizar sobre los resultados reales de la divulgación versus una situación idealizada.

A raíz de estos análisis y reflexiones se pone en evidencia la necesidad de continuar ampliando la visión sobre proyectos de comunicación de la ciencia, así como el desarrollo de nuevas propuestas. Cada vez son más frecuentes los proyectos de "ciencia ciudadana" en los cuales aficionados y estudiantes colaboran con la comunidad científica en proyectos de investigación, por ejemplo a través de la recolección de datos, como puede ser reportar sobre el impacto del cambio climático en diferentes comunidades y localidades.

Es importante profundizar más sobre el significado del término de participación ciudadana, ya que existen muchas formas de fomentar esta participación y motivos para hacerlo. En general, se tiene que fomentar un pensamiento científico para abordar diferentes problemas relacionados con la ciencia y sus aplicaciones. Una posibilidad sería establecer mecanismos para la colaboración entre diferentes sectores con el fin de desarrollar políticas públicas, relacionadas con temas de interés colectivo, como pueden ser la salud. Otra posibilidad es establecer estrategias de participación ciudadana con el propósito de generar conocimiento nuevo aplicable al contexto en que se desarrolla.

En conclusión, Lewenstein (2003) propone más investigación sobre la comunicación de la ciencia y la tecnología, con el fin de lograr una mayor comprensión sobre las metas y los logros de nuestro trabajo. En mi opinión se requiere desarrollar más modelos para abordar las diferentes propuestas y problemáticas en este campo. En el siguiente inciso presento una propuesta propia.

2.3.6 Una propuesta para analizar el universo de la comunicación pública de la ciencia

a) Las miradas a la divulgación de la ciencia:

En el inciso anterior se mostró que no existe consenso sobre cuál es la finalidad de la divulgación de la ciencia y cómo debe realizarse. Hay casi tantas opiniones como divulgadores. Estas opiniones se han ido transformando en el tiempo como resultado de la interpretación y la evolución de las necesidades de la población. Tampoco existe una "receta" o método único, para divulgar la ciencia. Cada divulgador tiene su estilo personal y objetivos particulares. Estos objetivos personales del divulgador se conjuntan con los objetivos del proyecto que se desarrolla.

Los alumnos del "Diplomado en Divulgación de la Ciencia" que ofrece la DGDC ante esta gran diversidad de enfoques y estilos, presentados por sus maestros, manifestaron cierta confusión sobre cuál era la más apropiada. La respuesta es que no hay fórmulas, depende del proyecto, el contexto en que se lleva a cabo y las personas que lo realizan. Con el fin de aportar elementos que les permita comprender mejor esta gran diversidad de enfoques y la riqueza de cada una, Ana María Sánchez, Carmen Sánchez, ambas integrantes de la comisión académica del diplomado y yo (Elaine Reynoso), como coordinadora del mismo, desarrollamos una clasificación de estos enfoques.

Propusimos cinco miradas a la divulgación de la ciencia, que se presentan en orden cronológico de cómo fueron surgiendo:

- La artística/cultural.
- La educativa.
- La comercial
- La sociopolítica
- Propagandística.

Algunos elementos que nos ayudan a diferenciar estas miradas son:

- La concepción sobre qué es la divulgación de la ciencia y los objetivos que persigue, tema abordado en el inciso anterior y
- La imagen de la ciencia: Esto es la postura epistemológica.

Todo divulgador tiene una postura sobre qué es y cómo se construye la ciencia. Al desarrollar un producto o actividad de divulgación, transmite estas ideas ya sea de manera consciente o inconsciente. Cabe mencionar que frecuentemente la postura epistemológica del divulgador no coincida con la transmite, lo cual puede ser intencional o no. Por lo anterior, es conveniente que todo divulgador haga esta reflexión.

- La forma de llevar a cabo un proyecto en cuanto a:
  a. Los fundamentos teóricos
  b. Los objetivos
  c. La selección de contenidos
  d. La forma en que se presentan estos contenidos.
  e. La relación con el o los público (s).
  f. La conformación del equipo de trabajo,
  g. La reglas de interacción entre los integrantes del equipo de trabajo y
  h. La metodología para planear, desarrollar y evaluar los productos y actividades.

En el siguiente capítulo se presentará una propuesta para el desarrollo de productos y actividades de divulgación en museos de ciencia por lo cual sólo se comentará uno de estos puntos, el de la relación con el destinatario.

En el acto de la comunicación de la ciencia está implícita una forma de relacionarse con el público. Por desgracia, la forma más fácil y por ende más frecuente es la pasiva, en la cual a partir de un "receptor hipotético" que existe sólo en el imaginario de quien desarrolla el producto o actividad, se deciden que conocimientos requiere el receptor y cómo se van a presentar dichos contenidos, es decir, el modelo de déficit. Otra forma, menos común, pero más adecuada, es cuando el divulgador o el equipo que desarrolla el proyecto, decide los contenidos, pero en función de un receptor real para lo cual tiene que conocer previamente al destinatario, el modelo contextual. También es posible ver al destinatario como un cliente que paga por un servicio o un producto y por lo tanto es necesario darle gusto. Por último, mencionaré el caso cuando se fomenta el diálogo con el destinatario, tratándolo como un interlocutor, proceso en el cual se establece un intercambio de saberes.

A continuación se esbozan las miradas:

Mirada cultural y artística:

Ana María Sánchez desarrolla esta mirada explicando que a través de la divulgación se busca acercar las “dos culturas” propuestas por Snow: las ciencias y las humanidades y el arte. Por un lado se supone que la ciencia es objetiva y fría y por el otro que el arte es subjetivo y humano. Esta mirada se basa en tres nociones que: a) la ciencia es importante, b) la ciencia es parte de la cultura y c) la adquisición de la cultura puede ser placentera (Sánchez, AM., 2009).

Se pregunta: ¿Cuál es el sentido de la divulgación de la ciencia? Propone dos vertientes: la de la necesidad y la del placer, ligadas por la idea de que los que carecen de conocimientos científicos se encuentran en desventaja de no poder disfrutar la “emoción” de la ciencia; la vertiente de la necesidad señala que quienes no conocen la ciencia están excluidos de contribuir de alguna manera seria al debate del efecto que la ciencia tiene en nuestra vida. Fernando del Río (en Sánchez-Mora, A. M., 2000:50) expresa: “Así como la música requiere de intérpretes para ser apreciada, la ciencia requiere de profesionales que interpreten las obras científicas ante el público”.

La mirada artística/cultural surge en los años pioneros de la divulgación de la ciencia, en los cuales la formación de los divulgadores seguía un proceso artesanal y gremial. Se fue aprendiendo sobre la marcha, de la mano de los más experimentados. Uno de los ejercicios realizados fue analizar que hacía que productos culturales, como la literatura, fueran exitosos. Reflexionaron sobre las características de la literatura consagrada con el fin de retomar estos elementos a la hora de desarrollar sus productos de divulgación. Consideraron que la buena literatura se distingue por los siguientes ingredientes:

- Está bien escrita.
- Aborda temas de gran interés.
- Denota la cultura del autor.
- Es original.
- Apela al lado afectivo y al placer artístico del lector.

Las características anteriores son aplicables a las buenas obras de divulgación. Sin embargo, al comparar la divulgación escrita con otros

géneros literarios, nos encontramos con una limitación a la creatividad, que es el compromiso con la fidelidad al concepto científico (Sánchez-Mora, A. M., 2000). Como comenté previamente, este compromiso con la fidelidad pasa por la forma en que se comunican los contenidos y por la lectura que pueda hacer el receptor. En este último es importante anticipar posibles errores de interpretación por parte del lector. Un ejemplo particularmente ilustrativo y que encaja en esta mirada es el del teatro científico. Para que se le considere una buena obra de teatro científico deberá cumplir con los requisitos para ser una buena obra teatral y al mismo tiempo abordar temas de ciencia, pero desde la perspectiva de la ciencia. Existe, a mi juicio una condición adicional, debe tener el potencial para que el público pueda distinguir entre un recurso teatral, literario o espectacular y la realidad de las ideas que se presentan.

Mirada educativa:

Esta mirada surge de la reflexión sobre cómo se aprende en ámbitos no escolares. Carmen Sánchez (2009) considera que la recepción por parte de los destinatarios de la divulgación de la ciencia, posee características semejantes al aprendizaje informal: es personal, pero dependiente del contexto, idiosincrásico, libre, sin objetivos determinados y generado por múltiples espacios e instituciones. No hay consenso en cuanto a qué se debe entender por aprendizaje y por lo tanto, cuáles deberían ser los objetivos en un contexto informal, como puede ser el de la divulgación. Para algunos, tal recepción debe ser similar al dominio de contenidos escolares, otros se inclinan más bien por la motivación, apreciación, diversión e imaginación. Señala que en un extremo se daría mayor importancia a los hechos, la información y los procesos de la ciencia, en el otro, el énfasis está más bien en las actitudes hacia la ciencia. Considero que esto dos objetivos no son excluyentes y que para poder incorporar ciertas actitudes y valores en relación al conocimiento científico, se requiere cierta información, así como la comprensión de los procesos que llevaron al conocimiento.

Otra discusión en este enfoque es sobre cómo se da el aprendizaje en espacios de educación informal. Algunos, bajo argumentos constructivistas, se centran más bien en el individuo considerando que cada uno emplea bloques de conocimiento que son producto de su experiencia con los cuales van generando el conocimiento conceptual. Otros, argumentan que este aprendizaje informal se da como resultado del intercambio con una

comunidad de aprendizaje. Desde esta perspectiva, los bloques conceptuales de construcción se unen gracias a la interacción mencionada.

Desde mi punto de vista, uno de los errores más comunes en este enfoque es querer reproducir las formas en que se da el aprendizaje en el sistema formal. Lo anterior no sólo no es posible por tratarse de contextos totalmente distintos, sino que también demerita el potencial de los productos y espacios de la divulgación. Es imprescindible una reflexión, análisis e investigación sobre el potencial educativo de los productos y espacios de divulgación de la ciencia, así como de las características del aprendizaje de éstos. Considero que un punto de partida para este análisis es tomar en cuenta que el proceso de construcción del conocimiento es continuo y es el resultado de la interacción con el medio natural, social y cultural en el que vivimos. Por lo anterior, muchas experiencias pueden contribuir de manera significativa a este proceso de construcción del conocimiento, no sólo las escolares. De ahí la importancia de pensar en una sociedad educativa como la que propone Jacques Delors (1996), en el cual los medios, tienen un gran potencial educativo.

La mirada comercial:

Desde la perspectiva de la mirada comercial, los productos y los espacios de divulgación de la ciencia se ven como una mercancía. Existen, desde mi punto de vista, dos clientes potenciales: el primero es el posible patrocinador del proyecto y el segundo es el destinatario, como el lector, el televidente o el visitante en un museo.

Esta mirada es particularmente necesaria cuando se trata de grandes proyectos que requieren de una fuerte inversión económica como los museos. Al revisar las memorias de los congresos del ASTC (Association of Sciences and Technology Centers) de los últimos diez años (2002-2011), detecté algunos temas de interés que menciono a continuación: estrategias para incrementar las ganancias económicas y para atraer inversionistas; la elaboración de proyectos para conseguir financiamiento; campañas para buscar fondos; recomendaciones para conseguir socios comerciales; estudios de marketing y técnicas para atraer diferentes grupos sociales; programas de membresías o sociedades de amigos; y la formación de personal para llevar a cabo estas labores comerciales y de gestión en los museos. En estos congresos también

se ponen a la venta una gran diversidad de productos que van desde servicios y asesorías para desarrollar museos, una sala con temáticas específicas o una exposición; exposiciones itinerantes que se alquilan; equipos para los propios museos, la última tecnología para exhibir determinados temas y productos que los museos pueden vender en sus tiendas, como materiales didácticos y libros.

En esta mirada es importante tener presente que muchas veces el patrocinador impone ciertas condiciones, por lo cual el "qué decir, qué no decir y cómo decirlo" debe pasar por una reflexión con el propósito de encontrar un equilibrio entre el contenido científico, los objetivos y los mensajes que el museo quiere transmitir y lo que es recomendable u obligado para satisfacer las necesidades del patrocinador y del usuario-cliente.

La mirada socio-política:

Un fundamento teórico para los que tienen esta mirada es la de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Lozano, 2005 y Olivé, 2005). Algunas ideas básicas son:

- La ciencia no es neutral. El desarrollo científico y tecnológico es un proceso social.
- El modelo lineal de que la ciencia-tecnología implica el avance económico y social, es erróneo.
- El desarrollo científico y tecnológico tiene importantes efectos en la vida social y en la naturaleza.
- La comunidad científica tiene un compromiso con la sociedad.

La divulgación es vista como una herramienta política. A través de los productos, espacios y acciones de divulgación, como debates y foros de discusión, se promueve una mirada crítica a la ciencia y sus aplicaciones. Se parte de la necesidad de una cultura científica amplia que aporte los elementos requeridos por la ciudadanía para la toma de decisiones en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología. Con estos elementos se incita a la participación ciudadana para que opinen, se organicen y tomen acciones en la materia. Se diseñan estrategias para que el público pueda tener un papel más activo en la gestión de políticas científicas y tecnológicas. Se considera que cada país debe generar su propia agenda de investigación y desarrollo de acuerdo a intereses y necesidades específicos.

Para el proceso de recreación del discurso de la ciencia, se emplean otras disciplinas con el fin de presentar un panorama más completo de los conceptos y conocimientos presentados, así como aspectos de la cultura, los valores éticos y estéticos de los habitantes. Este enfoque es conveniente para abordar temas como la regulación de decisiones tecnológicas que pueden obedecer a intereses de tipo económico y que suscitan debates éticos como los transgénicos, la problemática relacionada con el agua y la explotación de los recursos naturales. También se emplea esta mirada para alertar sobre situaciones de riesgo como los relacionados con accidentes nucleares, los derrames de petróleo o el peligro de usar ciertos medicamentos.

Mirada propagandística:

Lo que se pretende a través de esta mirada es cambiar la percepción pública de la ciencia con el fin de crear un ambiente más propicio para su desarrollo y obtener mayor financiamiento para la investigación. Esta mirada es la que adopta el divulgador asociado a los institutos de investigación en los cuales desempeñan funciones de vinculación o gestión. Pueden fungir como intermediarios entre los investigadores, los medios, el público, los tomadores de decisiones y las agencias de financiamiento.

Rolando Ísita (2009), promotor de esta mirada y a partir de su experiencia como divulgador asociado al Instituto de Astronomía de la UNAM (IAUNAM) desarrolló la siguiente propuesta que se resume a continuación.

Propone que cada instituto de investigación tenga una “Oficina de información pública” con divulgadores encargados de llevar a cabo las labores de vinculación y gestión mencionadas. Considera que es importante dar a conocer los resultados de todo tipo de investigación, lo cual incluye la que se podría calificar como básica o no aplicada. Si sólo se apoya la investigación cuya finalidad es resolver problemas nacionales, entonces no se desarrollarían las otras líneas. La investigación básica es importante porque contribuye a incrementar el conocimiento en determinado campo, así como a la formación de cuadros profesionales. Muchas veces la investigación considerada como básica en un inicio, se convierte en aplicada. A continuación se presenta un listado del programa de actividades que llevó a cabo Rolando Ísita en el IAUNAM a manera de propuesta para las oficinas de información pública que propone:

Programa de actividades:

- Noticias nacionales e internacionales
- Entrevistas a investigadores
- Manejo de conferencias de prensa
- Acopio de fotografías para los medios
- Concertación de entrevistas
- Asesoría a investigadores en entrevistas o para elaborar material de divulgación.
- Seguimiento de la información y eventos difundidos.
- Elaboración de un dossier por cada evento.

Cabe resaltar que las fronteras entre las miradas presentadas son difusas. No son excluyentes, más bien son complementarias. En un mismo proyecto se pueden fusionar dos o más de estas.

b) Aplicación de las miradas

i) ¿Cómo desarrollar un proyecto de divulgación de la ciencia?

No existen fórmulas para desarrollar un proyecto de divulgación. Cada proyecto es un caso particular porque se lleva a cabo en un contexto específico. En la determinación del contexto, existen muchas variables. A continuación se mencionan algunos factores que son determinantes:

- La institución que solicita el proyecto o en la cual se desarrolla.
- Las fuentes de financiamiento. (La institución que proporciona los recursos económicos suele poner sus condiciones.)
- Los recursos humanos y técnicos con que se cuenta.
- El tiempo que se tiene para desarrollar el proyecto.
- El medio que se empleará para desarrollar el proyecto, (cada medio tiene sus limitaciones y potencialidades).
- El público meta y el entorno social, económico y cultural.

Factores internos que influyen son:

- Quién lo coordina, y la conformación del equipo de trabajo.
- Las reglas de interacción al interior del equipo de trabajo y los posibles conflictos que se puedan generar.
- La mirada o las miradas de divulgación de la ciencia del equipo de trabajo.

A continuación se presentarán algunas aplicaciones de las miradas en proyectos de divulgación.

ii) La divulgación: una herramienta necesaria para la puesta en marcha de políticas públicas

El éxito de las políticas públicas depende de la aceptación que tengan por parte de la población que se pretende beneficiar. Para que estas políticas se lleven a cabo de manera eficiente se requieren estrategias para que lleguen a sus destinatarios. Me referiré únicamente a políticas públicas que involucren conocimientos relacionados con la ciencia. Por ejemplo, en materia de salud, cuando existe una amenaza de un problema de salud colectivo, como una epidemia, es necesario realizar una campaña para explicar qué es lo que produce la enfermedad, el sentido de las medidas de prevención y qué hacer en caso de contagio. Sólo la comprensión puede producir un verdadero convencimiento y el cambio deseado, como la incorporación de medidas preventivas o de higiene de manera permanente.

En cuestiones ambientales, nuevamente, en la medida que se entienda el problema de manera clara, veraz y no amarillista, será más fácil impulsar el cambio de hábitos de consumo, prácticas de reciclaje, separación de basura, estrategias para reducir la contaminación, la reforestación y la elaboración de compostas, por mencionar algunas.

En el caso de comunicación de riesgos, como puede ser un temblor, una inundación, un huracán o la erupción de un volcán, es necesario decidir los contenidos mínimos requeridos para entender el tema con el fin de que la población tenga los elementos necesarios para comprender las medidas de seguridad o prevención sugeridas.

El mensaje más importante en todos los casos es que la solución, la prevención o la adaptación, no es sólo un asunto de las autoridades, se requiere de la participación de cada uno de nosotros. Retomando la idea de la sociedad educativa, los medios, los productos y espacios de la divulgación de la ciencia representan una forma de educación continua con el fin de contribuir a la formación de ciudadanos responsables, informados y comprometidos con su entorno, natural, social y cultural.

iii) El modelo del sistema de información ecológica:

La divulgación de la ciencia, se puede utilizar para inducir cambios en la forma en que la sociedad interactúa con su entorno. A través de la comunicación se puede movilizar a las personas para que cambien sus conductas, se informen, adquieran ciertas habilidades, tomen decisiones y se organicen, ya sea para llevar a cabo determinadas acciones o para exigir a las autoridades, que tomen ciertas medidas (Castillo, 2000:49).

Un tema en donde es imprescindible hacer divulgación es el de la ecología. Generalmente se utiliza para sensibilizar a la población sobre problemas relacionados con el medio ambiente, pero faltan estrategias de comunicación que favorezcan la solución de problemas específicos que se presentan en el manejo del ecosistema.

En la sección 1.2.2e se mostró como los criterios de evaluación del trabajo de los ecólogos, influyen en que éstos no se involucren de manera efectiva en la resolución de problemas nacionales. Muchos se interesan por estos problemas, los estudian, proponen soluciones y publican sus resultados en revistas internacionales. Sin embargo, el conocimiento generado adolece de dos fallas. El primero es que se queda en las esferas de pares y no llega al lugar en donde se hizo el estudio y la segunda falla es que no se toma en cuenta la experiencia de los usuarios de los recursos naturales.

Con el fin de corregir estas fallas, Alicia Castillo (2000) propone un modelo de comunicación que se denomina “Modelo de Sistema de Información Ecológica” que pone a la comunidad científica en contacto con los directamente involucrados en la apropiación de los recursos naturales, a través de actividades como: la agricultura, la explotación de los bosques y la

pesca con el fin de generar conocimiento nuevo y propuestas más acordes a las condiciones y necesidades locales (Castillo, 2000:49).

El sistema se compone de tres sectores:

a) la comunidad científica (productores de conocimiento nuevo),
b) los agentes de cambio (grupos que trabajan con comunidades rurales para promover formas sustentables de manejo de recursos) y
c) el sector rural (campesinos, principalmente) compuesto por las personas o instituciones que dependen y se encargan de la apropiación de los recursos naturales.

En este modelo se rechaza el modo tradicional y uni-direccional de comunicación entre la comunidad científica y los usuarios, en el cual los primeros generan el conocimiento, que es transmitido a los usuarios sin conocer sus necesidades y conocimientos. Lo que propone Castillo es que el agente responsable de interactuar con el usuario, tenga un rol más activo y que sea un intermediario que facilite la comunicación entre ambos sectores: los científicos y los usuarios de los recursos naturales.

Este intermediario es un divulgador de la ciencia, ya que debe ser capaz de comunicarse con los científicos, extraer lo esencial de su discurso en el tema de cómo se deben explotar los recursos y de recrearlo para el usuario de acuerdo a sus características específicas. Lo interesante es que la comunicación no termina ahí. Este intermediario (o divulgador) al estar en contacto con los usuarios, debe comprender y valorar sus necesidades, conocimientos y experiencias, para luego regresar con los científicos llevándole la voz de los usuarios, para posteriormente ponerlos en contacto a partir de un conocimiento y revaloración del “otro”. Así los tres sectores trabajan de manera conjunta y en este proceso de intercambio de experiencias, construyen conocimiento nuevo, para un contexto específico. La clave del éxito de esta colaboración, así como de la utilidad del conocimiento generado es que ambos sectores extremos (el científico y el usuario) se vean como interlocutores.

Para aplicar este modelo eficientemente, Castillo propone (2000) que dentro de las instituciones científicas existan unidades cuyo objetivo principal sea promover y establecer las conexiones entre la comunidad científica y

diferentes sectores de la sociedad, es decir una oficina de información como se describió en la mirada propagandística, en donde el perfil que se requiere para este tipo de trabajo es el de un divulgador de la ciencia. El divulgador en este modelo tiene un rol mucho más activo que el que tradicionalmente se le confiere, su labor es fundamental para generar conocimiento nuevo para el contexto local.

Sin embargo, un obstáculo a vencer para la creación y operación de estas unidades de divulgación es que se le dé el debido reconocimiento, por parte de la comunidad científica, a esta labor. El trabajo de divulgación es considerado de menor importancia y al evaluar el trabajo académico se le confiere un peso menor. La solución es una revaloración del trabajo del divulgador, que sea evaluado por pares con base en criterios emanados de la comunidad de divulgadores.

El resultado de la aplicación del Sistema de Información Ecológica sería:

1. Una comunidad científica que produce conocimiento nuevo con base en necesidades reales y de acuerdo a un contexto específico, a través de un proceso de comunicación horizontal e incluyente con los otros dos sectores. En esta relación los investigadores aportan el conocimiento que consideren indispensable para la adecuada aplicación, de acuerdo al contexto.
2. El usuario que se apropia del conocimiento científico, pero que ha participado en la construcción del conocimiento nuevo aportando las condiciones en que este será aplicado, sus conocimientos previos, necesidades así como sus usos y costumbres.
3. El divulgador como puente entre los dos anteriores, destacando las características específicas del contexto, como detector de las necesidades de ambos sectores e intérprete de las mismas, recreador del conocimiento científico requerido, portavoz del usuario y sensibilizador de las necesidades de éste ante el otro sector.

iv) El modelo glocal:

En la sección 2.1.2 se mencionó que una de las tensiones que habrá de superarse en la sociedad educativa es la que existe entre lo global y lo

local. Como se vio en el inciso anterior, debido a los sistemas de evaluación de los investigadores, se le da más peso a la ciencia global (lo que se puede publicar en las revistas de circulación internacional) que la ciencia que se puede aplicar localmente. Esta tensión también se ve reflejada en la ciencia que se comunica al público general. Por lo cual cabe preguntarse ¿qué ciencia debemos comunicarle a nuestros destinatarios? En la sección 1.3.3 se definió el término glocal, como la fusión del contexto global y el local. Esta fusión se da porque "lo global" siempre se tiene que aplicar localmente y "lo local" tiene que tomar en cuenta el contexto global. Mi propuesta es que sea en el contexto glocal, en el cual se piense en la construcción de una cultura científica para la población con el fin de apoyar el proceso de construcción del conocimiento local (Reynoso, 2003). Al divulgar la ciencia con un enfoque glocal se busca fomentar actitudes y valores que permitan una vida armónica con el entorno social y natural, con miras a un futuro promisorio para todos (Reynoso, et.al., 2006).

Al explorar el contexto local cabe preguntarse ¿Qué tan local tiene que ser el producto, la actividad, o un museo para causar el impacto deseado? La respuesta es tan local como se pueda. Esto implica ir de lo nacional, a lo regional, a lo municipal, hasta llegar al entorno inmediato. Acotar lo local es particularmente importante cuando se trata de actividades de comunicación directa con el público (conferencias, debates, talleres infantiles) o en un museo. Cuando se comienza a explorar el contexto local, surgen elementos culturales, históricos, sociales y económicos muy definidos.

Para contribuir a este sentimiento de pertenencia y compromiso con el entorno, la inclusión es una característica fundamental. Al pensar en nuestros destinatarios, algunos de los aspectos a considerar son el nivel socio-económico, las edades, la formación, las habilidades, las capacidades físicas e intelectuales, el género, las preferencias sexuales, los mitos, las tradiciones así como las creencias religiosas y no religiosas. La inclusión se expresa a través de los contenidos, la forma de presentarlos, las imágenes empleadas, el lenguaje utilizado, la relación con el destinatario y la accesibilidad. Este último punto es muy importante en un museo o al desarrollar una actividad de comunicación directa. La inclusión valoriza a cada persona y estimula la cooperación en una relación de ver al "otro" como un interlocutor. Por desgracia cada acto de inclusión conlleva una exclusión. No es posible abarcar

e incluir todos los contenidos, todos los puntos de vista, todos los públicos, ni satisfacer todos los intereses y necesidades del público potencial o real. Puede ocurrir que existan ciertos factores del contexto local que no se quieran promover, muchos menos perpetuar, como ciertas concepciones o prácticas con respecto a las mujeres.

La decisión sobre qué decir, qué no decir, a quién decirlo y cómo decirlo y para qué, no debe ser tomada de manera unilateral por lo cual es necesario trabajar esta parte del contexto local, con expertos y representantes del público que vivan, conozcan y entiendan el contexto local (Reynoso, 2011).

La comunicación con el público es la base para lograr buenos resultados. Para verdaderamente captar el contexto local en toda su dimensión es necesario que se vea al "otro" como un interlocutor, proceso que implica un intercambio de saberes. Esta comunicación, como parte de la evaluación, debe considerarse un ingrediente esencial del proceso de planeación, diseño, desarrollo y puesta en marcha del proyecto. Para iniciar este diálogo es fundamental conocer las condiciones iniciales de nuestro interlocutor, por ejemplo, sus características demográficas, sus conocimientos previos, sus necesidades en cuanto a la información, así como sus intereses e inquietudes.

La metodología que propongo para comunicar la ciencia con un enfoque glocal incluye los siguientes puntos:

1. Propuestas internacionales en relación a la cultura científica para la población.
2. Propuestas de la comunidad local: científicos, docentes, divulgadores, usuarios, artistas, tomadores de decisiones y otros.
3. La incorporación de integrantes de la comunidad local en el desarrollo del proyecto para garantizar que el ingrediente local esté claramente representado.
4. Una metodología, en la cual la evaluación sea considerada como parte inherente de todo el proceso, a partir de la comunicación permanente con nuestros interlocutores.

Esta metodología debe incluir los siguientes elementos:

- Un coordinador (se recomienda que sea un divulgador) del proyecto que pueda fungir como intermediario entre los asesores científicos, los realizadores, la institución en donde se lleva a cabo, los patrocinadores y el público.
- El desarrollo de propuestas colectivas del equipo de trabajo a partir de un análisis del público meta.
- El establecimiento de reglas de interacción entre los participantes del equipo de trabajo, en las cuales se establecen los compromisos, las obligaciones y los límites de autoridad de cada uno.
- El desarrollo del proyecto, por etapas, con resultados y productos parciales evaluables que darán las pautas para la continuación del mismo.
- Una forma de registrar aciertos y fallas que permita la retroalimentación, las mejoras y el aprendizaje para futuros proyectos.

En cuanto a la conformación del equipo de trabajo, para el desarrollo de productos, actividades, espectáculos o exposiciones es necesario que participen personas con formaciones distintas (científicos, educadores, divulgadores profesionales, escritores, expertos en multimedia, diseñadores, arquitectos, artistas). En grupos de trabajo, tan heterogéneos como el mencionado pueden existir serios problemas de comunicación debido a que sus integrantes no poseen un lenguaje común y tienen visiones distintas en cuanto a qué significa la divulgación de la ciencia. Los problemas de comunicación dentro del equipo de trabajo, generalmente se reflejan en el resultado final. Si no se establecen reglas para este trabajo en equipo, con límites de autoridad para cada uno de los sectores participantes, puede ocurrir que un experto invada el campo de especialidad del otro, imperando nuevamente el empirismo en todo el proceso, con resultados muchas veces, poco favorables.

En este modelo se fusionan todas las miradas. La mirada cultural-artística está presente al tratar de representar lo más fielmente posible el contexto local, incluyendo aspectos de la cultura local, así como expresiones artísticas locales. La mirada educativa está presente debido a que el objetivo principal de los productos y actividades realizados con este modelo es cumplir

con su cometido dentro de la sociedad educativa. La mirada socio-política se incluye porque la intención es contribuir al espíritu de compromiso con el entorno natural, social y cultural con el fin de fomentar la participación ciudadana. La mirada propagandística está presente porque dentro de la propuesta se dan a conocer los problemas locales, las propuestas locales y las instituciones que participan en éstas. Por último, al ser la divulgación una actividad profesional, todo producto o actividad debe contar con o generar los ingresos suficientes para que por lo menos sean autosostenible.

En conclusión, es imprescindible incorporar la ciencia a la cultura general de la población y para llegar a todos los sectores de la población y cubrir la amplia gama de necesidades e intereses de la misma es altamente recomendable divulgar todos los temas, a todos los públicos y emplear todos los medios de comunicación. En este quehacer existe una gran diversidad en cuanto a las miradas y la forma de llevar a cabo el proyecto. La creatividad de los realizadores puede tomar diversos caminos y formas. Considero que todas son válidas, siempre y cuando el producto se haga con calidad y responsabilidad.

Capítulo III

Los museos de ciencia en la sociedad educativa

3.1 Introducción

En el capítulo anterior, se discutió la necesidad de incorporar la ciencia a la cultura general de la población con el fin de enfrentar problemas actuales como los relacionados con la salud pública y el medio ambiente en un mundo globalizado. Tomando como base la propuesta de la Sociedad Educativa, se vio la necesidad de recurrir a la comunicación pública de la ciencia para satisfacer la amplia gama de necesidades e intereses de la población, comentando el papel protagónico que desempeñan los medios de comunicación en esta labor.

En el afán por llevar esta cultura científica a todos los sectores de la población se recomienda echar mano de todos los medios, ya que cada uno tiene sus alcances, sus potencialidades y sus limitaciones. En este capítulo se exponen las ventajas de un medio específico, el de los museos de ciencia, mostrando su gran potencial educativo.

3.2 Los museos de ciencia y su contexto

La palabra museo viene del griego *museion*, que significa templo dedicado a las musas, como una institución cultural, consagrada al estudio y al saber (Castellanos, 2008). El ICOM (Comité Internacional de Museos) define el museo como “una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que se ocupa de la adquisición, conservación, investigación, transmisión de información y exposición de testimonios materiales de los individuos y su medio ambiente, con fines de estudio, educación y recreación” (Artículo 3, Estatutos del ICOM, 1947).

Dada su dependencia con el contexto social, cultural y económico en que surgen, los museos reflejan lo que cada sociedad considera valioso en diferentes momentos de su historia (Hooper-Greenhill, 1995). Muestran la evolución del conocimiento, no sólo en su contenido, sino también en los criterios utilizados para validarlo, así como la forma en que se espera que el visitante se apropie del mismo. Por lo anterior, se observan cambios notables en los museos desde su primera aparición en la Grecia Clásica, pasando por las colecciones eclesiásticas de la Edad Media, los gabinetes de curiosidades del Renacimiento, los grandes museos nacionales del siglo XIX, hasta los modernos museos interactivos del presente. Estos cambios se manifiestan en la filosofía, la misión, los objetivos, los contenidos, la forma en que se presentan estos contenidos, los recursos empleados, los públicos a los que se dirigen, la relación que se establece con esos públicos y la composición del equipo de trabajo que los planea, diseña, desarrolla y opera (Reynoso, 2000).

Los museos se originaron con el coleccionismo privado de objetos considerados valiosos. Posiblemente los primeros coleccionistas fueron las élites de la Grecia Clásica, quienes reunieron objetos fabricados por los artistas contemporáneos para homenajear a sus deidades. El primer registro que se tiene de un museo público fue el *Museion* establecido por el Rey Ptolomeo Philadelphos en el año 332 a.c. en Alejandría. Consistía en un complejo cultural que incluía una biblioteca, un anfiteatro, un observatorio, un jardín botánico, un zoológico y salas de estudio para diferentes disciplinas. En el siglo V, esta práctica de adquirir y almacenar objetos de valor fue adoptada por los romanos. Sin embargo, a diferencia de los griegos, los motivos de esta práctica no fueron religiosos, más bien buscaban objetos que destacaran por su calidad artística. Estas colecciones reflejaron el estatus social, la capacidad económica e incluso política de sus dueños, ya que muchas veces incluían trofeos de guerra. Los emperadores Julio César y Marco Agripa, en un afán por causar admiración a sus súbditos, les permitieron ver estas muestras (Castellanos, 2008).

Durante la Edad Media el coleccionismo fue encabezado por la Iglesia. Los objetos considerados como tesoros, fueron valorados y admirados por las clases dominantes a través de conferencias dictadas en los monasterios como parte de su educación. Debido al poder de la Iglesia Católica en Europa,

los templos se beneficiaron de la donación de colecciones reales así como de “tesoros” proporcionados por los peregrinos que regresaban de lugares lejanos como la Tierra Santa. Las iglesias se convirtieron en una especie de museos, que además de objetos religiosos, incluían obras de arte. En esta época se inició otra práctica interesante, la observación de animales exóticos en cautiverio (Castellanos, 2008).

Al comienzo del Renacimiento, la Iglesia continúa desempeñando un papel protagónico en cuanto al almacenaje de objetos valiosos, siendo el Papa Pablo II uno de los coleccionistas más importantes. Sin embargo, la llegada del humanismo impulsa un coleccionismo erudito, con valor pedagógico, formativo y científico, pero también excluyente. Las colecciones, pertenecientes a los monarcas y nobles europeos, se instalaron en galerías privadas dentro de los palacios con acceso limitado a un sector selecto de la sociedad. La burguesía, especialmente en los Países Bajos, enriquecida por su actividad comercial, comienza a adquirir objetos valiosos y obras de arte. Uno de los más notables coleccionistas de arte de la época fue la Familia Medici de Florencia. Comenzó también el coleccionismo de objetos del mundo natural dando lugar a los “gabinetes de curiosidades”. Estas colecciones privadas, iniciadas en el siglo XVI, son la semilla de los grandes patrimonios artísticos nacionales de Europa (Castellanos, 2008).

En los siglos XVII y XVIII, los especimenes del mundo natural (animales, plantes y minerales), muchos provenientes de expediciones a tierras lejanas, fueron estudiados y clasificados por las recién creadas sociedades científicas, dando origen a los primeros jardines botánicos y zoológicos con fines didácticos.

Durante esta época los ideales democráticos comienzan a invadir Europa, generándose en el ámbito de los museos, un deseo por compartir con el pueblo lo que durante siglos estuvo reservado para el deleite de unos pocos. Como resultado de esta tendencia, algunas colecciones particulares son donadas al Estado para dar paso a los museos públicos con el propósito de promover una identidad nacional (Reynoso, 2007a).

Uno de los primeros museos públicos fue un museo de ciencias, el *Ashmolean Museum*, abierto en 1683 en Oxford, Inglaterra. Fue una colección

donada por la familia Tadescant. Contenía minerales, un laboratorio de química y una biblioteca (Castellanos, 2008).

Posteriormente otras colecciones privadas se abrieron al público como la de San Peterburgo, en 1714 por iniciativa de Pedro el Grande (Podgorny, 2005); la colección de la Familia Medici, donada al gobierno de la Toscana en 1739 (Castellanos, 2008) y la del *British Museum* en 1753 donada por Hans Sloane (Podgorny, 2005). Cabe mencionar que la colección de este último museo fue tan vasta que un siglo después, la parte correspondiente a la ciencia y la historia natural, se separó del *British Museum* para dar lugar al Museo de Historia Natural de Londres con su propio edificio, inaugurado en 1881. En Francia, como un logro más de la Revolución Francesa, se nacionalizaron los bienes de la corona y de las órdenes religiosas. Así en 1793 la Galería del Louvre se convierte en el *Museo de la República*.

En el transcurso del siguiente siglo, esta práctica, de abrir las colecciones reales y privadas al público, se extendería a otros países de Europa, como Alemania, Inglaterra, Austria e Italia. Algunos ejemplos notables son: la colección del emperador Francisco II que se convirtió en el *Kunsthistoriches Museum* de Berlín en 1823; la *National Gallery* de Londres como resultado de dos donaciones de poderosos hombres de negocios George Beaumont y Chantrey Tate, la creación del Museo del Prado en 1868 a partir de las colecciones de la familia del monarca Fernando VII y numerosas colecciones perteneciente a la Iglesia en Italia que dieron lugar al Museo Sagrado, la Biblioteca Vaticana, y el Museo Egipcio y Etrusco, entre otros.

La apertura de los museos al público, suscita un cambio radical en los objetivos de los mismos, iniciándose una nueva práctica museológica. Comenzaron a verse como instituciones educativas y de recreación para el gran público. Fue necesario contar con personal para el cuidado y vigilancia del contenido de éstos. El coleccionismo se profesionalizó, convirtiéndose en una actividad organizada, la cual incluía la investigación y la conservación de objetos (Hooper-Greenhill, 1995).

Este giro también se vio reflejado en los museos de ciencia. En 1793 se inauguró, en París, el Museo de Historia Natural en el antiguo Jardín Real de las Plantas. Este jardín había sido fundado en 1635 por iniciativa del Rey

Luis XIII con el propósito de cultivar plantas medicinales para la familia real. Posteriormente se fueron incorporando otras especies vegetales, consideradas exóticas en Francia y que provenían de diferentes partes del mundo. Dentro de este jardín, se encontraba un edificio que albergaba una de las colecciones más vastas de la Europa del siglo XVIII, con especies animales y minerales recolectadas en expediciones científicas (De Lumley, 1995).

Unos años más tarde, otra colección perteneciente al depuesto rey Luis XVI se abriría al público para convertirse en el Conservatorio de Artes y Oficios *(Conservatoire des Arts et Métiers)*, el cual fue inaugurado en 1798. La muestra inicial se fue incrementando, para incluir aparatos como máquinas de vapor, dispositivos para fabricar telas, cronómetros e instrumentos empleados por destacados científicos como Lavoisier y Pascal. El propósito de exhibir estas máquinas, instrumentos y herramientas, fue que sirvieran de inspiración a artistas y artesanos, como apoyo al perfeccionamiento de la industria nacional.

Se ofrecían demostraciones sobre cómo funcionaban muchos de los aparatos exhibidos. Con el tiempo, el rol educativo y recreativo de este conservatorio se fue incrementando (Ferriot, 1999).

La nueva práctica museológica en temas relacionados con la ciencia, la técnica y la tecnología, se extendió a otros países de Europa y América. Ejemplos de otros museos pioneros son el *Science Museum* de Londres y el *Deutcshes Museum* de Munich con grandes colecciones de artefactos industriales, modelos y máquinas científicas, que se caracterizaron por presentar los primeros aparatos que podían ser manipulados por el público. También ofrecían demostraciones en vivo de principios físicos, generalmente de electricidad y algunas experiencias simuladas como una mina de carbón. La intención fue presentar los aspectos positivos de la ciencia. No se invitaba a la reflexión sobre posibles efectos negativos, como el impacto de la mina en el medio ambiente.

En España, el primer museo de carácter científico fue el *Museo Nacional de Ciencias Naturales* en Madrid. Se originó en 1722 como el Real Gabinete de Historia Natural bajo el reinado de Carlos III con una colección que consistía de minerales, algas, plantas, animales, cristales y obras de

pintores célebres, así como una importante biblioteca. Esta colección fue saqueada en 1808 por las tropas de Napoleón. En 1814, se recupera una buena parte de la colección y se reanudan sus actividades, convirtiéndose en el *Real Museo de Ciencias Naturales*, al cual se le incorporan el Jardín Botánico y el Observatorio Astronómico. Es hasta 1901 cuando se convierte en museo público destinado a la conservación de los objetos, la investigación y la difusión científica (Castellanos, 2008).

En el "nuevo continente" los museos públicos tardaron algunas décadas más en aparecer. Dos de los primeros museos que incluyeron temáticas científica fueron: el *Museo Nacional do Río de Janeiro,* inaugurado en 1818 (Valente, et.al., 2005) y el *Franklin Institute* de *Philadelphia*, en Estados Unidos, inaugurado en 1824 (Koster, 2004).

Otro museo notable de la época en Estados Unidos es el *Smithsonian Institute* (El Instituto Smithsonian), inaugurado en 1864, como resultado de la colección donada por el británico James Smithson. Este instituto, que se promueve como el complejo museístico más grande del mundo, así como una organización dedicada a la investigación, comprende 19 museos, 9 centros de investigación y el Parque Zoológico Nacional. Dos de estos museos se ubican en la ciudad de Nueva York y los demás en la capital, la ciudad de Washington (Smithsonian Museums, www.si.edu/).

El coleccionismo privado no fue exclusivo del continente europeo. Los monarcas mexicas tenían amplias muestras de flora y fauna, que incluían especimenes de tierras lejanas, conservados y cuidados en bellos jardines y estanques. El propósito de estos espacios, además de producir un placer estético, fue de conservación y estudio. Los primeros conquistadores quedaron maravillados con estas vastas colecciones que se caracterizaban por la riqueza y variedad de sus ejemplares. En el Valle de México, estos espacios se ubicaban en Xochimilco, Chapultepec, Coyoacán, Texcoco, Tenochtitlán e Itzapalapa. Otros jardines cercanos se encontraban en Atlixco y Oaxtepec (Rico, 2007).

Durante la colonia, los conquistadores llevaron a cabo una importante actividad de coleccionismo. Muchos objetos fueron remitidos a España, para que se conociera lo que existía en estas tierras. Sin embargo, también se

formaron colecciones que se quedaron en México para fines de conservación y estudio. Entre 1736 y 1744, Lorenzo Boutirni reunió una muestra importante de objetos mexicanos. Con el paso de los años, la mayor parte de los objetos se perdieron, los pocos que se rescataron sirvieron de base para el Archivo y el Museo de México. En la segunda mitad del siglo XVIII, el jesuita Francisco Javier Clavijero realizó una labor de concentrar objetos del mundo precolombino con fines de preservación y estudio. Hacia finales del siglo XVIII, se descubrieron piezas arqueológicas importantes, como el denominado "Calendario Azteca" y la Coatlicue, las cuales fueron protegidas por las autoridades virreinales (Rico, 2007).

Por esa época se inició el coleccionismo de objetos del mundo natural. Se estableció un jardín botánico con fines de investigación y docencia y se reunieron ejemplares minerales. El coleccionista más reconocido fue un miembro de la Real Expedición Botánica llamado José Longinos Martínez, quien con sus propios recursos abrió el *Museo de Historia Natural* en 1790, el primer museo público de esta clase. Estructurado de acuerdo a los cánones europeos de la época, contenía ejemplares de animales como peces e insectos, así como plantas, minerales, osamentas, antigüedades y aparatos científicos. Tenía el doble objetivo de conservación para los estudiosos y de instrucción para el público general. Debido al éxito de este museo, Longinos decidió crear uno similar en Guatemala. Muchos ejemplares de esta colección se perdieron durante la guerra de la Independencia. Los pocos objetos que pudieron salvarse, fueron resguardados en diferentes recintos, hasta que la Universidad acogió la colección en el Colegio de San Ildefonso en 1802. Al consumarse la Independencia se creó el C*onservatorio de Antigüedades* y posteriormente el *Museo Nacional Mexicano* en 1825, inaugurado por el presidente Guadalupe Victoria, dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional (http://www.sma.df.gob.mx y Rico, 2007).

Durante el Imperio de Maximiliano de Hasburgo, la colección de este museo fue trasladada a un edificio propio en la ex Casa de la Moneda para constituir el *Museo Público de Historia Natural,* Arqueología e Historia, inaugurado en 1866. Sin embargo, su historia fue todavía más breve que el imperio mismo, ya que duró apenas un año abierto al público. El museo fue reabierto en 1871, durante el gobierno del presidente Juárez. A partir de esa fecha, se llevó a cabo una intensa labor de coleccionismo por diferentes

grupos de especialistas con fines de conservación y estudio. Se reunieron muestras de piezas arqueológicas, así como varios ejemplares del mundo natural, incluyendo piezas mineralógicas, geológicas y paleontológicas. También se formaron colecciones de aparatos y utensilios provenientes de Europa. Al paso de los años, esta actividad generaría nuevos espacios de resguardo y exhibición como el la Escuela de Minería y las colecciones-museo de la Escuela Nacional Preparatoria.

El siglo XIX se caracterizó por el desarrollo industrial, fundamentalmente en Europa y la expansión imperialista por parte de varios países de este continente. Esta riqueza produjo una expansión y prosperidad cultural que se manifestó en la creación de museos, galerías de arte y bibliotecas públicas, que además de ser fuente de orgullo, sirvieron como medio para educar al gran público, por la necesidad de contar con trabajadores educados para las industrias emergentes (Thomas, 2002). Surgieron los grandes museos nacionales de historia, de arte y de ciencias naturales, cuyo propósito fue mostrar a la sociedad el patrimonio cultural y tecnológico de cada país, con el fin de ilustrar al público y generar un sentimiento de orgullo nacional. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos por atraer al gran público, pocos museos lograron cumplir sus objetivos. Fueron visitados por muy pocos, dado el carácter erudito con que se presentaban los objetos. (Hooper-Greenhill, 1995).

En las últimas tres décadas del siglo XIX y las primeras del siglo XX, este panorama “cultural” se intensificó, en varias regiones del mundo. Se generó un movimiento social de museos con amplias redes internacionales de intercambio. Una de estas redes es la Asociación Americana de Museos *(American Association of Museums)* creada en 1906 a la cual a la cual se integraron varios museos latinoamericanos (Lopes y Murrielo, 2005).

Durante esta época, queda claramente establecida la nueva y doble misión para los museos como instituciones de investigación y como espacios públicos para la educación. Esta doble función es expresada de manera muy contundente para los museos de historia natural en un discurso pronunciado por William H. Flower, al tomar posesión de la presidencia de la *British Association for the Advancement of Science* en 1889. Argumentó que los museos de historia natural tenían dos objetivos: la investigación y la

docencia. Señaló la necesidad de colecciones separadas para cada propósito y presentó lineamientos para estos fines, incluyendo recomendaciones de carácter administrativo y museográfico. Consideró que la misión de estos museos era la preservación de colecciones de interés para la ciencia, que a su vez contribuirían a la construcción de identidades nacionales, por tratarse de patrimonios naturales y culturales. Al mismo tiempo, servirían de vitrina para el público que no tiene la oportunidad de conocer estos objetos en sus condiciones naturales, pero que si tiene interés por conocer los caminos de la ciencia y aprender sobre ellos. Propuso que las colecciones destinadas a la investigación deberían ser excesivamente numerosas para permitir la comparación entre especimenes. En cambio para el público recomendó no sobrecargar las vitrinas y mostrar sólo ejemplares selectos. Insistió en la necesidad de una renovación permanente de las colecciones, contando con objetos de "repuesto". Flower concluyó que la forma de organizar las exhibiciones era crucial para cumplir adecuadamente con las funciones de instrucción y recreación para las masas.

Estos principios fueron adoptados por varios museos americanos de la época, como el *Museo Paulista* (Brasil) y el *Museo Nacional de Río de Janeiro* (Brasil) y el *Museo de Historia Natural de la Plata*, Argentina. En este último, su director y responsable de la conceptualización, Francisco Pascasio Moreno, con la asesoría del paleontólogo Florentino Armeghino, desarrolló el guión museológico a partir de los principios darwinistas de la evolución (Lopes y Murriello, 2005).

Durante las primeras tres décadas del siglo XX, los cambios en la forma de hacer ciencia y las nuevas propuestas educativas tuvieron su impacto en los museos de ciencia. Por el lado de la ciencia, la especialización de las áreas del conocimiento llevó al surgimiento de nuevos espacios para la investigación, trasladando esa función de los museos a otros lugares. En el campo educativo, se fomentó la función pedagógica de los museos a través de actividades de cooperación con la educación formal (Valente, et.al., 2005).

Esta tendencia se puede observar en los dos museos de temática científica inaugurados en la Ciudad de México durante ese periodo: el *Museo de Geología* del Instituto de Geología en 1906 y el *Museo Nacional de Historia Natura*l en El Chopo en 1913. Ambos destacaron por su contenido y por

la belleza de su edificio, lo cual todavía se puede apreciar. El *Museo de Geología* tenía espacios separados para sus dos funciones: en la planta baja la instrucción pública y en la parte alta, la investigación. El *Museo de Historia Natural* incluía ejemplares de la colección iniciada en 1790. Este museo fue trasladado a su recinto actual en el Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México en el año de 1964 (http://www.sma.df.gob.mx).

En otras partes del mundo se inauguraron varios museos de contenido científico con fines educativos. Algunos de los más significativos y que siguen operando hasta la fecha son: el *Deutshes Museum* de Munich, Alemania inaugurado en 1903; el *Royal Ontario Museum* en Toronto, Canadá, inaugurado en 1912; el *Museum of Science and Industry* en Chicago, EUA en 1933; el Palais de la Découverte en París en 1936 y el *Museo Nazionale della Scienza e della Tecnología Leonardo da Vinci* en Milán, Italia en 1953. Estos museos diferían de tus antecesores por la forma en que presentaban sus contenidos y la relación que fomentaban con el público. El *Deutsches Museum* presentaba objetos que podían ser manipulados por los visitantes; el *Palais* de la *Découverte* ofrecía demostraciones científicas para el público realizadas por universitarios y el museo de Milán destacaba por su estrecha relación con el sector educativo, la aplicación de los resultados de la investigación educativa y sus cursos para docentes. Otra característica sobresaliente de estos museos es la escasa o ausencia total de objetos de colección. En el caso del *Palais de la Découverte* todos los aparatos que lo componen fueron diseñados especialmente para cumplir con los propósitos de instruir y fomentar el interés y la comprensión de principios científicos y su aplicación a la tecnología. Las demostraciones que se llevan a cabo en el museo francés dieron lugar a la presencia de monitores que funcionan como facilitadores de la comunicación con los usuarios. Hoy, casi todos los museos del mundo cuentan con personal que desempeña esta labor. La vinculación con el sector educativo, como ocurre en el caso del museo italiano, también es frecuente. Estos museos son los antecesores directos de los museos interactivos de nuestros días (Castellanos, 2008).

En la segunda mitad del siglo XX, al terminar la Segunda Guerra Mundial, comienza a instalarse un nuevo modelo económico en una vasta región del planeta, basado en nociones de desarrollo y progreso, con una dependencia creciente en el avance científico y tecnológico. La ciencia inició un proceso de

institucionalización con científicos profesionales (Valente, 2005). Fue la época de la Guerra Fría entre el bloque occidental-capitalista liderado por los Estados Unidos y el oriental-comunista liderado por la Unión Soviética. El lanzamiento del Sputnik en 1957 significó la coronación del progreso científico soviético y el inicio de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética. Este hecho tuvo un enorme impacto en el ámbito educativo en los Estados Unidos y en otras partes del mundo. Se desarrollaron programas para apoyar la enseñanza de la ciencia; se elaboraron libros de texto y materiales didácticos y se reforzó la experimentación en las escuelas. También se promovieron programas extra-escolares para interesar a la población, sobre todo a los jóvenes, por la ciencia (Reynoso, 2000).

En la década de 1970 comenzaron los problemas ambientales como consecuencia de la industrialización y el mundo vivió la crisis del petróleo. En la década de los años 80 se presentó una recesión económica mundial que golpeó sobre todo a los países en desarrollo. El campo educativo continuó progresando: surgieron grupos de investigación en enseñanza de la ciencia, se desarrollaron proyectos diversos para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como programas para capacitar y actualizar a los docentes. Todos estos cambios en el panorama científico y educativo mundial, también influyeron en los museos de ciencia (Valente, 2005).

Se dio un cambio radical en varios rubros como: los públicos meta, la misión, los objetivos y los contenidos, incluyendo no sólo aspectos cognitivos, sino también afectivos. En estos nuevos museos, los objetivos educativos tomaron prioridad sobre los de conservación tornándose las ideas más importantes que los objetos (Reynoso, 2007a).

Por otro lado, los museos se vieron en la necesidad de cambiar, no sólo porque el contexto exterior cambió, sino porque el público también cambió. Duncan Cameron (en Anderson, 2004) comenta que a partir de la década de los años 70, el público ya no acepta de manera pasiva los discursos del museo, llegando incluso a cuestionarlos o hasta rechazarlos. El museo como “templo” se comenzó a desgajar para convertirse en un lugar de confrontación, experimentación y debate. Cameron afirma que a muchos museos les ha costado trabajo renunciar a su “estatus” anterior. El proceso de democratización de los museos conlleva una nueva responsabilidad social al

tomar la decisión en cuanto a qué y a quiénes incluir, ya que presentan una determinada visión de la realidad con la cual se pueden comparar o contrastar percepciones individuales.

Por lo tanto, a partir de la experiencia de museos pioneros como el Deutsches Museum, el Palais de la Découverte y el Museum of Science and Industry de Chicago en cuanto a la forma lúdica de presentar las exhibiciones y los conceptos, así como una relación más informal con el público, surge una nueva generación de museos, los museos interactivos. Los pioneros de esta nueva generación son el *Exploratorium* de San Francisco (Estados Unidos) y el *Ontario Science Centre* en Toronto, Canadá, ambos inaugurados en 1969 (Hooper-Greenhill, 1995). En estos museos interactivos los visitantes tienen la oportunidad de ser protagonistas de los descubrimientos, de ser sujetos activos, de manipular aparatos, de observar efectos y de experimentar los hechos científicos de manera directa y lúdica (Valente, 2005).

En la década de los años ochenta, se inició un "boom" de museos interactivos de ciencia, en todas las regiones del mundo. Dos museos que no son pioneros, pero que vale la pena mencionar por su espectacularidad y carácter innovador son la *Cité des Sciences et de L´Industrie* (La Ciudad de las ciencias y la industria) en el parque de la Villette en París, abierto en 1980 (Rouarud, 1996) y el Museo *NEMO* en Ámsterdam, inaugurado en 1997 (www.e-nemo.nl).

Surgieron diversas asociaciones y sociedades nacionales e internacionales de museos y centros de ciencia como la AMMCCyT (Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología), el ASTC (Association of Science and Technology Centres) y el ECSITE (La Red Europea de Centros de Ciencia y Museos). El incremento de la profesionalización en este campo se manifiesta a través de la proliferación de seminarios, reuniones, congresos nacionales, regionales e internacionales, así como de comunicaciones formales y publicaciones (Reynoso, 2007a).

La diferencia tan drástica entre los museos tradicionales y los nuevos museos de ciencia ha llevado a algunos profesionales a emplear el término de "centros de ciencia" para referirse a estos nuevos museos que se caracterizan por la ausencia de colecciones y por la gran cantidad de actividades (Anderson, 2004).

Para Koster (2000) la diferencia entre los museos y los centros de ciencia radica en que estos últimos se caracterizan por tener mayor relevancia social. Considera que son más flexibles y que buscan responder a las necesidades de la comunidad a la que sirven. Su misión es abrir la mente del público a la ciencia y la tecnología y ser un complemento de la educación formal. Cuentan con asistentes (guías, anfitriones) ya sean voluntarios o pagados, que están en contacto con el público. Ofrecen actividades, materiales, visitas escolares, colaboraran en el desarrollo profesional de los maestros y tienen actividades de extensión para llegar al público que no visita el museo. Desempeñan un rol importante en su comunidad (Duncan Cameron en Anderson 2004).

Carmen Sánchez (2007a) opina que tal vez la diferencia esencial entre los museos y los centros de ciencia es que los primeros conservan y exhiben objetos y que los segundos se dedican más a la generación de experiencias. Sin embargo, ambos comparten el mismo fin: familiarizar al público con la ciencia y la tecnología bajo la premisa de que el aprendizaje fluye mejor en situaciones que promueven la participación activa, por lo cual es difícil trazar una línea entre ellos. Por lo anterior se sugiere incluir a todo los espacios públicos que divulgan la ciencia con una diversidad de medios y estilos bajo la denominación de museos de ciencias.

3.3. El museo contemporáneo

Los museos han dejado de ser lugares sagrados e intocables para convertirse en espacios abiertos al escrutinio de un público cada día más crítico. Atrás quedaron las torres de marfil de la exclusividad para convertirse paulatinamente en instituciones al servicio del público. Este cambio de paradigma, de instituciones cuyo fin último fueron las colecciones, a espacios centrados en su público, ha sido interpretado y aplicado por los profesionales de museos de manera distinta, de acuerdo a sus realidades particulares. Sin embargo, en el fondo, todos los museos comparten un mismo ideal: desempeñar una función relevante para la sociedad (Anderson, 2004).

Para iniciar la discusión sobre el museo contemporáneo es necesario hacer una distinción entre dos términos que se confunden con frecuencia: museología y museografía.

El ICOM define la museología como la ciencia del museo. “La museología se encarga de estudiar la historia y la razón de ser de los museos, su función en la sociedad, sus peculiares sistemas de investigación, educación y organización, así como la relación que guarda con el ambiente físico y la clasificación de los diferentes tipos de museos” (ICOM, News Vol. XXIII, no. 1, 1970, en Alonso, 1988:31, citado por Castellanos, 2008:105). La museografía se define como “la técnica que aplica todos los conocimientos museológicos en el museo. Trata especialmente sobre la arquitectura y ordenamiento de las instalaciones científicas de los museos” (ICOM, News Vol. XXIII, no. 1, 1970, en Alonso, 1988:31, citado por Castellanos, 2008:105). Por lo tanto, la museología se sirve de la museografía para cumplir sus objetivos.

Gillian Thomas (2002) afirma que la transformación de los museos es una consecuencia del incremento en la industria cultural en las últimas décadas. Señala que esta industria genera atractivos ingresos a las economías locales. Muchos países, además de sustentarse en su herencia cultural, miran hacia el futuro, dirigiéndose al gran público y no a una minoría educada o acomodada econonómicamente. Promueven el turismo cultural del cual los museos constituyen un elemento esencial.

La necesidad de redefinir la función de los museos y acercarlos más a la sociedad, comenzó a debatirse en la década de los años cuarenta del siglo pasado. Sin embargo, como se vio en el inciso anterior, esta discusión se intensificó en los años 70, generándose un cisma entre los defensores del museo tradicional y los que propone nuevas formas de comunicación con el fin de involucrar al visitante, propiciando un diálogo museo-sociedad. Estos últimos se agrupan en una corriente conocida como la *Nueva Museología.* El reconocimiento definitivo de la existencia de esta nueva corriente está plasmado en la Declaración de Santiago firmada en el congreso del ICOM en Santiago de Chile en el año 1994 (Castellanos, 2008). En este manifiesto el museo se define como un instrumento que sirve directamente a la sociedad y al desarrollo social. Se promueve una museología centrada en abrirse a la sociedad y en la participación activa en y con la comunidad en la cual está inmerso. En un museo tradicional lo que impera es el modelo de déficit de la divulgación, en el cual se establece una relación de autoridad frente a sus públicos que no pueden hacer ningún tipo de aportación relacionado con el contenido del mismo. En la Nueva Museología, la comunidad ya no está

fuera del proceso, sino que forma parte de él. Los visitantes participan en la programación de actividades, en los contenidos, así como en el proceso mismo de la investigación, como sujetos constructores, copartícipes y cocreadores de los procesos.

En esta corriente de la nueva museología se incluye a los museos virtuales como un complemento de los museos y centros de ciencia (Rodríquez Sánchez, 2005). En éstos se presenta información en línea sobre el museo a través de visitas virtuales mostrando sus colecciones y experimentos. También ofrecen actividades y materiales educativos. Estos museos virtuales, además de ser una forma de conocer el museo sin ir, permiten explorar ciertos temas a mayor profundidad.

Varios teóricos han contribuido a la discusión sobre el papel que desempeñan los museos en la sociedad. Falk y Dierking (1992) analizan la experiencia que implica ver un museo dentro de un contexto más amplio y no solamente la visita aislada. Consideran que la experiencia comienza desde que surge la idea de visitar el museo, incluye los preparativos para la visita, lo vivido durante la permanencia en el mismo y la incorporación al bagaje de recuerdos y experiencias de cada persona. En su modelo de la experiencia interactiva proponen la existencia de tres contextos que se encuentran en continua interacción: el personal, el social y el físico. Dada la gran cantidad de variables que conforman cada uno de los contextos, así como la compleja combinación que resulta de la interacción entre los tres, la experiencia vivida como resultado de visitar un museo, es única e irrepetible para cada visitante (Reynoso, 2000).

La teórica inglesa Eilean Hooper-Greenhill (1998) también se refiere a la experiencia de visitar el museo y afirma que va más allá del edificio que lo contiene. Insiste en la importancia y la necesidad de combinar el conocimiento del especialista con el conocimiento del visitante. Carla Padró (en Castellanos, 2008) afirma que los museos además de representar la cultura, deberían ser espacios para la construcción de la misma. Padró ve al visitante como un sujeto constructor y propone que forme parte de una comunidad de aprendizaje en la que tanto visitantes como profesionales del museo aprenden los unos de los otros.

Estas reflexiones así como las transformaciones que se han suscitado como consecuencia de éstas, se aplican a todo tipo de museos, independientemente de las temáticas que abordan y a los públicos que sirven. Sin embargo, no cabe duda que los museos de ciencia han desempeñado un papel protagónico en todo este proceso. Dado lo extenso del tema, así como los propósitos de este trabajo, abordaré únicamente el caso de estos últimos.

En la sección anterior, se vio como los museos de ciencia fueron pioneros en replantearse su función social, dando prioridad a los objetivos educativos sobre los de conservación. Los actuales museos interactivos se caracterizan por su carácter lúdico y por la ausencia parcial o total de objetos de colección, los cuales fueron sustituidos por exhibiciones diseñados especialmente para el museo con el fin de transmitir ideas, conceptos o efectos específicos. La mayoría de estos museos o centros de ciencia, ofrecen una variedad de actividades para el público como demostraciones, conferencias, cursos, espectáculos y talleres para niños.

Muchos museos de ciencia que tienen una historia de varias décadas o siglos, han reformado, redefinido y actualizado sus objetivos, contenidos, programa de actividades, así como la relación con sus públicos. Tal es el caso del *Museo de Historia Natural* de París el cual en 1994 transformó su antigua galería de zoología en la nueva y espectacular *Gran Galería de la Evolución* (www.mnhn.fr). El *Museo de Historia Natural* de Londres, inició una profunda renovación en la década de los años 90. Uno de sus logros más recientes es una sección que se llama el "Darwin Centre" inaugurada en septiembre del 2009 (http://www.nhm.ac.uk y Dixon, 2009). El I*nstituto Smithsonian* en Estados Unidos se mantiene actualizado a través de una amplia variedad de programas de valor cultural y educativo, exposiciones itinerantes, publicaciones, así como la comercialización de productos culturales (www.si.edu/). Muchos museos han seguido esta fórmula de exposiciones temporales más una oferta de actividades de comunicación directa con el público (conferencias, debates, foros de discusión, espectáculos, talleres, cursos) como una manera de estar al día y de tener un contacto más directo con sus usuarios. También han recurrido a exposiciones itinerantes y programas de extensión, para llegar a públicos que no pueden acudir a sus museos.

Uno de los expertos que más ha contribuido a esta nueva corriente museológica es el físico catalán Jorge Wagensberg, quien ha impulsado una propuesta para los museos de ciencia, que ha denominado la "Museología Total" la cual ha puesto en práctica en el Museo de Ciencias "Cosmocaixa" en Barcelona (Castellanos, 2008).

Para Wagensberg (2006) el museo de ciencias del siglo XXI debe ser un espacio dedicado a proveer de estímulos a cualquier ciudadano, a favor del conocimiento científico, el método científico y de la opinión científica, lo que se consigue usando prioritariamente la realidad (objetos y fenómenos reales). Concibe la interactividad como una forma de conversación. Propone iniciar todo proyecto con una conversación con los expertos y con el contexto, para adentrarse no sólo en los conocimientos de los investigadores, sino también en sus emociones. Sugiere sumergirse en la vida del científico, ir a su laboratorio, acompañarlo en sus excursiones y convivir con él mientras realiza su investigación. Si se trata de hacer una exposición sobre un lugar específico, es necesario ir al mismo para comprender la esencia del contexto, conversar con sus habitantes y así comunicarle al visitante cómo se sienta estar en la piel del científico. Propone buscar los estímulos de la propia ciencia y mostrarlos para propiciar más conversaciones. El trabajo en equipo requerido para desarrollar el proyecto, también se basa en la conversación.

A partir de estas ideas afirma que se pueden establecer prioridades, hipótesis de trabajo, así como el papel que desempeña el museo de ciencias en la sociedad. Propone el modelo de la triple interactividad: la conversación objeto-objeto, la conversación objeto-fenómeno y las conversaciones que se desprenden de las dos anteriores. A cada uno de estos niveles le asocia un nivel de interactividad. El primer nivel de interactividad es el manual (hands on). En este nivel, el visitante conversa con la realidad a través de la experimentación. Usa las manos para reproducir un efecto o para obtener una respuesta. El segundo nivel es el de la interactividad mental (minds on) en el cual el visitante experimenta un cambio, un antes y un después, adquiere ideas nuevas, más preguntas, un deseo de saber más, una reflexión que implica conversar con uno mismo. El tercer nivel corresponde a la interactividad cultural o emocional (hearts on). En este nivel, el visitante conversa con el colectivo de la sociedad en donde se inserta el museo. Este impacto emocional se logra mediante un abordaje cultural, mostrando aspectos estéticos, éticos, morales, históricos

o simplemente la relación con la vida cotidiana. La búsqueda por llevar al visitante a este nivel de interactividad es lo que le da a cada museo su sello particular, evitando que sean clones unos de otros.

Su propuesta de museo de ciencia incluye dos ofertas: las exposiciones permanentes y temporales, mostrando la ciencia en un contexto cultural amplio y un intenso programa de actividades (cursos, conferencias, seminarios, congresos y debates). Considera que el museo debe convertirse en un escenario natural de una serie de eventos, en el cual puedan reunirse cuatro sectores de la sociedad: la comunidad científica (la que crea el conocimiento científico), el sector productivo (que usa la ciencia: la industria, empresas, servicios), la sociedad misma (que disfruta y sufre la ciencia) y la administración (que gestiona la ciencia: políticos, administradores). La Museología Total ve al museo como un espacio en donde estos cuatro sectores se encuentren con naturalidad y credibilidad, para compartir y debatir. El museo no privilegia el "territorio" de ninguno de los sectores, es un espacio de neutralidad y de objetividad para todos Wagensberg (2005).

Por último, afirma Wagensberg (2006) la evaluación del museo, se basa en el potencial de conversación generado con los objetos y por los objetos exhibidos. La información sobre este potencial se obtiene mediante la conversación con los visitantes.

Desde mi punto de vista, para llevar a cabo un proyecto museístico nuevo o de renovación, antes de conversar con los expertos, es necesario conversar con uno mismo y con el equipo que desarrollará el proyecto con el fin de reflexionar y buscar consensos sobre la función social y educativa de los museos. Esta deliberación deberá estar enmarcada dentro de un análisis de la cultura científica requerida para la población. Algunas preguntarse que pueden orientar esta discusión son: ¿Cuáles deberían ser los contenidos básicos y los objetivos de esta cultura científica y técnica?, ¿Qué imagen de ciencia queremos transmitir?, ¿Qué conocimientos debemos priorizar?, ¿Qué tarea desempeñan en la producción y distribución del conocimiento?, ¿Cómo contribuir a la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno?, ¿Cómo contribuir a la promoción de la equidad? ¿Cómo contribuir a cerrar la brecha entre ricos y pobres?, ¿Cómo incluir a los excluidos de los espacios de aprendizaje y conocimiento?, ¿Cómo conformar el equipo

de trabajo que desarrollará el proyecto?, ¿Qué metodología emplear para desarrollar el proyecto?, ¿Cómo sabemos si estamos cumpliendo con los objetivos propuestos? En el caso de que se trate de una reforma o actualización: ¿Qué conservamos del museo que se renovará?

La discusión de estas cuestiones es un ejercicio indispensable para el desarrollo de una propuesta museística sólida, responsable y de calidad que garantice una buena comunicación con el público. Los consensos establecidos, darán las pautas para definir el proyecto. Evitar, omitir u obviar este ejercicio llevará al desarrollo de un producto que difícilmente podrá satisfacer las necesidades de la comunidad a la que sirve el museo.

Por supuesto, las respuestas a las preguntas anteriores dependen del contexto social, económico y cultural en que se desarrolle el proyecto. Intervienen muchas variables como características particulares del entorno y de la institución que solicita o que lleva a cabo el proyecto, el público meta y los recursos económicos, humanos y técnicos con que se cuenta. Esta discusión estará influida por nuestra imagen de ciencia, así como de las miradas empleadas para comunicar la ciencia para realizar el proyecto, temas discutidos en los dos capítulos anteriores. Una vez definido este marco general, habrá que decidir las características específicas del futuro museo, exposición o proyecto de renovación para el contexto particular en que se desarrolla. Para abordar esta discusión se parte del supuesto que los museos de ciencia desempeñan una función importante dentro de la sociedad educativa.

3.4 El potencial educativo de los museos

El punto de partida para el análisis de la función de los museos de ciencia en la sociedad educativa es el reconocimiento del papel protagónico que pueden desempeñar los medios en la labor de dotar a la población de la cultura científica y tecnológica requerida para sobrevivir en esta era de la sociedad de la información y el conocimiento. Cada medio tiene distintas potencialidades, limitaciones y alcances para comunicar la ciencia por lo cual es recomendable emplearlos todos con el fin de llegar a cada sector de la población. Dependiendo del tema a comunicar, los objetivos y el público meta, es más o menos indicado emplear un determinado medio. Los museos

interactivos de ciencia constituyen un medio particularmente atractivo y versátil para los fines mencionados, con ciertas ventajas sobre los otros. La exhibición de objetos reales (muchas veces originales) así como el uso de una diversidad de medios para comunicar los mensajes, otorga al usuario la oportunidad de vivir una experiencia que difícilmente podría obtener en otro contexto. En éstos existe la posibilidad de utilizar el medio más adecuado (objetos reales, equipos interactivos, modelos, maquetas, textos, gráficos, videos, demostraciones) para comunicar cada concepto a distintos públicos, tomando en cuenta los diferentes tipos de inteligencia y estilos de aprendizaje, incluyendo el aprendizaje colectivo. Los fenómenos físicos, al ser en muchos casos, fácilmente repetibles y controlables, son adecuados para ser representados mediante un aparato interactivo que pueda reproducir efectos. El video es útil para mostrar objetos en movimiento o procesos cuya evolución es demasiado rápida o lenta como para apreciarse en un lapso breve de tiempo, por ejemplo se puede acelerar el crecimiento de una flor o desacelerar el movimiento de un colibrí. Los fenómenos químicos al requerir de sustancias caras, peligrosas o de difícil manejo, pueden ser presentados mediante demostraciones realizadas por personas capacitadas para ello. Los modelos tridimensionales y los modelos a escala nos ayudan a "visualizar" ciertos objetos de la naturaleza cuya comprensión nos resultaba difícil debido a que siempre los habíamos visto en dibujos, esquemas o fotografías. Las simulaciones o juegos de computadora nos ayudan a entender el concepto de modelo ya que permiten jugar con las variables involucradas en el fenómeno. La mayoría de los museos de ciencia ofrecen una diversidad de actividades de comunicación directa con el público como conferencias, cursos, demostraciones, espectáculos y talleres para niños con los cuales existe la posibilidad de una retroalimentación inmediata y la adaptación a las características específicas, necesidades e intereses de cada usuario.

En estos recintos el visitante se acerca a la ciencia tanto a nivel intelectual como afectivo, a través de todos sus sentidos. Incluso puede llegar a sentir ciertos efectos en carne propia. La información brindada en las exhibiciones y la interacción con personas que tienen más cultura científica, contribuye a que el usuario vaya formando sus propias ideas, opiniones y que adquiera elementos para la toma de decisiones informadas. Por lo anterior, los museos de ciencia constituyen espacios únicos de cultura y aprendizaje, como un ingrediente sumamente valioso dentro de la sociedad educativa para

responder a los retos del siglo XXI. La educación debe verse como un proceso que es para toda la vida. No es exclusiva de la edad, de una forma de enseñar o de una institución. Tiene que ver con la curiosidad natural de las personas sobre sus vidas y su entorno y contribuye al desarrollo de habilidades para resolver problemas.

La gran mayoría de los visitantes, incluyendo los que no están en edad escolar, afirman que una de las motivaciones principales para visitar un museo es el aprendizaje, ya sea para sí mismos o para sus acompañantes (Falk y Dierking, 1992, Boisvert y Slez, 1994). A pesar de ello, hasta hace poco el concepto tradicional de educación en el museo se centraba en las posibilidades de aprendizaje que éste ofrecía a las escuelas. (Sánchez-Mora, C. 2002). Sin embargo, aunque una parte considerable del público sea escolar y es importante atender sus necesidades, no se deben confundir los objetivos de los museos con los de la escuela. Trasladar las prácticas del aula a un ámbito informal como el museo, demerita el potencial de este último como institución de aprendizaje para toda la vida.

Investigadores como Falk y Dierking (1992), Hooper-Greenhill (1996) y Sánchez-Mora (2007a) afirman que la dificultad para caracterizar el aprendizaje en los museos de ciencia se debía, hasta hace poco, a que la investigación educativa se planteaba preguntas inadecuadas; es decir, indagaba qué se aprende, cuando ahora se sabe que lo importante es entender cómo se aprende en estos ambientes. Schall (2003) considera que la educación en los museos de ciencia es un tema que requiere mucha reflexión, discusión e investigación, tanto en aspectos teóricos como prácticos con un enfoque multidisciplinario que permita una construcción colectiva del conocimiento en el tema. La comprensión de cómo se da el proceso de aprendizaje en estos recintos es fundamental para establecer referentes teóricos y metodológicos que sirvan de guía a todos los que participan en el desarrollo y la operación de los museos y centros de ciencia.

Eilean Hooper-Greenhill (1994) considera que la función educativa del museo se debe definir en términos del desarrollo de relaciones positivas con los visitantes y usuarios para que el resultado sea un incremento en el gozo y la motivación por el conocimiento. Argumenta, al igual que otros autores como Wagensberg (2005) que la educación es mucho más que la mera acumulación

de datos e información, quienes proponen una visión más amplia enfatizado el proceso mismo del aprendizaje y no tanto los resultados. Resaltan la importancia tanto de los aspectos cognitivos como de los afectivos, ya que las emociones, que dan lugar a valores, actitudes y nuestras percepciones, son muchas veces el soporte para la adquisición de conocimiento. Éstas están vinculadas con la motivación y la necesidad para aprender, ingredientes esenciales para el éxito de este proceso. Opinan que la clave del éxito de los museos, se encuentra justamente en el rubro emotivo, motivando a las personas a aprender, a descubrir nuevos intereses y a darle significado a un conjunto de hechos. Por lo tanto, concluyen, su misión debe estar vinculada a las bondades afectivas que pueden aportar y no tanto a la información que presentan, ya que ésta se puede encontrar en muchos lados.

Falk y Dierking (1992) manifestaron la importancia de crear un modelo para estudiar cómo se da el aprendizaje en los museos, considerándolos como espacios de educación informal. Afirmaron que con el fin de evaluar el aprendizaje en el contexto museal, necesitamos una definición amplia de este término, que englobe la riqueza de las experiencias que ocurren dentro de un museo con énfasis en los recuerdos a largo plazo y las conexiones que se establecen. Necesitamos construir un modelo centrado en el museo que incluya elementos de las teorías educativas actuales, pero asignándole un valor mucho mayor a las variables relacionadas con la motivación, las creencias y las actitudes, tomando en cuenta el impacto y la interacción entre los tres contextos: el personal, el social y físico.

En un estudio de público, realizado en el Museo de Astronomía y Ciencias del Espacio (MAST) en Río de Janeiro, Brasil, se encontró que los niños que visitan el museo aprenden por la interacción con sus pares, con sus maestros, con otros adultos, con los objetos exhibidos y por la relación entre todos los anteriores con sus experiencias y conocimientos personales (Gouvea, *et.al.*, 1998).

Plinio Fasolo (2002) propone lo que denomina “la pedagogía navegadora”. Esta propuesta surge de una crítica a la educación actual porque no está formando gente que sea capaz de aprender a través de la búsqueda, la investigación y el trabajo científico. Dice que la rigidez de los sistemas escolares, convierte al profesor en un agente reproductor, “preso de

un programa con contenidos y un currículo predeterminado, como si estuviera en un tren y que por lo tanto no puede salirse de las vías". En este contexto de enseñanza tradicional, el alumno no encuentra las condiciones para navegar y construir su propio conocimiento, ni tiene muchas oportunidades para reflexionar sobre el mismo. El resultado a esta forma de enseñanza son las generaciones de contempladores de las conquistas de la ciencia que a su vez son ávidos consumidores de su producto: la tecnología. Fasolo considera que los museos pueden ayudar a invertir esta tendencia, contribuyendo a hacer de la ciencia una actividad placentera e iniciarlos en el camino de la investigación. En el ámbito escolar, a veces un profesor puede hacer una demostración para hacer más creíble la información que transmite. En un museo se debe tener cuidado de no repetir estas estrategias. Recomienda no usar los equipamientos (las exhibiciones) como aparatos de demostración, sino como módulos interactivos que estimulen al usuario a querer saber más, a investigar. Propone crear las condiciones para que el visitante pueda "navegar" (como en el Internet). Lo anterior implica la necesidad de poner atención en los guías (el personal que atiende al público) para que cumplan con esta función.

En un taller sobre el papel educativo de los museos y centros de ciencia que se llevó a cabo en el Museu da Vida en Río de Janeiro (Aranha y Gonçalves, 2003) se concluyó que la función de éstos más que transmitir información es ofrecer las condiciones para que sea el propio visitante el que construya su conocimiento. La meta debe ser despertar en el visitante el interés por la ciencia y la tecnología y quitarles la imagen de que son inaccesibles para las personas comunes. Proponen "abrir las mentes a la ciencia", estimulando y reforzando las iniciativas de investigación de los visitantes, apoyando su proceso de entendimiento y de apropiación. En este proceso, los guías, como mediadores entre la ciencia y el público, desempeñan un papel fundamental al promover conversaciones, e incitar a los visitantes a expresar sus impresiones y dudas. Cuando la experiencia se comparte con pares, se aprende no porque el otro sabe la respuesta, sino más bien debido a la elaboración mental del propio entendimiento de la experiencia al tratar de compartir públicamente las ideas. De esta manera, el conocimiento es socialmente construido. Para complementar este proceso, proponen como estrategia clave el uso de la historia de la ciencia, que muestra que es un conocimiento provisional que corresponde a una determinada época y contexto.

Insisten en la importancia de considerar la variedad de públicos que visitan el museo, así como la diversidad de motivos y expectativas. Por lo anterior, se deben ofrecer actividades tanto para el visitante ocasional como para el que es frecuente. También se tiene que tomar en cuenta la cuestión de la accesibilidad para diferentes públicos, en particular para los que tienen necesidades especiales. En cuanto a la apropiación social de la ciencia y la tecnología señalan que existen dos mensajes extremos que deberán evitarse, por un lado la idea de la glorificación de la ciencia y la tecnología vistas como benéficas y en el otro extremo un mensaje que sea tan crítico de la ciencia que deja una visión de preocupación y de lamento. Ambos extremos son peligrosos en el proceso de democratización del conocimiento científico y para empoderar al ciudadano, el primero lo vuelve alienado y acrítico y el segundo lo inmoviliza por el terror y la fatalidad. Proponen una tercera vía para contribuir a la formación del ciudadano en una sociedad en que la ciencia y la tecnología están cada vez más presentes y complejas. Consideran que es necesario desmitificar a la ciencia, mostrándola como un producto social que depende del contexto en que surge.

3.5 El vínculo con el sector educativo

Es común que las escuelas realicen visitas a espacios de educación informal como museos, centros de ciencia, zoológicos, jardines botánicos y acuarios. Sin embargo, también es común que no sepan cómo explotar al máximo el potencial educativo de los mismos. Estos espacios, en particular, los museos de ciencia, pueden aportar mucho más al proceso de aprendizaje de los alumnos que una simple salida para ampliar sus horizontes. El valor educativo de los museos debe verse en un contexto mucho más amplio que el aspecto cognitivo, ya que puede proporcionar una experiencia sumamente enriquecedora y significativa. Son espacios en los cuales se da la socialización, la riqueza afectiva y la flexibilidad de contenidos (Alvarez y Sepúlveda, 2003). Es importante tomar en cuenta que son espacios complementarios a la escuela pero cualitativamente distintos. Por lo anterior, no se deben repetir las prácticas de la escuela en los museos (Alvarez y Sepúlveda, 2003). La colaboración entre estas dos instituciones sirve para incrementar las oportunidades para aprender ciencia, tanto para los maestros, como para los alumnos. Son espacios en los cuales los maestros pueden conocer mejor a sus alumnos, no sólo como personas, sino también qué saben, qué

les interesa y cómo se acercan al conocimiento (Reynoso, 2000). Ramey-Gassert (1994) considera que el aprendizaje significativo requiere de dos fases: una de "meter las manos" *(hands-on)*, que corresponde a una fase activa de motivación en la cual se despierta la curiosidad y otra de "meter la mente" *(minds-on)*, que es una fase más silenciosa y contemplativa. La primera puede ocurrir en un museo en donde el sujeto vive experiencias, muchas veces únicas, para una reflexión posterior. La etapa contemplativa requiere más bien de un ambiente tranquilo, como la escuela o la casa, en el cual se pueden estructurar las ideas a nivel conceptual. La fase activa no es exclusiva de un ambiente informal como tampoco la contemplativa lo es de uno formal. Las dos fases son necesarias y no se presentan obligatoriamente en un orden específico. El tiempo que transcurre entre una y otra puede ser muy corto o muy largo dependiendo del las características propias del sujeto, sus intenciones y la experiencia misma. Si consideramos que el proceso de construcción del conocimiento depende no sólo de las características particulares del individuo sino también de la interacción de éste con el mundo natural, social y cultural en el que está inmerso, veremos que estas dos fases se retroalimentan continuamente.

Para establecer una colaboración efectiva museo-escuela, es muy importante ver al profesor como un aliado, estimular su auto-estima y que no sienta su autoridad disminuida o amenazada. Es fundamental conseguir su complicidad en el proceso de construcción de la experiencia para sus alumnos. También es necesario dejar claro que los monitores no lo sustituyen y que ambos tienen funciones complementarias. Por último, es recomendable llevar a cabo evaluaciones sobre el impacto educativo de la visita con el fin de aprender y mejorar (Aranha y Gonçalves, 2003).

Para potenciar esta experiencia educativa, se requiere de una planeación cuidadosa por parte del maestro o de la institución educativa y un diseño apropiado por parte del museo. Esto significa buscar la manera de integrar la experiencia del museo al currículo escolar. Ambas partes deberán hacer un diagnóstico previo de los alumnos en cuanto a qué saben, cómo lo saben, qué más les gustaría saber y qué dificultades tienen para comprender el tema. El desarrollo de actividades posteriores de reforzamiento es altamente recomendable para que la experiencia sea más significativa. El museo también puede proporcionar sugerencias en este sentido.

En mi tesis de maestría titulada “El museo de las ciencias: un apoyo a la enseñanza formal” (Reynoso, 2000) propuse un modelo para la colaboración entre el museo y la escuela con base en la experiencia desarrollada en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM durante el periodo 1993 a 1997. Se presenta un breve resumen a continuación.

Como señala Sheila Grinell (1992) las razones que dan los maestros y las escuelas para llevar a sus alumnos a un museo son diversas y se podrían clasificar dentro de las siguientes categorías: a) la motivación hacia algún tema en específico, b) tener acceso a objetos, materiales, o temas que no hay en la escuela, y c) la oportunidad de que el alumno tenga experiencias novedosas.

En cualquiera de los casos, siempre existe una contribución al aprendizaje. El tipo de aprendizaje depende de cómo se planea la visita. Cuando una visita está muy estructurada se obtienen mejores resultados a nivel cognitivo. En cambio cuando es más libre, tiene un impacto más a nivel emotivo (Falk y Dierking, 1992). Autores como Falk y Dierking (1992) y Griffin y Symington (1997) recomiendan preparar la visitan en tres áreas:

a) El área cognitiva: el contenido de los temas que van a ver.
b) El área de habilidades: el uso del museo y sus recursos
c) El conocimiento del lugar mismo.

En cuanto al contenido, lo óptimo es que el o los temas que vayan a ver en el museo tengan relación con el programa escolar. Se puede solicitar la visita para introducir un tema específico, para reforzarlo o para llevar a cabo alguna actividad complementaria como un experimento, un taller, escuchar una conferencia o asistir a una obra de teatro. Los museos también son espacios para informarse sobre un tema de actualidad que no está incluido en el programa de estudios. Cualquiera que sea el caso, siempre es conveniente que los alumnos tengan información previa sobre lo que van a ver en el museo para sacar mayor provecho de la información que proporciona el mismo.

En el rubro de habilidades, es importante preparar a los alumnos para el uso adecuado de los recursos que proporciona el museo. Para ello, es indispensable que el maestro y el monitor (anfitrión) no traten de imponer

estrategias propias del ambiente formal; y que aprovechen la oportunidad para satisfacer diferentes tipos de inteligencia y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Es recomendable apoyar el aprendizaje colectivo a través del trabajo en grupos pequeños. La experiencia debe estar más bien centrada en los alumnos y no en el maestro. Se les debe motivar a buscar la información que les interesa sobre el tema, a su ritmo y no obligarlos a llevar a cabo una actividad restringida como el llenado de un cuestionario. Una conducta estudiantil que se observa en muchos museos es la tediosa y aburrida labor del copiado de cédulas, las cuales carecen de sentido sin el equipo al que se refieren. Los alumnos, en un afán por cumplir con la tarea están tan absortos en apuntar todo lo que está escrito, que ni siguiera voltean a ver a qué se refiere el texto. Esta conducta tiende a desaparecer, no porque no vean la necesidad de copiar los textos, sino porque en vez de copiar las cédulas las fotografían, con lo cual ni siquiera hacen el esfuerzo de leer.

Por último, en cuanto al conocimiento del lugar, es importante que conozcan previamente ciertos aspectos de orden práctico como: a dónde van a ir, cómo van a llegar, qué van a hacer, a dónde van a comer y qué pueden comprar. El tener esta información antes de su visita, les ayuda a sentirse más relajados para concentrarse mejor en su objetivo.

La clave del éxito de las visitas escolares es contar con la colaboración y complicidad de los maestros. La preparación y el entusiasmo de éstos influyen de manera decisiva en el provecho que saquen sus alumnos de su visita. Si los maestros tienen una actitud positiva, la transmitirán a sus alumnos. En cambio si el maestro ve la actividad como obligatoria e impuesta, sus alumnos percibirán lo mismo. Es recomendable que el maestro visite previamente el museo sin sus alumnos para que lo conozca y disfrute, sin la presión de tener que guardar una cierta imagen ante el grupo o la preocupación por la seguridad y conducta de sus alumnos. Lo óptimo es que hagan una cita con personal del museo para que éste les ayude a planear su visita de acuerdo a sus objetivos educativos. Si la visita previa del maestro no es factible, se le puede proporcionar un material escrito que contenga, además de los temas que va a ver, recomendaciones sobre cómo emplear adecuadamente los recursos del museo. Para potenciar esta experiencia para los escolares, Cardoso (2002) sugiere crear vínculos oficiales con el sector educativo y ofrecer cursos en los cuales los maestros aprenden más de ciencia y también para que aprendan cómo usar el museo como un apoyo a sus clases.

Durante el periodo de 1993 a 1997 se llevaron a cabo en UNIVERSUM diversos programas de colaboración con diferentes niveles del sector educativo desde preescolar hasta el universitario, incluyendo el de educación especial. El objetivo central fue mostrarle al sector educativo cómo usar el museo para sacar el máximo de provecho de éste como un apoyo a la educación formal. Los puntos centrales de tales programas fueron:

a) Visitas de sensibilización para las autoridades educativas de diferentes niveles escolares. El propósito de estas visitas fue presentarles la oferta educativa del museo y mostrarles cómo emplear el museo como un apoyo a sus programas escolares con el fin de que transmitieran esta información a las escuelas,

b) Visitas de planeación para maestros. En estas sesiones los maestros asistían sin alumnos a preparar su visita. Se familiarizaban con el museo y su oferta educativa; aprendían cómo utilizar el museo como un espacio de educación informal, analizaban dificultades particulares para el aprendizaje en un tema específico y aprendían cómo apoyarse en los recursos del museo para resolverlos.

Además, durante el periodo mencionado, se ofrecieron cursos, sobre cómo utilizar el museo como herramienta didáctica, a maestros del nivel medio superior. En este curso, que incluía una estancia en el museo, fue posible profundizar mucho más en los problemas de aprendizaje de los alumnos y las soluciones que ofrece el museo. La relación entre el sector educativo con el personal del museo fue muy fructífera para ambas partes.

La relación museo-escuela puede dar cómo resultado que los maestros modifiquen su forma de enseñar ciencia en el aula, estimulando un abordaje más experimental (Cardoso, 2002). Al museo le beneficia la experiencia docente de los maestros y su conocimiento sobre los estudiantes que lo visitan. Skramstad (2004) piensa que los museos ofrecen un modelo educativo poderoso que puede ayudar a repensar y reformar la educación.

El sistema de educación formal se beneficiaría del modelo educativo que se emplea en los museos de ciencia. En estos espacios, las actividades de aprendizaje están contextualizadas; se emplean diferentes medios lo cual

permite involucrarse con todos los sentidos; favorece la multiplicidad de estilos de aprendizaje, así como los diferentes tipos de inteligencia. En muchos casos se presenta la oportunidad de resolver problemas con la asesoría de personas experimentadas.

Por desgracia, muchas veces a los museos se les ve como instituciones de educación informal y por lo tanto como formas educativas menos importantes y valiosas que los de educación formal, por lo cual su potencial educativo ha sido subestimado. Esta situación se está revirtiendo señala Skramstad (2004). Cada vez es más frecuente observar proyectos de colaboración entre escuelas y museos. Muchas escuelas, en particular en EUA, usan los museos como sus laboratorios o realizan actividades que fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la innovación.

3.6 Su función educativa dentro de la comunidad

El modelo educativo del museo no debe limitarse únicamente a los visitantes en edad escolar ya que también pueden proporcionar experiencias educativas valiosas a los adultos. En estos recintos, los adultos pueden aprender a su propio ritmo y de acuerdo a sus intereses, en un ambiente multisensorial que les permite involucrarse a nivel intelectual y emocional. Ofrecen la posibilidad de un aprendizaje compartido, incluso intergeneracional, al confluir personas de diferentes edades, razas, niveles educativos, clases sociales, experiencias, creencias, etc. El ambiente escolar al tener programas, horarios, calendarios y estar restringido a un sólo sector de la sociedad, no permite estos grupos familiares o comunitarios y por lo tanto no puede igualar estas características del ambiente de aprendizaje colectivo Skramstad (2004).

Los museos, al ser visitados por otros públicos además de los escolares, son espacios de formación permanente; lugares para la provocación, la sensibilización; para percibir la ciencia como algo más cercano a la sociedad y que invitan a la participación en asuntos ligados con la ciencia y la tecnología (Alvarez y Sepúlveda, 2003). Skramstad (2004) sostiene que tienen el potencial para asumirse como una organización de liderazgo en la comunidad. Para lograrlo, necesitan sobrepasar lo cotidiano y las preocupaciones inmediatas de la gente, con el fin de promover que sus usuarios sientan la necesidad de

integrar sus propias vidas a compromisos mayores al asumir y mantener una responsabilidad cívica. Los museos pueden convertirse en espacios con las características mencionadas, ya que rebasan lo cotidiano con la exhibición de objetos que no son comunes a los visitantes, con historias e ideas que también rebasan este ámbito, desde una perspectiva multidisciplinaria en la cual se fusionan la ciencia, el arte y las humanidades. En estos recintos se pueden explorar una amplia variedad de temas mediante una interacción táctil, intelectual y emocional, tanto con lo que se exhibe, así como con otras personas. Son lugares de encuentro y convivencia con personas que comparten intereses que los llevan más allá de su vida personal. Para crear un espacio que cumpla con esta función dentro de la comunidad, es imprescindible emplear estrategias incluyentes.

3.7 Los museos de ciencia y la inclusión social

Los museos deben ser espacios de inclusión social, abiertos a todos, independientemente de su edad, género, raza, clase social, educación, nivel económico y creencias. Todos deben sentirse bienvenidos como miembros importantes de la sociedad y que se encuentran en un lugar seguro en el cual pueden relajarse, lejos de los peligros de la ciudad. Éste es el tipo de ambiente que se requiere para que los museos puedan contribuir a cerrar la brecha entre la ciencia y la sociedad, como espacios para el diálogo y el debate (Pavao y Vicente, 2003).

La inclusión debe estar presente en el discurso del museo de manera integral, desde la temática, la forma en que se presentan los contenidos, el diseño de las exhibiciones, las instalaciones y la relación entre el personal de la institución y el público. Como todo acto de inclusión conlleva una exclusión, la decisión de qué incluir requiere de una análisis profundo sobre la misión de los museos en su comunidad. En el taller que se llamó “Educación en museos y centros de ciencia” que se llevó a cabo en Río de Janeiro en el 2003, acordaron ciertas líneas directrices para orientar estas decisiones (Sepúlveda y Valente, 2003):

1. *El reconocimiento de las diferentes modalidades de exclusión en el tema de acceso a la ciencia y la cultura.* El público “ideal” imaginado de manera implícita por los que diseñan los espacios y actividades de

los museos es una idea excluyente. No se consideran todas las fases de desarrollo, todos los segmentos sociales, ni las diferencias entre los públicos urbanos y los de zonas rurales, los que viven lejos o los que tienen alguna discapacidad.

2. *Considerar la inclusión como un valor positivo para guiar nuestras prácticas.* Tenemos que preparamos para trabajar con diferentes públicos, los cuales deben ser identificados y conocidos con el propósito de atenderlos.
3. *Tener claro el compromiso con la sociedad.* Crear espacios para contribuir a la ampliación, diversificación y discusión de la relación de la ciencia con la sociedad, tomando en cuenta las preocupaciones e intereses de los diferentes sectores.

A estos criterios, se le pueden agregar los principios básicos propuestos por Pavao y Ferreira (2002):

1. Principio de la diversidad cultural
2. Principio de la actualidad
3. Principio de la accesibilidad
4. Principio de socios

El principio de la diversidad cultural implica aceptar que ésta existe y tomarlo en cuenta al planear, diseñar y operar el museo. El principio de la actualidad significa estar al tanto de los temas de interés, las preocupaciones de la población y de la relación de la ciencia con otras áreas del conocimiento y con el arte. Para esto último se sugiere utilizar la música, la danza, el cine, la fotografía, las artesanías y las fiestas populares, como recursos que faciliten el establecimiento de vínculos emocionales. El principio de accesibilidad implica intentar llegar a la población que no tiene acceso al museo por lo cual sugieren realizar actividades de extensión en espacios como: plazas públicas, hospitales, fábricas y reclusorios. El principio de socios implica la formación de redes y la colaboración con otras instituciones u organizaciones que comparten los mismos objetivos. El museo debe ser considerado, no como un ente aislado, sino como un nodo de estas redes, con objetivos específicos dentro de las mismas de acuerdo a sus características y potencialidades.

Para llevar a cabo exitosamente lo anterior, Pavao y Ferreira (2002) sugieren la formación continua del equipo de trabajo, atendiendo especialmente a los que tienen contacto con el público con énfasis en la calidad para convertir el museo en un espacio abierto y amigable para todos. Además, recomiendan una constante interacción con los medios para dar a conocer el trabajo que se realiza. Proponen que los museos, además de espacios de exhibición sean considerados centros culturales en los cuales convergen actividades que implican diferentes ámbitos como el arte y la educación. Un museo al proporcionar información actualizada de manera permanente se convierte en un elemento importante dentro de la comunidad, con una función fundamental dentro de las sociedades modernas y democráticas.

Un museo incluyente según Ribamar (2002) debe comprender las dimensiones históricas, culturales y políticas de los diversos niveles territoriales: local, urbano, municipal, estatal, nacional, regional y universal. El espectro del público que se atiende debe ser amplio y diverso, tomando en cuenta a todos los segmentos sociales independientemente de sus diferencias individuales y sociales, las clases sociales, etnias, edades, formaciones, habilidades, género, preferencia sexual y creencias religiosas (o ausencia de éstas). La inclusión con esta diversidad valoriza a cada persona y estimula la cooperación de los socialmente apartados con el expositor/educador, contribuyendo a la reconstrucción de su universo simbólico y emocional.

Para hacerle frente a la exclusión, Ribamar (2002) propone mantener una mirada crítica a las prácticas que la perpetúan. Los socialmente excluidos son los “otros” considerados “diferentes” de acuerdo al patrón socialmente impuesto por la civilización occidental (lo “euro-americano”). Julia Tagüeña (2005) considera que la ciencia ha contribuido a sentar las bases para luchar por la equidad al derribar mitos que contribuían a la desigualdad como la inferioridad de la mujer o de ciertas razas. Temas como éste deberían ser abordados.

Algunos ejemplos de la aplicación del “principio de socios” son los programas que se llevan a cabo en el “Museu da Vida” en Río de Janeiro (Ribamar, 2002):

a) “Fazendo e aprendendo: perspectivas para menores carentes”. (Haciendo y aprendiendo: perspectivas para los menores carentes). En este programa se apoya a menores que generalmente son excluidos de los espacios de aprendizaje y cultural en varios rubros como: escolar, psicológico, talleres y estancias en laboratorios.

b) “Transformando lixo en trabalho” (Transformando la basura en trabajo), es un programa en el cual se enseña a rescatar la basura útil y a reciclar.

c) Formación de monitores para museos y centros de ciencia: Al formar a los jóvenes para que sean guías del museo, existe un objetivo adicional: contribuir a su formación como ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno. Se les capacita para divulgar temas de su interés como los relacionados con la salud, la violencia, las enfermedades de transmisión sexual y los embarazos en adolescentes. Este proyecto es una oportunidad para reflexionar sobre la construcción colectiva del conocimiento y la popularización de la ciencia, junto con la comunidad local.

Otras prácticas de inclusión del Museu da Vida son la planeación y diseño de actividades para visitantes con necesidades especiales y los programas para llegar a la población marginada a través de exención de pago, transporte gratuito y actividades de extensión.

La tecnología actual en esta era del conocimiento ha abierto aún más la brecha entre los que tienen acceso a la información y los que no la tienen. Los museos pueden ayudar a llenar estos huecos, acercando a los niños de bajos recursos a la tecnología moderna, por ejemplo a las computadoras. Un ejemplo notable de esto es el Proyecto Clicar de la Estaçao da Ciencia en Sao Paulo, Brasil. Este proyecto fue diseñado para niños en situación de calle que viven cerca del museo. El propósito fue emplear el museo, en particular las computadoras, para interesar, educar y ayudar a la inserción social de estos jóvenes. Los resultados que reportan es que los niños conviven, regresan a la escuela, adquieren conocimientos útiles y en este proceso recuperan su autoestima (Hamburger, 2002).

Muchos museos, aplican sus políticas de inclusión participando en la revitalización de áreas urbanas degradas o insertándose en zonas remotas de la ciudad. Ejemplos de lo anterior son: La Villette en París, el “Science City” en Calcuta (India) y el “Parque da Descoberta” en Río de Janeiro (Cardoso, 2002) por mencionar algunos.

3.8 El museo glocal

El enfoque glocal, expuesto en el capítulo anterior, es idóneo para el desarrollo de un museo que cumpla con su misión dentro de la sociedad educativa de acuerdo a los lineamientos esgrimidos.

Un museo **glocal** es aquel en el que se presentan los paradigmas de la ciencia contemporánea y los conocimientos que se consideren básicos para entenderlos, incluyendo los temas actuales de interés mundial, al mismo tiempo que se presentan los problemas locales y los proyectos que se desarrollan para resolverlos con el fin de crear un sentimiento de pertenencia, compromiso y un ambiente propicio para que se apoyen este tipo de iniciativas. Contiene aspectos culturales propios del lugar como pueden ser los históricos. Presenta diferentes enfoques del tema con el fin de fomentar un espíritu crítico ante el conocimiento científico. Es un recinto en el cual se puede propiciar un impacto a nivel afectivo, empleando obras de arte de artistas locales, espectáculos u obras de teatro buscando la conexión entre la ciencia y el arte. Al divulgar la ciencia con un enfoque glocal se busca fomentar actitudes y valores que permitan una vida armónica con el entorno social y natural, con miras a un futuro promisorio para todos (Reynoso, Sánchez-Mora y Tagüeña, 2006).

Un museo glocal, es un espacio para debatir sobre temas relacionados con ciencia y tecnología con el fin de ofrecerle a la población elementos para la toma de decisiones a nivel colectivo y personal. El propósito es derribar las fronteras de la exclusión, ofreciendo algo para todos, incluyendo a los que no pueden ir al museo, a través de programas de extensión.

Dado que el museo se inserta en un lugar específico, el contexto local, es un ingrediente claramente identificable. Aquí cabe la pregunta: ¿Qué tan local tiene que ser el museo para causar impacto? La respuesta es tan local como se pueda. Esto implica ir de lo nacional, a lo regional, a lo municipal,

hasta llegar al entorno inmediato del museo. Cuando se comienza a explorar el contexto local, lo más probable es que nos encontremos con ingredientes culturales, históricos, sociales y económicos muy definidos.

La inclusión es un ingrediente fundamental en un museo glocal, por lo cual se deben considerar las características y necesidades particulares del sector de la población que se encuentra en la vecindad del museo en la planeación y operación del mismo. Muchas veces, se descubre a quiénes hemos excluido después de que el museo ha estado operando por cierto tiempo (Reynoso, 2005).

Como ya se expuso, todo acto de inclusión conlleva una exclusión. No es posible abarcar todos los contenidos, incluir todos los puntos de vista, ni satisfacer todos los intereses y necesidades del público potencial o real. Para tomar las decisiones sobre qué decir, qué no decir, cómo decirlo y para qué, es indispensable tomar en cuenta la experiencia, conocimientos y opiniones de expertos locales, así como representantes de diferentes sectores del público que vivan, conozcan y entiendan el contexto local. En el siguiente capítulo se propone una metodología para planear, diseñar y operar un museo glocal.

Capítulo IV

El desarrollo de proyectos museológicos glocales

4.1 Introducción

El reto de los museos por mantener la pertinencia en la sociedad es un proceso continuo de análisis y evaluación que ha mantenido ocupados a los profesionales de museos por años. Este proceso, señala Anderson (2004) tiene una dimensión externa y otra interna. La dimensión externa depende de factores como el contexto social, cultural y económico en que se desarrollan, los retos globales y locales a los que se enfrenta la sociedad, las nuevas tendencias museísticas, las características específicas de la comunidad cercana al museo y los intereses del público. La dimensión interna depende de las necesidades, la misión y los objetivos de la institución o empresa que desarrolla o solicita el proyecto, los recursos humanos y técnicos con que se cuenta para llevarlo a cabo así como su experiencia y visión. Dada esta diversidad de factores, la función que desempeña cada museo en su comunidad es distinta y única. El análisis previo de este contexto, en toda su complejidad, es esencial para obtener una buena comunicación con el mismo, para cumplir y mantener la pertinencia social dentro de su comunidad.

Por desgracia, es común que los museos de ciencia sean dirigidos, planeados y producidos por personas que carecen de experiencia o que no han reflexionado sobre su gran potencial educativo. Emplean fórmulas simples, limitadas y superadas para desarrollarlos y operarlos, como el modelo de déficit, en el cual expertos en el tema de la sala o futura exposición, deciden qué decir y cómo decirlo, sin tomar en cuenta a los futuros usuarios y la función del museo dentro de la comunidad en la cual está inserto.

En el capítulo anterior se argumentó que los museos de ciencia constituyen una herramienta poderosa para la labor de fomentar la cultura científica que requiere la población en un mundo globalizado, por lo cual es imprescindible recurrir a modelos y metodologías que permitan sacar el máximo provecho de este medio. El aprendizaje, ya sea en un ámbito formal, no formal o informal, es un proceso complejo en el cual intervienen muchas variables acopladas y no separables. Para el caso de un espacio informal, como los museos, no existe un modelo que incluya todas las variables que influyen en esta experiencia educativa, ni que describa este proceso en toda su complejidad. Siempre habrá factores excluidos. Por lo anterior, se debe elegir un modelo para comunicar la ciencia o una combinación compatible de éstos, que reflejen, de la mejor manera posible, la misión, los objetivos y las metas del futuro museo para el contexto en que se desenvuelve. También se requiere una metodología que facilite el desarrollo de estos espacios, optimizando los recursos humanos y técnicos con que se cuenta. El primer paso es conocer el contexto en el cual se llevará a cabo el proyecto. Para la realización del mismo una buena plataforma es la propuesta teórica/metodológica desarrollada por Chan Screven (1990). En ésta se establecen etapas claramente definidas, cada una con un tipo de evaluación basada en estudios de los visitantes, que aporta información para tomar decisiones sobre cómo continuar el proceso. La combinación de esta metodología con el modelo de la experiencia interactiva desarrollada por Falk y Dierking (1992) permite explorar, entender, desarrollar, operar y evaluar estos espacios educativos en toda su complejidad, tomando en cuenta muchas de las variables que intervienen en la experiencia y la forma en que éstas interactúan entre sí. Para estudiar estas interacciones es importante sostener conversaciones frecuentes tanto con el contexto externo, como el interno, como propone Wagensberg (2005). Los instrumentos empleados en estas conversaciones, siempre estarán enmarcados dentro de un enfoque particular de la comunicación de la ciencia para el desarrollo del proyecto. Considero que la propuesta de un museo constructivista elaborada por George Hein (1998) es una buena guía para el desarrollo de estos espacios de manera que cumplan con su misión dentro de la sociedad educativa. El modelo glocal ofrece un marco para la realización y operación de un espacio para un contexto local específico en un mundo globalizado, de manera que cada museo tenga su sello particular y que al mismo tiempo ayude a fomentar el sentimiento de pertenencia y compromiso con el entorno, tan necesarios en el momento actual. Por último, con el fin mejorar lo que el museo ofrece y

contribuir a la construcción de este campo de conocimiento, es fundamental incluir en las actividades del museo la actualización permanente de su personal, la evaluación, la investigación y la experimentación.

4.2 El análisis del contexto

4.2.1 El contexto externo e interno.

No existen fórmulas para desarrollar un proyecto de divulgación. Tampoco es recomendable reproducir o importar modelos que funcionan en otro contexto. Dada la diversidad de factores que intervienen, cada proyecto debe ser visto como un caso particular. Por lo tanto, se deberá iniciar con una evaluación del contexto en que se llevará a cabo, lo cual implica definir el territorio y la realidad del sector de la población para el que se diseñará el proyecto de comunicación de la ciencia a partir de un diagnóstico de las necesidades y los objetivos de la institución (Sánchez Mora, 2007b).

En este trabajo, se analizará el caso de los museos y centros de ciencia como proyectos de divulgación, considerando las variables relacionadas con ambas dimensiones: la externa y la interna. La dimensión externa del contexto está determinada por el entorno social, económico y cultural en el cual están inmersas las tres entidades que participan en el proyecto: la que lo solicita, la que lo realiza y la que proporciona los recursos. Muchas veces estas tres instituciones o empresas son una sola, o la primera y la segunda son la misma, pero el financiamiento parcial o total proviene de una fuente externa a la institución. Otros factores que determinan el contexto pueden ser el tiempo con que se cuenta para realizar el proyecto, los compromisos con y de la institución solicitante y las condiciones impuestas para el financiamiento.

La dimensión interna está determinada por los recursos técnicos y los recursos humanos con que cuenta la institución o empresa que realizará el proyecto. Los recursos técnicos incluyen los medios de comunicación disponibles, la infraestructura y las instalaciones que albergan el museo.

En cuanto a los recursos humanos, se requiere necesariamente de la integración de un equipo multidisciplinario compuesto por personas con diferentes competencias, habilidades y experiencias como: divulgadores,

asesores científicos, diseñadores, museógrafos, especialistas de los distintos medios que se emplearán, técnicos, artistas, pedagogos, escritores y administradores por mencionar algunos. Una vez inaugurado el museo se requiere de personal para la operación del mismo en áreas como: la atención al público, los servicios educativos, las relaciones públicas, la vigilancia, el mantenimiento y la administración. Otras áreas importantes que también requieren personal especializado son las de promoción, gestión y procuración de fondos.

El éxito del proyecto y de su posterior operación depende de la experiencia, capacidad y visión de quiénes lo dirigen y de quiénes llevan a cabo las labores. El ambiente de trabajo debe permitir y propiciar la comunicación entre todos los integrantes con el fin de que cada uno pueda desarrollar su potencial al máximo en un clima de respeto y cordialidad. La atmósfera interna se verá reflejada en el buen trato y la comunicación exitosa con el público.

El público es la razón de ser de un museo por lo cual es imprescindible conocerlo previamente para planear y diseñar el mensaje y los contenidos en función de éste. Lo que se quiere conocer del público meta dependerá de la relación que se pretenda con el mismo y por lo tanto de la mirada o miradas de la divulgación de la ciencia que subyacen al proyecto. En muchos casos se dice que el museo es para el público general, con la intención de que sea visitado por personas de todas las edades y de todos los niveles socio-culturales. Sin embargo, este público general no es un ente homogéneo, más bien se debe pensar en diferentes públicos, cada uno con sus características particulares y requerimientos específicos. Independientemente de que tan acotado o abierto hayamos definido nuestro público meta, la composición del público real que visita nuestros museos una vez inaugurados, difícilmente corresponderá a lo que se tenía contemplado como público meta.

Cuando un determinado sector de la sociedad, que estaba considerado en nuestra propuesta inicial, no va al museo es recomendable analizar las causas de su ausencia y pensar en estrategias para atraerlo. Por el otro lado, puede ocurrir que el museo reciba visitantes para los cuales no tiene mucho que ofrecer. En este caso, se requiere analizar la conveniencia de seguir contando con su presencia y si la decisión es favorable, será necesario diseñar programas y tal vez hasta espacios especiales para satisfacer sus necesidades e intereses.

4.2.2 Algunos ejemplos

UNIVERSUM, el Museo de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), inaugurado el 12 de diciembre de 1992, en el campus de Cd. Universitaria, fue pensado básicamente para un público universitario y del nivel medio superior. Al poco tiempo de haber abierto sus puertas al público nos sorprendió contar con la presencia de dos sectores de la población que no fueron considerados en el proyecto inicial: personas con capacidades diferentes y niños de primaria y preescolar. Para los primeros se hicieron algunas adaptaciones como colocar rampas y cédulas en Braille. Para el público infantil fue necesario hacer algunas adecuaciones para su estatura y tamaño, así como para su nivel de comprensión. Se diseñaron equipamientos y actividades especialmente para los más pequeños y finalmente se abrió el "Espacio Infantil", una sala para menores de 6 años (Reynoso, por publicarse).

El contexto de los museos universitarios como UNIVERSUM se distingue de otros por el hecho de pertenecer a una institución de educación superior, lo cual influye en su relación con sus públicos (incluyendo a la comunidad universitaria). Considero que en el caso de universidades públicas como la UNAM se debe aplicar las tres funciones sustantivas, investigación, docencia y difusión de la cultura, en todo su quehacer. La mayor ventaja de un museo universitario es su capital humano: personal altamente calificado en casi todas las áreas relacionadas con el museo, ya sea como creadores, realizadores, técnicos, productores o asesores. Por lo general se cuenta con recursos técnicos inigualables como talleres y laboratorios especializados. Además, tienen el potencial para formar a especialistas en cada una de las áreas requeridas. Sin embargo, pienso que lo más valioso de un museo universitario es la posibilidad de generar espacios para el análisis, la reflexión, la experimentación y la creatividad con la apertura y tolerancia que deben caracterizar a las universidades públicas. Debido a estas características tan especiales, los museos universitarios pueden desempeñar un papel protagónico en la sociedad educativa.

El contexto del Museo de la Luz fue determinante en la definición del proyecto. En 1994, la UNAM encomendó al Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC, antecesor de la actual DGDC) de la misma

universidad, el desarrollo de un proyecto museográfico en el abandonado y deteriorado extemplo de San Pedro y San Pablo ubicado en el Centro Histórico de la Ciudad de México (Fierro, 2003). Esta joya colonial, con más de 400 años de edad, ha sido testigo de acontecimientos fundamentales en la historia nacional. Construido por la Compañía de Jesús entre 1576 y 1603, funcionó como templo hasta 1767 cuando los Jesuitas fueron expulsados del país. En 1822 se instaló ahí el primer congreso constituyente ante el cual presentó juramento Agustín de Iturbide como emperador de México. En 1824, en este mismo recinto se firmó la primera constitución de México que dio origen a la actual república popular y federal. También fue biblioteca, colegio militar, cuartel, almacén de forraje, escuela correccional y café cantante. En 1922, José Vasconcelos instala en este antiguo templo, la Sala de Discusiones Libres y encarga la decoración del templo a renombrados artistas como Roberto Montenegro y Jorge Enciso. En 1929 el extemplo de San Pedro y San Pablo se integra al patrimonio universitario. Albergó la Hemeroteca Nacional de 1944 a 1979 hasta que ésta fue trasladada a su recinto actual en el campus de Ciudad Universitaria. Luego de permanecer cerrado por casi 18 años, el extemplo de San Pedro y San Pablo abrió nuevamente sus puertas al público el 18 de noviembre de 1996, como el actual Museo de la Luz (www.luz.unam.mx). A pesar de tratarse de un futuro museo universitario, el hecho de estar en el Centro Histórico de la Ciudad nos obligó a considerar un público muy distinto al que frecuenta el campus universitario. Los vecinos de este museo no serían ni estudiantes universitarios, ni profesores, sino los que viven en la zona, incluyendo a los vendedores ambulantes apostados en las calles aledañas al inmueble y los alumnos de una escuela cercana de invidentes. Este contexto tan particular llevó al equipo de trabajo del CUCC a desarrollar una propuesta integradora: un museo interactivo temático sobre la luz, en el cual se fusionarían la ciencia, el arte y la historia, dando un lugar especial al valor histórico, cultural y artístico del propio recinto. Además, se diseñaron zonas y actividades para los visitantes con necesidades especiales. El Museo de la Luz ubicado en el Templo de San Pedro y San Pablo fue cerrado en el 2010. En el 2011 fue trasladado al Colegio Chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso en el Centro Histórico de la Ciudad de México (www.luz.unam.mx,2011).

Otro caso interesante de un museo universitario que se transformó a raíz de la relación con el público real es el de la Estaçao da Ciencia en Sao

Paulo, Brasil. Se construyó en una estación de ferrocarril en desuso, cerca de un mercado municipal, en una zona de la ciudad considerada peligrosa. Al planear el museo, no se anticipó que sería visitado por niños en situación de calle que destacaban por su gran resentimiento y actitud agresiva. La visita de estos niños, volcó a todo el personal del museo a diseñar actividades para que no se sintieran excluidos, ni rechazados. Fue así como nació el Proyecto Clicar, definido como un espacio de inclusión social y digital con actividades de educación no formal para jóvenes en situación riesgo social y personal que visitan el museo de forma espontánea (www.eciencia.usp.br). Los resultados que reportan son sorprendentes. A través de este proyecto han logrado fortalecer la autoestima de estos usuarios, motivándolos a retomar sus estudios, a reintegrarse a sus familias y a que vean mejores perspectivas para su futuro.

Estos tres ejemplos ilustran cómo el contacto con el público real, muchas veces nos lleva a reflexionar sobre nuestra misión en la sociedad en la cual estamos inmersos, obligándonos a recapacitar sobre nuestros objetivos. Este contacto nos impulsa a llevar a cabo adaptaciones, diseñar nuevos programas y pensar en estrategias que fomenten una mejor comunicación con nuestros visitantes.

4.3 Los públicos de los museos de ciencia

El público que visita nuestros museos no es un ente homogéneo. Se podría decir que es un grupo tan heterogéneo, multifacético e impredecible como los individuos que lo conforman (Burns, et. al. 2003). La composición del público que visita nuestros museos depende del contexto social, cultural y económico en que está inmerso, pero también de la imagen que se proyecta, las expectativas generadas, así como de lo que se ofrece en términos de contenidos y actividades.

En el capítulo anterior se vio como fueron evolucionando los museos como resultado de los cambios en su contexto. Estas modificaciones se manifiestan también en los públicos que buscan atraer y la relación con los mismos. Cuando los museos tradicionales, de colecciones, abrieron sus puertas al público, existía una frontera muy definida entre el espacio privado del museo y el de los visitantes. En el primero se encontraba el curador, el

científico y los expertos, que eran los responsables de los contenidos de lo que se exhibía. Del otro lado estaba el visitante, que sólo podía observar pasivamente los objetos. Esta separación llevó a un desconocimiento total el uno del otro. Los expertos (los curadores, los científicos) consideraban al público ignorante y decidían por ellos, lo que deberían saber. Por supuesto estas decisiones no tomaban en cuenta los intereses del público, ni el impacto que tendrían en el mismo. El público, al no conocer a los expertos, ni cómo trabajaban, se sentían ignorantes o simplemente no se interesaban por el material expuesto. El visitante era claramente eso, un individuo que estaba presente en un espacio con permiso, en un lugar que le era ajeno y en el cual debía observar ciertas reglas de comportamiento.

Poco a poco esta frontera entre expertos y público se fue haciendo cada vez más difusa, así como la división entre el espacio público y el privado. La composición del público cambió. Los museos pasaron de ser recintos reservados para sectores muy reducidos de la población que se caracterizaba por tener un nivel económico y cultural, cercano al del científico o curador, a ser espacios que invitaban a un amplio espectro de la sociedad: escolares, familias, personas de la tercera edad y discapacitados, cada uno con sus propias necesidades que tiene que ser atendidas (Hooper-Greenhill, 1995). Además cambió la conducta y la actitud que adoptan los visitantes dentro de estos recintos. El público pasivo de los museos tradicionales pasó a ser público activo en los museos interactivos. Además, como señala Anderson (2004) el público es cada vez más exigente y crítico. No es que antes no estuvieran presentes, sino que simplemente se daba por hecho que el visitante se beneficiaba y valoraba lo que se le presentaba. El impacto de este cambio se ve reflejado en la forma de administrarlos, la forma en que se desarrollan las exhibiciones, cómo se conforma el equipo de trabajo para hacer y operar el mueso, a quién se contrata y que se incluye en cuanto a contenidos y actividades.

Hoy en día, en la mayoría de los museos de ciencia, el experto ya no es el único que opina sobre el contenido del museo. Los demás integrantes del equipo de realizadores también participan en las decisiones. Se efectúan estudios de público para desarrollar y evaluar las exposiciones. En algunos museos se cuenta con un espacio en el cual se presentan equipamientos que están a prueba para que el público real pueda opinar sobre los mismos.

Se establece así una comunicación mucho más fluida entre el museo y sus visitantes. En otros museos se da un paso más, incorporando visitantes al proceso mismo de creación de las exposiciones.

El nivel y la calidad de la interacción dependerán de sus contenidos, de cómo se presenten y del trato con el público. Cuando el museo funciona como centro de información, de apoyo al sistema escolarizado o como un sitio de educación continua, el visitante adopta una actitud más bien de usuario.

Los museos que se asumen como centros de diversiones han propiciado otro cambio más el de visitante-cliente. Dado el carácter comercial de estas instituciones, el visitante se convierte en un cliente que ha comprado un servicio y se siente con derecho a exigir.

Una proporción considerable del público que visita los museos es escolar, por lo cual es recomendable colaborar estrechamente con el sector educativo y desarrollar programas y actividades específicos orientados a satisfacer sus intereses y necesidades, pero sin perder de vista la naturaleza del museo como un espacio de educación informal. Este tema fue abordado en el capítulo III.

La línea divisoria entre las categorías de público-visitante, público-cliente y público-usuario, no es precisa. En la mayoría de nuestros museos encontramos que la relación que se establece con el público tiene, en mayor o menor proporción, una combinación de los tres.

Al tratar de definir el contexto y el público de los museos Gillian Thomas (2002) analiza las variaciones demográficas y los cambios en los estilos de vida de la sociedad para pensar en nuevas estrategias y tendencias en museos de ciencia. Señala que es importante tomar en cuenta que los cambios en la composición del público son un reflejo de la evolución de la sociedad. Por lo general se ha considerado a niños y jóvenes como el público meta principal. Sin embargo, en algunos países europeos se observa que la población envejece por lo cual sugiere poner más atención a la población adulta, sobre todo en los de la tercera edad. Lo anterior implica, adaptaciones físicas, espacios más silenciosos, actividades especiales, oportunidades para socializar y temas de su interés. Observa también un cambio en los

grupos familiares, hijos con padres divorciados o con un solo adulto, así como personas solas. Para atraer esta parte de la población, los museos tienen que cambiar su imagen para no dar la impresión que son sólo para niños. Otro grupo que se deberá tomar en cuenta es el de los turistas por lo cual es importante crear atracciones turísticos-culturales, lo cual es particularmente importante en ciudades que no tienen el atractivo del clima. Las necesidad de generar "industrias culturales" que revitalicen economías y generen empleos, también han ejercido un impacto en el mundo de los museos.

En la siguiente sección se presentarán algunos lineamientos para planear, desarrollar y operar museos a partir de un análisis del contexto, tomando en cuenta la complejidad que implica la interrelación entre todos los factores involucrados en el desarrollo de la experiencia museística, así como la función que estos espacios pueden desempeñar dentro de la sociedad educativa.

4.4 Una propuesta metodológica

4.4.1 Consideraciones generales

Los museos de ciencia son proyectos complejos por su temática, el abanico de públicos a quiénes sirven, la variedad de medios empleados para exhibir, los compromisos con el contexto en que están inmersos y la diversidad de personas que intervienen en el desarrollo del mismo en cuanto a su formación, experiencia y maneras de pensar. Es imprescindible contar con una metodología para planear, desarrollar y operar el museo que garantice, en la medida de lo posible, el cumplimiento de los objetivos, la satisfacción de las necesidades e intereses de los destinatarios, la optimización de los recursos disponibles, así como la comunicación al interior del equipo de trabajo. Esta metodología debe incluir formas para evaluar resultados parciales del proceso que aporten criterios para continuarlo o para hacer las modificaciones pertinentes. La información requerida para establecer estos criterios depende del modelo de divulgación de la ciencia y la mirada o miradas empleadas para llevar a cabo el proyecto.

Puede ocurrir que ni el modelo, ni la mirada o miradas utilizadas para llevar a cabo el proyecto, sean actos concientes por parte de quiénes

lo desarrollan pero siempre estarán presentes. Esta situación se da sobre todo cuando los directivos y equipos de trabajo carecen de experiencia y una formación sólida en el campo de la comunicación de la ciencia. Sin embargo, estos modelos y las miradas, ya sea concientes o no, serán decisivos en la selección de los contenidos, la forma de comunicarlos, la conformación del equipo de trabajo, la comunicación al interior del mismo y la relación con los destinatarios.

Por ejemplo, si el equipo de trabajo tiene una visión de la ciencia como un conocimiento cercano a la "verdad absoluta" y superior a cualquier otra forma de comprender el mundo, entonces pensarán que los idóneos para definir los contenidos del museo, así como qué es lo que la población requiere saber, son los científicos. En casos como éste, lo "natural" y dicho sea de paso, lo más fácil, es emplear un modelo de déficit para divulgar la ciencia. La fórmula utilizada es buscar a expertos en el tema para que sean ellos los que decidan los temas que se abordarán en la futura sala, exposición o museo. Los realizadores en un esquema como éste se limitan a convertir las ideas y conceptos de los científicos en algo tangible y atractivo.

En cambio, si se tiene una visión en la cual se considera que la ciencia es una construcción social, que depende del contexto en que se desarrolla, sin descalificar o menospreciar otras formas de ver y comprender el mundo, entonces se buscarán fórmulas más incluyentes, para la conformación del equipo de trabajo, los públicos a los cuáles se dirige y a la forma de involucrarlos en la planeación de lo que se va a comunicar. Los contenidos del futuro museo o exposición serán producto de consensos logrados a través del diálogo entre los integrantes del equipo de trabajo y el contexto en el que se lleva a cabo.

A continuación se expondrán propuestas que sirven de base para tomar en cuenta una amplia gama de variables del contexto, así como la optimización de los recursos disponibles. Se expondrán dos aspectos generales: una metodología que permite dar orden y estructura al proceso y modelos que facilitan la exploración de la complejidad del mismo.

4.4.2 Las etapas de un proyecto museístico:

La propuesta teórica y metodológica de Chan Screven (1990) proporciona un excelente marco de referencia para los fines mencionados. Propone cinco etapas para el desarrollo museístico: a) la planeación, b) el diseño, c) la construcción y el montaje, d) la ocupación y e) la etapa remedial. A cada una de estas etapas le corresponde un tipo de evaluación que permite corregir errores en versiones prelimares del producto antes de continuar a la siguiente etapa. Screven llama evaluación al proceso mediante el cual se obtiene información diversa sobre los visitantes en relación al tema a tratar y el mensaje transmitido. La información recabada a través de este diálogo con los visitantes permite responder a preguntas cómo: ¿entenderán?, ¿qué entenderán?, ¿funcionará? Este diálogo con el usuario debe ser inherente a todo el proceso de desarrollo del producto y por lo tanto debe iniciar con el arranque del proyecto. Se podría pensar que la evaluación tiene aspectos negativos: cuesta dinero, toma tiempo e impide que se pueda desarrollar el producto rápidamente, razón por la cual muchos museos prefieren no realizarla y basarse únicamente en su experiencia. Sin embargo, el poder anticipar problemas o deficiencias potenciales en una fase inicial o intermedia del proceso permite hacer las correcciones o modificaciones requeridas en versiones preliminares del mismo, antes de invertir más tiempo, dinero y esfuerzo. Por lo tanto, la evaluación no es un gasto innecesario, es una herramienta sumamente útil y debe estar incluida tanto en el cronograma de acciones a realizarse, como el presupuesto general del proyecto.

La información obtenida a través del diálogo con los visitantes, no es suficiente. También es necesario tomar en cuenta la opinión del equipo de trabajo involucrado en el desarrollo del museo, así como de otros profesionales expertos externos al proyecto. Se deben consultar a especialistas que representen los diferentes ingredientes del proyecto: el contenido, la divulgación de este contenido, el empleo de cada uno de los medios, la promoción, la relación con el público, así como otros aspectos operativos y administrativos.

Otra ventaja de este modelo es que sirve de base para organizar el trabajo porque ofrece un marco para la comunicación y colaboración dentro del equipo que lo lleva a cabo, permitiendo establecer responsabilidades y límites

de autoridad de cada uno de los sectores que participa en el proyecto. Por eficiencia, no es recomendable que todos los sectores participantes tengan la misma presencia y autoridad en cada etapa. Aunque es difícil establecer las fronteras entre los distintos campos de acción de los participantes, lo recomendable es que sea el experto de cada área (el tema, cómo se divulga, el uso del medio o cuestiones de carácter técnico) el que tenga la última palabra. Al término de cada etapa se debe contar con documentos y/o productos parciales que servirán de base para pasar a la siguiente fase. Estos documentos reciben el nombre de guiones y son los siguientes: el temático, el conceptual, el museográfico y el museológico. A continuación se describen las etapas del proceso.

El éxito del proyecto depende de una buena coordinación. Un buen coordinador debe reunir varias características profesionales y personales. En cuanto a las profesionales, la primera es que sea un divulgador con experiencia en museos. Un divulgador de la ciencia, generalmente no es experto en el tema pero sí posee una cultura científica básica que le permite documentarse sobre el mismo, buscar la asesoría de los expertos y llegar a un nivel adecuado de comprensión para comunicarse tanto con los investigadores como con los realizadores. También debe saber lo suficiente de los medios que tiene a su disposición para desarrollar el proyecto museográfico y comprender las limitaciones y potencialidades de cada uno. En cuanto a las características personales, debe tener dotes de liderazgo, pero al mismo tiempo una actitud de respeto hacia sus colegas y capacidad para reconocer sus conocimientos y experiencia en el campo de su especialidad. Será el responsable de la buena comunicación al interior del grupo de colaboradores por lo cual debe generar un ambiente de trabajo cordial y de colaboración en el cual cada integrante pueda explotar su creatividad y dar lo mejor de sí. Por último, debe tener aptitudes para las relaciones públicas cuando se requiera. En algunas instituciones, se cuenta con personas encargadas de las relaciones públicas, la promoción y la gestión. En este caso el coordinador no tendrá que desempeñar este tipo de actividades personalmente, pero si es fundamental que colabore con los que las realizan.

A continuación se describen las etapas de desarrollo de una exposición o museo, utilizando como base, la propuesta de Screven (1990).

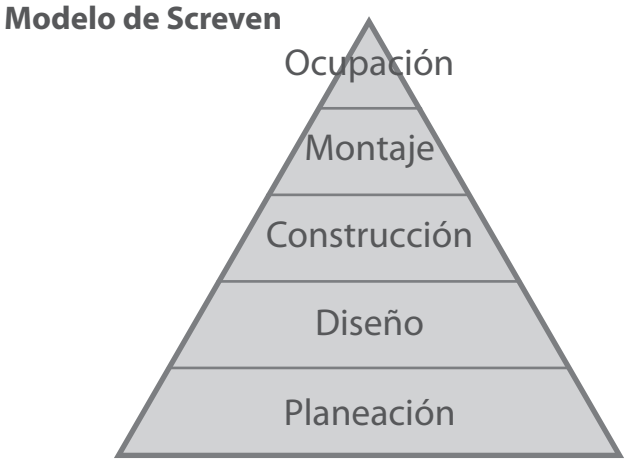


Fig. 4.1 Etapas de desarrollo de una exposición

1. La etapa de planeación. Esta etapa inicia con la elaboración del guión temático de la exposición, sala o museo en el cual se presenta el tema general desglosado en subtemas. Frecuentemente este guión temático es elaborado por un grupo de investigadores en el campo de la ciencia de la futura exposición, sala o museo, a solicitud de la institución que requiere y/o realizará el proyecto. Sin embargo, debido a que por lo general los expertos en el tema, no lo son en la divulgación de éste, lo más recomendable es que este guión temático sea elaborado por divulgadores con experiencia en proyectos museológicos asesorados por los científicos (cuando se requiera). Para convertir este guión temático en un conjunto elementos tangibles y actividades además de definir el tema y los subtemas, es preciso establecer los objetivos y los mensajes a comunicar considerando un público meta.

La evaluación que se lleva a cabo en esta etapa recibe el nombre de previa o frontal. Comienza con el análisis del contexto del futuro museo o exposición. En cuanto a los destinatarios potenciales, además de conocer las características demográficas de los mismos, se intenta averiguar aspectos como sus conocimientos previos, sus principales dificultades para entender el tema, sus intereses, sus necesidades.

El resultado final de esta etapa debe quedar plasmado en un documento base que se llama guión conceptual. Este documento comprende toda la

información requerida para el equipo de trabajo en cuanto al contenido de la futura sala o exposición. Debe estar escrito a un nivel de divulgación, ya que se trata de un documento de consulta para el equipo de trabajo que realizará el proyecto y que no son expertos en el tema. Además del desglose por temas, es conveniente que se incluyan sugerencias para comunicar el concepto o idea con propuestas del medio idóneo, recomendaciones sobre cómo presentarlo al público, actividades y materiales complementarios. Los participantes fundamentales en esta etapa son el coordinador del proyecto, los divulgadores y los asesores científicos.

2. La etapa de diseño. En esta etapa se desarrolla la propuesta del museo o exposición con versiones preliminares de los elementos que se usarán con especificaciones de carácter divulgativo, técnico, estético y económico. Se define la planta museográfica designando un lugar y las necesidades para la comunicación de cada tema. En el caso de que se decida incluir actividades como talleres, demostraciones o espectáculos se deben diseñar los espacios para llevarlas a cabo, como pueden ser un foro, áreas de demostración o espacios para talleres que estén aislados física y acústicamente con toma de agua, piso impermeable y una bodega para almacenar materiales.

La evaluación que se lleva a cabo en esta etapa se llama formativa. Se analizan prototipos con el fin de anticipar posibles errores en el diseño de los equipamientos, ya sea de tipo conceptual, comunicativo, técnico, estético, de seguridad y costos, por mencionar algunos. Es muy importante que la retroalimentación en esta etapa sea lo más pronto posible, antes de que se invierta más tiempo, dinero y esfuerzo. No se requiere hacer una investigación exhaustiva para tener la retroalimentación del público. Taylor y Serrell (1991) consideran que la observación durante una hora a unas diez personas del público aporta información invaluable y suficiente. Esta observación puede llevarla a cabo el mismo personal con una breve capacitación en el campo de la evaluación. En el capítulo anterior se mencionó que algunos museos destinan un espacio especial para estos fines para que el público opine sobre equipos que están en proceso de construcción.

Esta es una fase muy creativa y conceptual del proyecto en la cual participan todos los realizadores (técnicos, diseñadores, expertos en los distintos medios que se emplearán) asesorados por los que participaron en la

etapa de planeación. Es altamente recomendable iniciar la fase de diseño del proyecto con una presentación del mismo al equipo realizador seguido de una discusión colectiva sobre cómo comunicar el tema. Este ejercicio tiene dos ventajas: a) es un buen ejercicio de divulgación para los especialistas debido a que los realizadores seguramente tendrán intereses similares y los mismos problemas para comprender el tema que el público meta y b) los realizadores estarán en mejores condiciones de proponer formas de comunicar el tema si lo entienden. Este ejercicio será todavía más rico si el grupo divulgador y los asesores en el área educación aportan sus observaciones sobre las dificultades para comunicar el tema y las posibles soluciones. De esta manera se evitan imposiciones por parte de personas que no son expertos en los medios, al mismo tiempo que se da un espacio a la creatividad y optimización de recursos. Al concluir esta etapa se debe contar con un guión museográfico. Éste debe incluir: diseños, textos, protocédulas, guiones, especificaciones técnicas, presupuestos, la planta museográfica y todo lo requerido para transformar las ideas y conceptos expresados en el guión temático en objetos y actividades tangibles.

3. Etapa de construcción y montaje. Como su nombre lo indica, en esta fase se desarrollan los equipos propuestos y se procede al montaje de la exposición. La evaluación que se lleva a cabo en esta etapa es una continuación de la formativa con la intención de realizar los últimos ajustes. Aunque la responsabilidad fundamental en esta etapa recae sobre los que están construyendo los equipos, el coordinador, los divulgadores y asesores científicos deben estar presentes para vigilar que no se comentan errores de contenido y para prevenir posibles errores de interpretación.

4. La etapa de ocupación. Esta etapa comienza cuando la exposición se abre al público. La evaluación que corresponde a esta etapa recibe el nombre de sumativa. Esta evaluación ofrece la primera oportunidad de analizar la función de cada componente específico en el contexto general de la exposición ya que anteriormente sólo se había evaluado cada elemento de forma aislada. Lo que se decida indagar a través de esta evaluación depende de quién solicita el estudio y con qué fines. En cuanto a los equipos y actividades, se pueden evaluar varios parámetros como: el contenido, cómo se comunica, el diseño, el uso de cada medio, cuestiones de carácter técnico, el mantenimiento, la seguridad y los costos. En cuanto al público se pueden

analizar factores como: el impacto producido por cada exhibición, la conducta de las personas ante cada uno y dentro del espacio, las conversaciones que se generan, las opiniones sobre lo que se exhibe, lo que aprendieron, lo que les gustaría saber y sus sugerencias. Además se puede evaluar el impacto general de la exposición y la calidad del servicio. En la evaluación sumativa se detectan problemas, deficiencias y resultados no anticipados, tanto positivos como negativos. Debido a que diferentes partes o actividades del museo o exposición atraen a distintos usuarios, es recomendable llevar a cabo un estudio más detallado sobre la relación entre cada público específico y el impacto producido en cada caso.

5. La etapa remedial: El objetivo de esta evaluación es corregir las falles detectadas en la evaluación sumativa. Cabe mencionar que si se llevaron a cabo las evaluaciones en las etapas anteriores de manera adecuada y se utilizaron los resultados para hacer los cambios pertinentes, las modificaciones a realizarse deben ser mínimas y relativamente sencillas. Si las modificaciones requeridas son más de fondo será necesario regresar a algunas de las etapas anteriores, ya sea la de planeación, diseño o construcción, para hacer la corrección pertinente.

El resultado general y final del proceso debe quedar plasmado en un documento que se llama guión museológico que incluye los guiones anteriores: el temático, el conceptual y el museográfico, así como recomendaciones para la organización y operación del museo o sala. Otros documentos que pueden acompañar este guión museológico son textos complementarios, libros sobre la exposición, guías de la exposición, materiales didácticos, las evaluaciones, planos de construcción, instructivos de mantenimiento, manuales para la capacitación de los guías de la exposición o sala, así como todos los folletos y materiales que se hayan utilizado para la promoción y/o consecución de fondos por mencionar a algunos. Dada la riqueza de la información contenida en estos documentos, éstos pueden servir de base para publicaciones formales.

Es común que la evaluación sumativa sea efectuada por evaluadores externos que no participaron en el proyecto. El hecho de que sea evaluado por un grupo externo tiene la ventaja de la supuesta “objetividad”, ya que pueden ver el resultado con “ojos externos”. La desventaja es que la evaluación pueda

adolecer de ser “demasiado externa” y por lo tanto poco útil al desconocer las condiciones en que se desarrolló y los problemas que se hayan suscitado. Lo anterior es particularmente grave cuando las decisiones de mejoras se basan en las propuestas de los evaluadores externos quienes no conocen las razones por las cuales se tomaron ciertas decisiones. Por otro lado, si los evaluadores son internos o son el mismo equipo de trabajo que llevó a cabo el proyecto, se corre el riesgo contrario, el de la poca objetividad. Por tal motivo propongo que se lleven a cabo las dos evaluaciones: la interna y la externa y que las decisiones para mejorar la exposición o el museo se basen en ambas.

4.4.3 Evaluaciones internas y externas

A lo largo de todo el proceso se propone llevar a cabo una evaluación interna efectuada por el equipo realizador. La evaluación en las distintas fases del proceso ayuda a delimitar los objetivos y la temática del proyecto, permite detectar problemas potenciales en cualquiera de estas etapas y proporciona criterios fundamentados para tomar decisiones para mejorar o modificar el producto.

Además de estas evaluaciones parciales es conveniente una autocrítica realizada por todos los involucrados en el proyecto en la cual cada uno da una opinión fundamentada sobre el resultado de su participación en el mismo.

La evaluación externa, desde mi punto de vista, debe ser efectuada por evaluadores profesionales que no hayan participado en el proyecto, a petición de la institución interesada en el estudio y a partir de determinadas indicaciones aportadas por la misma. En esta evaluación debe reflejar en primer término las impresiones del público. Sin embargo, también es sumamente enriquecedor tomar en cuenta las opiniones de profesionales externos que no hayan participado en el proceso, para que opinen sobre el rubro de su competencia. Se puede incluir en el grupo consultado a científicos especialistas en el tema, divulgadores y expertos en cada uno de los medios empleados. Estas evaluaciones, que más bien son instrumentos de trabajo, se basan en conversaciones con el contexto interno y externo en los términos que señala Wagensberg (2006).

En cuanto a la metodología para llevar a cabo estos estudios Burns, *et. al.* (2003) consideran que el impacto y las consecuencias de la comunicación de la ciencia no son fáciles de estudiar científicamente ya que ocurren en el "mundo real" más que en condiciones controladas en un laboratorio por lo cual requieren de destrezas provenientes de las ciencias sociales, más que de las naturales. Los estudios cuantitativos permiten conocer la opinión de una muestra grande, pero la información obtenida es limitada. Para comprender mejor el impacto de la comunicación de la ciencia es preferible emplear métodos cualitativos. Es importante reconocer que el impacto de las acciones realizadas para comunicar la ciencia rara vez es inmediato, más bien es a largo plazo cuando los destinatarios reflexionan sobre su conocimiento, viven otras experiencias y reorganizan sus ideas. La comprensión no es una condición binaria de se tiene o no se tiene, más bien es un proceso gradual. La comunicación de la ciencia debe ser entendida como una práctica de producir y negociar significados, que siempre se dará bajo condiciones específicas de acuerdo al contexto social, cultural y político.

En cuanto a los instrumentos que se puede utilizar para la evaluación, varios autores como Denise Studart y sus colegas (2003) así como Carmen Sánchez (2007b) proponen utilizar un enfoque múltiple que permita evaluar diferentes aspectos y parámetros, ya que éstos ofrecen información complementaria. Se pueden emplear, cuestionarios, registros de observación, encuestas y medios menos formales como conversaciones con diferentes públicos.

Algunas sorpresas que nos puede dar la evaluación son: la persistencia o reforzamiento de conocimientos previos que van en contra de lo que se pretende comunicar, inquietudes o intereses del público no considerados, uso no contemplados de los equipos, mensajes "ocultos" no pretendidos y la no comprensión de los mensajes que si fueron intencionados.

Toda la información obtenida en ambas evaluaciones es importante y complementaria. Para llevar a cabo las modificaciones pertinentes, es importante considerar los resultados de las dos evaluaciones, la interna y externa. También es conveniente que toda esta información se integre en un expediente, junto con los documentos utilizados para la realización del proyecto. Este documento, además de servir de memoria del proyecto, es un referente para las modificaciones, así como para productos futuros.

Para concluir, menciono algunas ventajas adicionales de la evaluación:

a. Obliga al equipo de trabajo a mantenerse ocupado en lo prioritario: el público y no en cuestiones externas al proyecto.
b. Estimula y facilita el trabajo en equipo.
c. Involucra al visitante.
d. Los resultados obtenidos permiten el intercambio con otros museos y contribuye al fortalecimiento del campo de conocimiento.

La evaluación es un campo profesional emergente. Cuando estos proyectos se llevan a cabo en una institución académica en la cual se evalúa al personal que participó para fines de contratación, recontratación, promoción o definitividad, informes como los mencionados sirven como prueba del trabajo realizado. Los informes de evaluación pueden ser la base de comunicaciones formales y artículos.

4.5 Explorando la complejidad.

4.5.1 La complejidad y los museos de ciencia

Los museos requieren de un gran esfuerzo colectivo a lo largo de un periodo de tiempo prolongado y una inversión económica importante por lo cual existe mucho interés en medir el éxito que tienen. Algunas preguntas frecuentes son: ¿Qué significa que el museo sea exitoso? y ¿Cómo medirlo? Wagensberg (2005) afirma que el número de visitantes es un indicador, pero no nos da información sobre el impacto causado. ¿Cómo evaluamos si nuestros museos estimulan el interés por la ciencia?, ¿Si estimulan a las personas a querer saber más, a leer, a buscar las respuestas, a hacer más preguntas en clase, a buscar otros programas en la televisión? ¿Qué conversaciones se generan durante y después de la visita? Para responder a estas preguntas, sugiere una comparación entre el antes y después de la visita, no sólo de manera inmediata, sino a largo plazo. Reconoce la dificultad que implica medir qué sucede fuera del ámbito del museo, por lo cual recomienda recurrir a las conversaciones que se generan entre los visitantes durante su estancia en el museo. Wagensberg (2006) considera que una buena medida del impacto del museo es si genera o no conversaciones sobre lo que se exhibe. Si éstas

no tienen nada que ver con lo que se presenta, es una mala señal. Si por lo contrario, la conversación de lo vivido en el museo continúa fuera del mismo, es recordada y tiene un efecto en sus vidas semanas, meses o años después, es una buena señal. Por desgracia, como sucede con todas las actividades y productos de divulgación de la ciencia, medir el impacto de éstas a largo plazo, es difícil no sólo porque las complicaciones de establecer contacto con los visitantes posteriormente, sino también porque es casi imposible aislar el efecto de la visita de las experiencias e informaciones recibidas en otros ámbitos y a través de otros medios, así como la forma en que se incorporan estos recuerdos en sus esquemas mentales. Independientemente de estas dificultades, los criterios empleados para describir y analizar este impacto dependerán de los objetivos planteados para hacer esta evaluación y por lo tanto de la mirada de comunicación de la ciencia que se tenga.

En esta tesis se ha argumentado que debido a que los museos poseen características particulares y únicas, pueden desempeñar un papel protagónico dentro de la sociedad educativa. Desde esta perspectiva, el éxito de un museo deberá ser una medida de su potencial educativo y del impacto que puede producir en la vida de los individuos en esos términos. El tema del aprendizaje en espacios de educación informal se abordó en el capítulo III y se argumentó que la discusión sobre si se aprende o no en éstos ha sido reemplazada por la pregunta de cómo se aprende y qué hacer para incrementar ese potencial educativo de los mismos (Reynoso, 2000).

Carmen Sánchez (2012) afirma que el aprendizaje que se da en un museo es personal, provisional, impredecible, idiosincrásico, absolutamente dependiente del contexto y por lo tanto diferente y único para cada visitante. Depende de las condiciones iniciales del visitante en cuanto a conocimientos previos, motivaciones e intereses en lo que se exhibe (Falk y Storsdieck, 2005), así como de la infinidad de detalles e interacciones complejas entre los individuos, los espacios y las situaciones que se presentan en el recinto (Falk y Dierking, 2000 citado en Sánchez, 2012).

Si consideramos que muchas experiencias, no sólo las que ocurren en el ámbito escolar, contribuyen a la construcción del conocimiento sobre el mundo en el que vivimos, la visita a un museo puede hacer una aportación importante a este proceso. De ahí la importancia de contar con una

metodología que permita el desarrollo de experiencias significativas tomando en cuenta la complejidad del proceso de aprendizaje en general y en el museo en particular.

Además, de la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en sí, surgen complicaciones adicionales al tener que planear y diseñar exhibiciones y actividades para una diversidad de usuarios. Por otro lado, el contenido mismo de estas exhibiciones y actividades, también es complejo. Para explotar el potencial educativo de los museos y contribuir a la construcción de una cultura científica es necesario presentar mucho más que la mera información científica. Wagensberg (2005) argumenta que además de mostrar los resultados de las investigaciones científicas, se deben presentar los procesos empleados para obtenerlos, así como los criterios empleados para determinar su confiabilidad y validez.

Considera que en ciencia, la crítica del conocimiento es tan importante como el conocimiento mismo y que el motor que mueve la ciencia es el reconocimiento de la ignorancia. El error no es algo negativo, el reconocimiento de un error ayuda al avance de la ciencia. Edgar Morin (en Gutiérrez Carlín y Monfort Guillén, 2005) arguye que el progreso de la ciencia necesita que existan conflictos entre las teorías. Por lo tanto, en un museo, cuando existen maneras alternativas para conocer algo es importante mostrarlas. Esta manera de abordar y de mostrar qué es ciencia, invita a las personas a pensar críticamente sobre cualquier asunto. Wagensberg (2005) declara que en sociedades muy dictatoriales, no es algo que se estimule. Es preferible mantener a la sociedad con la idea de que hay personas más capaces que ellos tomando las decisiones. Al mostrar estos caminos no lineales de la ciencia, se está desmistificando e invitando a las personas a construir su "propia verdad" a través de un pensamiento independiente. Comenta que si se hace con humor, ironía y autocrítica, se le quita el carácter dogmático.

En el capítulo II se abordó el tema de la cultura científica que requiere el ciudadano en la época actual. Se presentaron diferentes posturas para determinar los objetivos, los contenidos y las destrezas requeridas, así como los valores y las actitudes que se deberían promover para la toma de decisiones en asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones. Se mencionó la importancia de no circunscribir el estudio de la realidad solamente

a un campo de conocimiento debido a que como señala Morin (en Arredondo, 2005) la compartimentación del conocimiento y su especialización impiden comprender el andamiaje completo por lo cual propone abordar los problemas a partir de lo que denomina el pensamiento complejo. Lo complejo recupera la incertidumbre, la incapacidad para lograr la certeza, de formular una ley eterna y de concebir un orden absoluto, así como la lógica y la necesidad de evitar contradicciones (Morin, 2006). Por último, para ubicarse dentro del mundo globalizado es recomendable emplear el enfoque glocal propuesto previamente. El enfoque glocal toma en cuenta el conocimiento global, su adaptación al contexto local, la problemática local con sus soluciones, así como los intereses, necesidades y cultura de la población.

Ante este panorama, el desarrollo de una propuesta museográfica debe basarse en una metodología que permita explorar la complejidad en todos los rubros mencionados: el aprendizaje en un ámbito informal considerando la diversidad de usuarios, la temática que se pretende comunicar, el papel potencialmente protagónico que puede desempeñar el museo como elemento importante dentro de la sociedad educativa y la conveniencia de fomentar el pensamiento complejo para cumplir con esta misión. Las propuestas de la Nueva Museología descritas en el capítulo anterior son un reflejo de esta necesidad para la cual se integra a representantes de la comunidad en el proceso creativo.

4.5.2 El modelo de la experiencia interactiva

George Hein (1998) manifiesta que el cambio en la definición y los objetivos de los museos obedece al cambio en la concepción que se tiene de la educación en general. Hoy en día, el aprendizaje se ve como una interacción activa con el medio ambiente. Bajo este enfoque la experiencia vs. la acumulación de información adquiere un lugar especial en el esfuerzo educativo. Afirma que el valor de la experiencia ha sido reconocido por varios autores como Dewey y Piaget. Sin embargo, existe una idea bastante generalizada en la sociedad de que la educación implica el “aprendizaje” de hechos, datos e información. Bajo el enfoque tradicional de la educación, el museo no tiene mucho que aportar, debido a que no es el mejor lugar para obtener todo tipo de informaciones. Sin embargo si tienen mucho que ofrecer en cuanto a experiencias únicas y novedosas, aunque e no todas se puedan

calificar de educativas. El ser humano es complejo, por eso es útil contar con un modelo para describir su comportamiento y por consiguiente para discutir, organizar y evaluar situación educativas (Hein, 1998).

El Modelo de la Experiencia Interactiva desarrollado por Falk y Dierking (1992) es una buena base para el desarrollo de proyectos museísticos considerando una gran cantidad de variables, así como la compleja relación entre éstas. Como se vio en el capítulo III, este modelo fue propuesto por los autores para analizar cómo se da el aprendizaje en los museos desde el enfoque de la educación informal. Se basa en la experiencia de visitar un museo, la cual no se restringe únicamente a lo que ocurre dentro del mismo. Esta experiencia comienza desde el momento en que surge la idea hacer la visita, los preparativos para ir, la llegada y todo lo que se vive mientras se está ahí. Continúa tal vez años después con los recuerdos de lo vivido y la incorporación de éstos en los esquemas de conocimiento de cada individuo. El modelo facilita la planeación, el diseño, la construcción, la operación y la evaluación de un proyecto museístico tomando en cuenta una gama de experiencias posibles de un amplio espectro de visitantes con una diversidad de características, intereses y necesidades. Nos muestra que la experiencia de cada persona es única y lo será cada vez que visite el museo. Se basa en el concepto de que la experiencia de visitar un museo depende de la interacción entre tres contextos: a) el personal, b) el social y c) el físico.

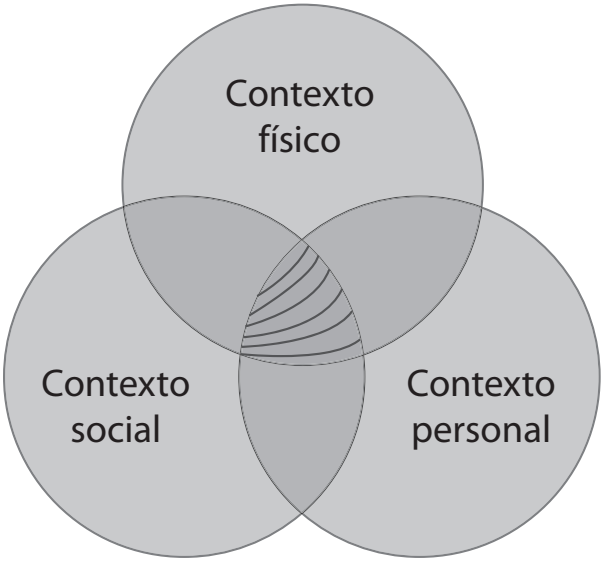


Fig. 4.2 Modelo de la experiencia interactiva

A continuación se hace una breve descripción de cada uno de estos contextos.

Contexto personal:

El contexto personal de un sujeto ante una situación de aprendizaje es el resultado de la combinación de muchos factores como: su historia personal, sus antecedentes genéticos, sus motivaciones, su estado anímico, sus intereses, sus conocimientos previos y sus creencias. Dada esta compleja combinación de factores, es un proceso altamente individual (Falk y Storksdieck, 2005).

Cuando se visita el museo por primera vez, las expectativas que tienen las personas de qué esperar, ya sea por publicidad o por comentarios de otras personas, tienen un peso importante (Reynoso, 2000).

Contexto social:

Los seres humanos somos producto de nuestra cultura y de nuestras relaciones sociales. Por lo tanto, el aprendizaje, en particular en un museo tiene una fuerte componente social que incluye las experiencias previas y la cultura del individuo como resultado de esta socialización, así como las interacciones y colaboraciones que ocurren dentro del museo, ya sea con el personal del mismo (guías, monitores, anfitriones, demostradores) o con sus acompañantes (Falk y Storksdieck, 2005).

Como resultado de esta socialización, una conducta observada en el museo es la de la imitación. A las personas les gusta ver qué hacen los otros y muchas veces los imitan. Algunos museos aprovechan este comportamiento para enriquecer la experiencia de sus visitantes. Cuentan con personal del museo en lugares estratégicos que llevan a cabo ciertas actividades para que los visitantes los imiten o participen (Reynoso, 2000).

Contexto físico:

El aprendizaje siempre ocurre en un medio físico y es un diálogo con el mismo, ya que afecta la manera en que los visitantes se sienten dentro del recinto. Influyen factores museográficos como la arquitectura, su tamaño, la señalización, la iluminación, la temperatura, la facilidad para circular, el olor, el aislamiento acústico o el ruido, los acabados y si existen lugares para descansar. Existen otros factores de este contexto que se refieren más bien al

contenido como los objetos mismos que se exhiben, su funcionamiento (en el caso de los interactivos), así como la cantidad y la calidad de la información. Un factor que influye en la atención que le brinda el usuario a lo que se exhibe es la ubicación. En este sentido, dos conductas observadas con frecuencia es que son más visitadas o se les dedica más tiempo a las salas que se encuentran en la planta baja (en el caso de museos grandes) y la tendencia de circular hacia la derecha.

4.5.3 Niveles de interactividad y conversaciones con el contexto.

Para propiciar condiciones óptimas de comunicación con nuestros usuarios, es recomendable mantener presente esta interacción entre los tres contextos a lo largo de todo el proceso de desarrollo del proyecto museístico así como para la operación del mismo una vez abierto. Además, en la elaboración de propuestas, es importante reflexionar sobre el significado de la interactividad y el tipo de experiencias que se busca promover con el fin de explotar al máximo el potencial educativo de este medio y así cumplir, de la mejor manera posible, con nuestra labor dentro de la sociedad educativa.

Uno de los autores que más ha contribuido a esta discusión sobre el significado de la interactividad es Jorge Wagensberg (2005) quien propuso, el modelo de la triple interactividad. Este modelo aporta criterios complementarios a lo que se vio en el inciso anterior para el desarrollo de proyectos museísticos que son compatibles con la propuesta educativa que se esgrime en este trabajo.

Como se expuso en el capítulo anterior, el modelo de la triple interactividad, se basa en las conversaciones que se suscitan en el espacio museístico entre: objeto-objeto, objeto-fenómeno y las que se desprenden de las dos anteriores. A cada uno le corresponde un nivel de interactividad. El nivel de la conversación objeto-objeto es el de la interactividad manual (hands on), el de objeto- fenómeno el de la interactividad mental (minds on) y el último corresponde a la interactividad cultural o emocional (hearts on).

Edgar Morin (en Gutiérrez Carlin y Monfort Guillén, 2005) afirmó que la razón y la emoción son inseparables y expresa este pensamiento en la siguiente frase: “Un conocimiento pertinente siempre necesita del control de la razón sobre la pasión, pero también la presencia de la pasión dentro de

la razón". En concordancia con este concepto, Wagensberg (2005, 2006) sugiere que para explotar al máximo el potencial educativo del museo se deben proveer las condiciones para que el visitante llegue al tercer nivel de interactividad: la cultural-emocional. Para lograrlo propone abordar otras aristas de lo que se exhibe, además del conocimiento científico, como los aspectos estéticos, éticos, históricos y la relación con la vida cotidiana.

Por otro lado, Wagensbgerg (2006) afirma que el rol social y educativo del museo puede verse mermado si no se emplea adecuadamente su potencial como medio. Critica a los museos interactivos modernos por la falta de objetos reales y el abuso de recursos audiovisuales y tecnológicos. Considera que uno de los objetivos de la ciencia es entender la realidad la cual se compone de objetos y fenómenos, los cuales han sido investigados y enseñados a partir de diferentes disciplinas. Aunque existen diferentes maneras de abordar la realidad, no se debe perder de vista que son construcciones humanas. El propósito de un museo de ciencias es mostrar la mirada científica, su impacto en nuestras vidas y las soluciones que ofrece en temas como los relacionados con la higiene, la energía, la salud, el medio ambiente y las aplicaciones tecnológicas.

Wagensberg (2005) señala que la enorme ventaja que tienen los museos con respecto a otros medios empleados para comunicar la ciencia es la posibilidad de mostrar lo "real" y alega que la realidad, ya sea que se trate de objetos o fenómenos, es un aspecto insustituible del museo, algo obligado. En cuanto a los otros medios de comunicación, considera que cada uno se caracteriza por un elemento esencial, los demás son solamente accesorios y sirven de apoyo. Por ejemplo, el maestro y el conferencista emplean la palabra hablada como el elemento fundamental de su transmisión, todos los demás recursos como la palabra escrita, las imágenes, los modelos y las simulaciones en computadora, son auxiliares, ya que la conferencia puede existir sin todos estos éstos, pero no sin la palabra hablada. Los libros, las revistas y los periódicos se basan en la palabra escrita como elemento fundamental, todo lo demás es accesorio. Para los videos y las películas, las imágenes son el elemento fundamental y para la radio es el sonido. Como se comentó para los museos, el elemento fundamental es la realidad y los demás (simulaciones, modelos, imágenes, nuevas tecnologías) son accesorios. Reconoce que no siempre es factible tener el objeto real y establece una

medida de esta realidad, lo que llama “grados de realidad”. En un escala del 0 al 100, un objeto real original obtendría 100, la máxima calificación. Una réplica del objeto original tiene una calificación menor. Por ejemplo, un pez vivo obtendría una calificación de 100 en la escala de realidad y uno en formol una calificación menor. Un fósil de pez de millones de años, aunque sea original, no tendría el mismo valor en la escala de realidad que un pez vivo. Mientras más alta sea la calificación de realidad, más adecuado será el objeto para el museo. Sin embargo, existen objetos o fenómenos que están muy alejados de la escala de percepción humana, ya sea porque son muy pequeños como una célula o un virus, o demasiado grandes como una ciudad o un objeto celeste por lo cual es necesario recurrir a otras formas para representar el objeto, como una maqueta, un modelo o una animación (Wagensberg, 2006).

También quedan lejos de la escala de percepción humana aquellos fenómenos que ocurren en fracciones de segundo o periodos de tiempo demasiado grandes con respecto a nuestro tiempo de vida. En estos casos, también es necesario recurrir a otro tipo de recursos como simulaciones por computadora o videos. La desventaja de utilizar este tipo de medios para sustituir al objeto o fenómeno real es que pueden provocar distorsiones en la comprensión de los mismos. La ventaja de utilizarlos es que el visitante obtiene la experiencia de los modelos para explicar estos sucesos.

En cuanto al uso adecuado del museo como un medio de educación informal, Wagensberg (2005) considera que la enseñanza, la información, la instrucción y hasta el entretenimiento se pueden dar en un museo, pero que existen otros medios y lugares más adecuados para esos fines. La enseñanza en la escuela, con maestros, o con un colega, la información en libros o el Internet, para el entretenimiento, existen muchas otras opciones, además de los museos. Piensa que la labor fundamental de un museo debe ser producir los estímulos necesarios para crear una diferencia entre el antes y el después de la visita. Una buena exposición es la que genera en el visitante más preguntas a la salida, que las que tenía a la entrada. Concluye que por todas estas características, un museo es una herramienta de cambio individual y por lo tanto social también.

4.6 El desarrollo de los contenidos.

4.6.1 La organización del proyecto

En este trabajo se ha promovido el uso del museo como un contribuyente importante dentro de la sociedad educativa para la labor de fomentar la cultura científica que requiere la población. El contexto, tanto externo como interno en que se desarrolla el proyecto ya sea de un museo o una exposición, serán determinantes en la selección de temas que se abordarán, los objetivos, los mensajes, la forma de presentar los contenidos, así como la relación con el público meta. A su vez, este ejercicio dependerá de las miradas de comunicación de la ciencia empleadas.

Los fundamentos teóricos y metodológicos expuestos se sustentan en la posibilidad de considerar una gran cantidad de variables, así como la compleja interacción entre las mismas para el desarrollo y la operación de espacios museísticos. El primer paso siempre será el análisis de los contextos (externo e interno) en que se llevará a cabo el proyecto. Este análisis, así como la información requerida en cada etapa del proyecto y su posterior puesta en marcha provienen de las conversaciones que se sostienen con representantes de ambos contextos. En cuanto al público meta es útil conocer determinadas características como su procedencia, rango de edades, niveles educativos y socio-económicos, intereses, motivaciones, necesidades, costumbres, creencias, preocupaciones y temores. Con esta información se pueden comenzar a definir y delimitar los contenidos del futuro museo. Sin embargo, estos datos no son garantía de una comunicación exitosa y el cumplimiento de los objetivos propuestos. Es necesario conocer las condiciones iniciales de nuestros visitantes potenciales en relación a su conocimiento previo sobre los temas propuestos, sus principales dificultades para comprenderlos, sus intereses e inquietudes en relación al mismo. Además, es recomendable mantener una comunicación continua, a lo largo de todo el proceso para revisar su reacción a versiones prelimares y al producto final.

En la sección 1.2.2 se expusieron las diferencias y similitudes entre el conocimiento y el sentido común, así como las razones por las cuales el público tiene dificultades para comprender los conceptos científicos. Se abordaron varios rubros como los de carácter epistemológico, los esquemas

alternativos que construyen las personas para comprender ciertos fenómenos que estudia la ciencia, los problemas relacionados con el lenguaje científico vs. el de sentido común, así como las dificultades para visualizar y comprender fenómenos y objetos alejados de la escala de percepción humana. Debido a estos obstáculos, es importante llevar a cabo estudios del público potencial. Con esta información se pueden tomar decisiones para el desarrollo del mensaje en términos de qué decir, que no decir, cómo decirlo y para qué.

La primera clave para planear experiencias de aprendizaje en un museo es aceptar que las personas generalmente no siguen una trayectoria preestablecida. Una línea temática bien pensada puede ser útil para comprender mejor el tema expuesto, pero lo más común es que los visitantes vean la exposición a su propio ritmo, sin un orden fijo y sin detenerse en cada módulo o equipo. Por lo tanto, en la medida de lo posible, cada elemento de la exposición debe ser autocontenido.

Por eficiencia y para darle un orden al proyecto, es altamente recomendable seguir las etapas expuestas en la sección 4.4.2., concluyendo cada fase con los productos parciales señalados y sus evaluaciones correspondientes. Tanto el modelo de la experiencia interactiva desarrollado por Falk y Dierking (1992), como los conceptos desarrollados por Wagensberg (2005) en relación a los niveles de interactividad, nos permiten desarrollar el proyecto tomando en cuenta la compleja relación entre todas las variables involucradas.

Otra ventaja del modelo de la experiencia interactiva es que proporciona un marco de referencia para organizar la información (Falk y Dierking, 2004). Con el propósito de definir los contextos con mayor precisión y de establecer categorías medibles, Falk y Storksdiek (2005) después de varios estudios y evaluaciones, encontraron que el número de factores involucrados en la experiencia puede ser del orden de cientos o miles. Propusieron 11 categorías o factores claves fundamentales para el aprendizaje en un ámbito como el museo. Cada una de estas categorías corresponde a alguno de los tres contextos. A continuación se presenta esta clasificación:

Contexto personal:

1. Motivación y expectativas.
2. Conocimiento previo y experiencias.
3. Intereses previos y creencias.
4. Elección y control.

Contexto Sociocultural.

5. Mediación social intergrupal.
6. La mediación facilitada por otros.

Contexto físico

7. Elementos organizadores previos.
8. Orientación dentro del espacio físico.
9. Arquitectura y el medio a gran escala.
10. Diseño de los equipos y el contenido de las cédulas.
11. Eventos reforzadores y experiencias fuera del museo.

La calidad de la experiencia, ya sea individual o colectiva, depende de estos once factores. Cuando falta alguno, la construcción de significados es más difícil. A continuación se hace una breve descripción de cada una.

Motivación y expectativas.

Las personas visitan un museo por razones diversas y tienen expectativas predeterminadas. Estas motivaciones y expectativas influyen de manera decisiva en lo que las personas hacen y aprenden. Cuando el museo cumple con las expectativas de los visitantes, se facilita el aprendizaje, de lo contrario, el proceso se ve mermado. Los aprendices que tienen una motivación intrínseca suelen ser más exitosos que los que aprenden por obligación. Los museos son más exitosos cuando atraen y refuerzan a individuos motivados intrínsecamente.

Conocimiento previo

El conocimiento previo y la experiencia desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje, en cualquier contexto, incluyendo los museos. Todo el aprendizaje pasa por el filtro del conocimiento previo y la experiencia. Los significados construidos durante la visita estarán enmarcados y restringidos por el conocimiento previo y la experiencia. Debido al carácter heterogéneo de los visitantes en este rubro, la experiencia para cada uno será personal y única.

Intereses previos y creencias.

Los intereses y creencias de las personas son decisivos. De éstos depende si deciden ir o no al museo y que harán cuando vayan. Por lo tanto son factores que contribuyen a la unicidad de la experiencia.

Selección y control:

El aprendizaje alcanza un máximo cuando los individuos pueden ejercer sus preferencias sobre lo que quieren aprender y cuando, es decir cuando se sienten en control del proceso. Dado que los museos son ambientes de libre opción múltiple (free-choice learning settings) ofrecen al visitante una amplia oferta de oportunidades para su selección y control. Cuando los museos repiten formatos o formas propios de la educación formal o imponen agendas de aprendizaje a sus públicos, están demeritando su potencial y su valor como instituciones de aprendizaje.

Mediación sociocultural intergrupal:

La mayoría de los visitantes van al museo como parte de un grupo social. Cada uno de estos grupos tiene sus historias y llegan a formar (ya sea de manera individual o colectiva) una comunidad de aprendices. Los padres ayudan a sus hijos a comprender y a darle significado a su experiencia. Los hijos proporcionan a los padres una manera distinta de ver el mundo. Los pares construyen lazos sociales a través de experiencias y conocimiento compartido. Todos los grupos sociales dentro de un museo se apoyan para descifrar la información. Por lo tanto, los museos son ambientes únicos para el aprendizaje colectivo.

La mediación facilitada por otros.

El aprendizaje mediado socialmente no se presenta dentro del grupo social del individuo que visita el museo. Sin embargo, este tipo de aprendizaje, si se da por la mediación de personas ajenas al grupo social y que se les ha identificado como conocedores del tema. Algunas personas que pueden fungir como mediadores son los anfitriones, guías, maestros, demostradores y actores. El resultado de estas interacciones no siempre es positivo. Puede ocurrir que en vez de realzar la experiencia, la inhiban. De ahí la importancia de contar con personal competente y capacitado para esta labor.

Elementos organizadores previos.

Las personas aprenden mejor cuando se les proporciona información previa sobre lo que van a ver. En términos museísticos esta información se presenta como organizadores conceptuales previos (textos introductorios, cédulas temáticas) que ayudan a las personas a construir significados al ofrecerles un marco intelectual para acomodar las ideas que van a encontrar.

Orientación dentro del espacio físico

La sensación de seguridad en el espacio educativo es muy importante para el aprendizaje. Si las personas se sienten desorientados o perdidos en un lugar grande y extraño, como puede ser un museo, pierden concentración. Señalizaciones adecuadas contribuyen a la aliviar estas sensaciones y facilitan el aprendizaje.

Arquitectura y espacio físico.

Las personas siempre están concientes del entorno físico. La temperatura, el tamaño, la cantidad de gente, la novedad, el color, son factores que influyen en la forma en que la gente aprende. Debido a que museos tienden a ser lugares únicos, la arquitectura agudiza esta conciencia del espacio.

Diseño

No importa cual sea el medio empleado (exhibición, programas, sitios web) el aprendizaje está influenciado por el diseño. Las exhibiciones deben proporcionar experiencias educativas ricas y atractivas desde el punto de vista estético. La gente va a los museos para ver objetos reales colocados en un contexto apropiado. No se deben repetir lo que pueden ver en otros contextos

como medios bi-dimensionales, monitores de computadoras o textos. Los museos, si tienen diseños apropiados, son herramientas de aprendizaje que facilitan el entendimiento concreto del mundo, por lo cual son ambientes inigualables.

Eventos reforzadores y experiencias fuera del museo.

El aprendizaje no respeta fronteras institucionales. Las personas aprenden por la acumulación de comprensiones a lo largo de su vida, procedentes de diferentes fuentes, incluyendo el museo. Llegan al museo con sus explicaciones, y supuestamente deben salir con más. Los conocimientos y la experiencia del museo son incompletos. Para completarse, requieren de contexto y otros conocimientos y experiencias. Por lo general, estos eventos y conocimientos que permiten completar el proceso de aprendizaje ocurren fuera del museo, tal vez semanas, meses o años después. Los eventos reforzadores subsecuentes son fundamentales tanto para el aprendizaje dentro como fuera del museo.

4.6.2 La construcción de la experiencia interactiva.

En la sección anterior se comentó que los museos son lugares en los cuales los visitantes tienen un amplio rango de experiencias, aunque no todas se puedan calificar de educativas. Algunas vivencias pueden tener el efecto contrario e inhibir futuras experiencias de aprendizaje. Dewey (en Hein, 1998) afirma que para que una experiencia lleve a un aprendizaje, ésta tiene que ser “interesante”, “atractiva” y “accesible”. Hein piensa que si bien estas características son necesarias, no son suficientes y que se requiere un análisis más profundo. Cada una de estas tres condiciones es subjetiva y particular para cada persona.

Todas las exhibiciones de los museos poseen un potencial educativo, aunque no sea intencional, ni se base de manera explícita o conciente en alguna teoría educativa. Sin embargo, los mensajes, cuando no están bien planeados y diseñados, pueden llegar a ser confusos y contradictorios. Para evitar este efecto, todo lo que el museo ofrece debe ser con base en el mismo mensaje a partir de una política educativa establecida. Debe existir congruencia entre todos los elementos que componen la propuesta, ya que

todos contribuyen a la función educativa: la arquitectura, las exhibiciones, las actividades, los servicios educativos, la arquitectura, la imagen corporativa, la señalización, la atención al público y las explicaciones del personal que atiende.

Para analizar este potencial educativo de un museo, Hein (1998) explora toda la gama de teorías educativas y su aplicación al desarrollo de estos espacios. Este análisis se basa en dos componentes teóricas y una práctica:

1. Una teoría del conocimiento (epistemología).
2. Una teoría del aprendizaje.
3. Una teoría de la enseñanza (la aplicación de cómo la gente aprende y qué aprende).

Las primeras dos representan el marco teórico subyacente del museo como institución y la tercera, cómo se llevan a la práctica.

Hein considera que las teorías del conocimiento se pueden ubicar en un continuo entre una posición realista y una idealista. Desde la perspectiva realista el mundo real existe independientemente de las ideas que tengamos sobre el mismo. En el realismo, la naturaleza se rige por leyes y la tarea de los científicos es descubrirlas. En el idealismo el conocimiento existe sólo en la mente de los individuos y no necesariamente corresponde a algo en el mundo real. Por lo tanto no existen leyes de la naturaleza. Éstas son una construcción humana.

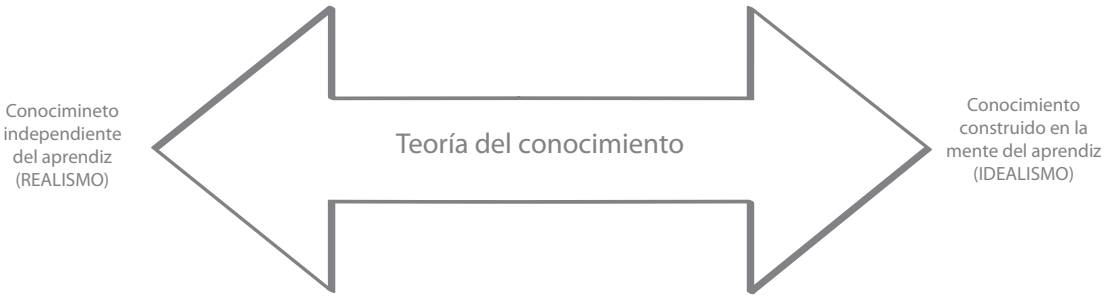
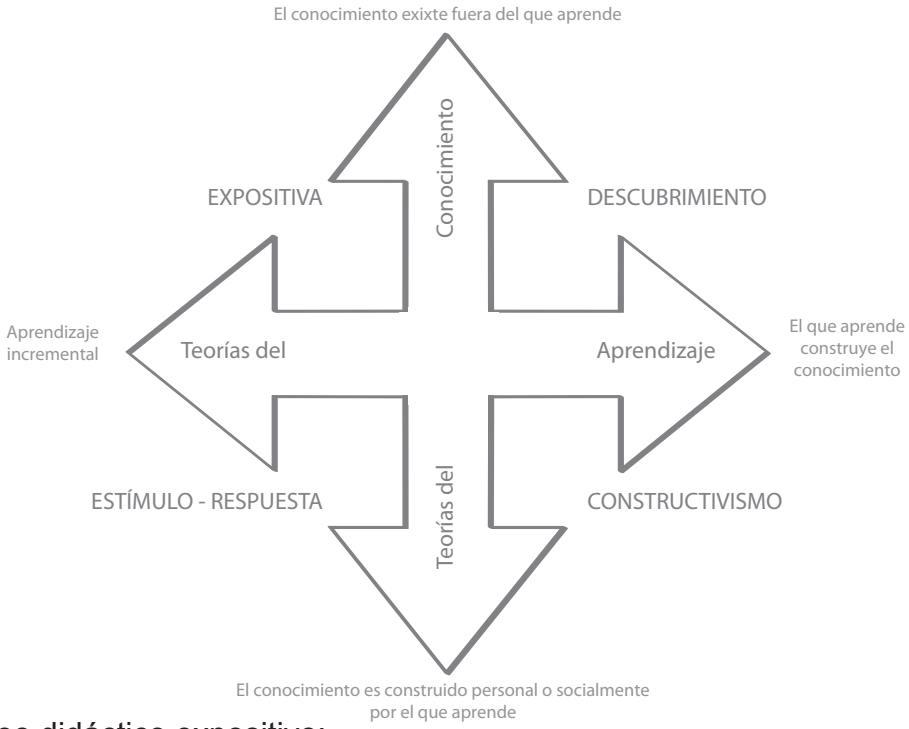


Fig. 4.3 Continuo epistemológico

Existe una vinculación estrecha entre nuestras ideas sobre cómo se aprende y nuestras concepciones sobre cómo se construye el conocimiento. Hein coloca estas teorías del aprendizaje en otro espectro continuo entre dos puntos de vista extremos. En un extremo está la postura en la cual se considera que el aprendizaje es acumulativo y se logra agregando pedacitos de información en nuestra mente. En el otro extremo están las teorías que ven el aprendizaje como un proceso activo que transforma la mente del aprendiz.

Fig. 4.4 Continuo de teorías del aprendizaje

La combinación de una postura sobre cómo se construye el conocimiento y otra sobre cómo se aprende, lleva a una pedagogía que puede ser aplicable al museo, la cual se verá reflejada en la forma de planear y diseñar las exhibiciones y actividades. Cabe mencionar, que la “fórmula” que resulta de la combinación de una teoría epistemológica, una teoría de aprendizaje y una pedagógica, rara vez se hace explícita por el equipo de trabajo que lleva a cabo un proyecto museístico, ya por lo general son dirigidos por expertos en los temas, más no por expertos en la comunicación de los mismos. Con base en estas combinaciones, Hein establece una clasificación de museos para la cual sobrepone ortogonalmente los dos continuos (el de las teorías epistemológicas y el de las teorías de aprendizaje) para crear cuatro dominios. Cada uno se refiere a un tipo de museo.



Museo didáctico expositivo:

Se considera que el conocimiento es independiente del aprendiz y que se aprende por la acumulación de segmentos de información presentados de manera jerárquica de lo simple a lo complejo. Se caracterizan por:

1. Exhibiciones secuenciadas con un orden específico.
2. Elementos didácticos, como cédulas y textos que indican al visitante qué es lo que tiene que aprender en cada exhibición.
3. El desarrollo de los temas va de lo simple a lo complejo.
4. Los programas educativos se adaptan al curriculum tradicional.
5. Los programas educativos tienen objetivos específicos en relación al contenido por aprender.
6. Muestran un punto de vista: “la verdad”. No sugieren otras interpretaciones.

Aunque este enfoque “tradicional” es el más fácil de llevar a cabo, considero que la crítica más fuerte es que imponen al visitante una sola manera de ver y comprender el mundo.

Museos por estímulo-respuesta:

Al igual que el caso anterior, estos museos se basan en una teoría educativa con un enfoque expositivo pero no aseguran que lo que se aprende sea lo “correcto”. El énfasis en este caso está en el método para avanzar en el aprendizaje.

Algunas características de estos museos son:

- Los componentes didácticos (cédulas y textos) describen lo que se tiene que aprender en cada exhibición.
- Los equipos están dispuestos de acuerdo a una secuencia lógica con fines pedagógicos.
- Este tipo de ideas son la base de los primeros museos interactivos en los cuales se presionaba botones para obtener un efecto o una respuesta "correcta", por lo cual algunos emplean elementos reforzadores al visitante cuando da la respuesta "acertada". Estos museos, aunque le permiten al visitante cierto grado de interacción y libertad, al igual que el anterior, ofrecen una visión limitada y única para acercarse a lo expuesto.

Museo por descubrimiento:

Se basan en la idea de que el conocimiento es independiente del aprendiz, pero que cada uno lo reconstruye a su manera. El aprendizaje se ve como un proceso activo en el cual el aprendiz experimenta un cambio mental al interactuar con el material expuesto. Sin embargo, dado que se considera que el conocimiento es independiente del aprendiz, el éxito de un proyecto educativo, como un museo, parte de la idea de que se debe proveer al visitante las condiciones y herramientas adecuadas para que "descubra" el conocimiento "correcto" por sí mismo.

Un museo con esta combinación de teorías poseen muchas actividades y equipos para que el visitante interactúe manualmente y "descubra" el conocimiento. Como se piensa que el conocimiento es independiente del aprendiz, el resultado está predeterminado.

En estos museos:

- Las exhibiciones fomentan la exploración.
- Los componentes didácticos (textos, cédulas) formulan preguntas para que los visitantes descubran el resultado.
- Existe elementos de retroalimentación para que el visitante pueda comparar su resultado con el "correcto".
- Las actividades están diseñadas para que los participantes lleguen a la conclusión "correcta".

La crítica que se puede hacer a esta concepción es que se espera que cada individuo, independientemente de sus condiciones iniciales, llegue a las mismas conclusiones a las que llegaron varias generaciones de expertos. Ante esta crítica la justificación es que se espera que el visitante haga “pequeños descubrimientos” y no las grandes teorías.

El museo constructivista:

Existe una gama amplia de posturas y matices dentro de la corriente constructivista, pero todas coinciden en dos aspectos fundamentales:

a) El aprendizaje es el resultado de una construcción personal que requiere de la participación activa del aprendiz y

b) Las conclusiones a las que llega el aprendiz no deben ser validadas con respecto a criterios de una “verdad externa y objetiva”. Más bien la validez de estas conclusiones depende de si tienen sentido o no dentro de la realidad construida por el aprendiz. La interpretación que cada uno da a las experiencias dependen de nuestra historia personal.

Un museo constructivista debe proveer elementos al visitante para que vaya construyendo su conocimiento. Estos museos:

- No tienen trayectorias definidas preestablecidas.
- Tienen muchos puntos de entrada.
- Proporcionan una variedad de modos de aprendizaje.
- Presentan una gama de puntos de vista.
- Ofrecen la oportunidad de conectarse con los objetos y las ideas a través de múltiples actividades y experiencias, sobre todo las relacionadas con su vida cotidiana.
- Proporcionan experiencias y materiales para que los visitantes puedan experimentar, discutir y llegar a sus propias conclusiones.

Una crítica que se le puede hacer a los museos constructivistas, en relación a los otros tipos de museos mencionados, es que éstos al ser mucho menos acotados, con mayor potencial de adaptación a cada usuario, con mayor libertad para la exploración y construcción de significados, implican un elevado grado de dificultad a la hora de planearlos, producirlos, operarlos

y de capacitar al personal que atenderá al público desde la perspectiva mencionada. Otro aspecto que se podría considerar como una desventaja es que dado lo abierto de la oferta, es complicado predeterminar la respuesta del visitante y por lo tanto es posible que las interpretaciones que haga y las conclusiones a las que llegue estén alejadas del conocimiento científico que se pretende comunicar. Sin embargo, la gran ventaja y su mayor virtud radican justamente en esta posibilidad de explorar diferentes opciones, de involucrarse de manera activa en la construcción de su conocimiento con mayor énfasis en el proceso y no tanto en la obtención de datos.

George Hein (1998) considera que un museo constructivista es la mejor manera fomentar el aprendizaje el cual se facilita cuando el sujeto construye de manera activa con exhibiciones que sean físicamente, socialmente e intelectualmente accesibles para cada visitante.

Schall (2003) considera que el uso de diferentes medios en los museos estimula la observación y facilita la posibilidad de llevar a cabo registros de la manera como lo haría un científico para establecer conexiones entre resultados con la intención de elaborar conclusiones. Esta autora propone fomentar el aprendizaje significativo estimulando la curiosidad, presentando desafíos a sus visitantes tomando en cuenta que éstos poseen una gama de niveles de madurez biológica e intelectual que habrá que satisfacer. Afirma que una experiencia significativa, muchas veces comienza con un impacto emotivo antes de que se tengan los elementos para incorporarla a nivel cognitivo, por lo cual propone buscar la forma de establecer este vínculo emocional con el público con el apoyo de socios locales. Este vínculo emocional también es muy importante para la formación de valores y actitudes. Por último, Schall propone asociarse con las escuelas, no sólo porque estas dos instituciones se complementan, sino también porque las experiencias vividas en el museo pueden servir de modelos para la educación formal.

En conclusión un museo de ciencias con las características expuestas tiene un potencial enorme para estimular la creatividad y el pensamiento crítico, por lo cual puede constituirse como un elemento protagónico de la sociedad educativa, contribuyendo a la formación de individuos capaces de tomar sus propias decisiones.

4.6.3 El enfoque glocal para la selección de contenidos.

Es imposible divulgar toda la ciencia en un museo por lo cual es necesario hacer una selección de temas. Existen diversos criterios para hacer esta selección. Por lo general, la misión y los objetivos del museo son determinantes, así como los compromisos institucionales o las condiciones impuestas por la instancia que financia el proyecto. Cuando existe mayor libertad para tomar estas decisiones, la selección de los temas puede obedecer a los intereses particulares del equipo directivo. Pueden optar por presentar temas de moda o atractivos; los que han sido solicitados por el público o por grupos cercanos; o por tópicos “obligados” para cumplir con un deber social. Desde mi punto de vista, dado el gran potencial educativo que tienen los museos, toda decisión que se tome sobre el contenido del mismo debe basarse en un análisis del contexto, así como del servicio que puede proporcionar a la comunidad en la que está inmerso procurando sacar el máximo provecho de este medio.

En el capítulo anterior, se comentó que los museos tienen varias ventajas comunicativas por el hecho de ser un multimedio como la de emplear el medio más adecuado para comunicar cada concepto, la de presentar un abanico de niveles de lectura tomando en cuenta una gama de intereses y necesidades del público y su potencial para satisfacer varios estilos de aprendizaje, incluyendo del colectivo, por mencionar algunas. Se presentaron pautas para el desarrollo de un museo incluyente, en cuanto a su discurso, los contenidos y la operación, dejando claro que todo acto de inclusión conlleva una exclusión por lo cual es necesario buscar consensos para la toma de decisiones sobre qué incluir y qué excluir.

En este capítulo se expuso una metodología para la realización de proyectos museísticos a partir de etapas con productos parciales que incluyen la evaluación como un instrumento para el desarrollo del mismo. Se presentó un modelo que facilita el análisis de la compleja relación entre una gran diversidad de variables que intervienen en la experiencia del visitante, así como criterios para tomar en cuenta esta relación compleja para planear y diseñar la exposición y todos los elementos que la componen. Por último, a partir de un análisis de su función educativa, se presentó una tipología de museos.

Desde mi punto de vista, con base en esta función educativa, toda propuesta sobre la temática de un museo debe partir de un análisis de la aportación que puede hacer a la cultura científica que requiere la población. Dada la gran diversidad de temas que se podrían abordar, la selección y delimitación de los mismos deberá hacerse con base en un diagnóstico de las necesidades impuestas por el contexto, así como la misión y los objetivos de la institución.

Es imprescindible acabar con una práctica dañina: la de pensar que para planear y desarrollar cualquier producto de divulgación, en particular un museo, basta con conocer el tema que se va a desarrollar y que por lo tanto, los expertos en el mismo son los que determinan los contenidos, es decir el empleo del modelo de déficit. A veces los que tienen esta concepción limitada de cómo hacer la divulgación, postulan un público hipotético cuando inician el proyecto, el cual rápidamente es olvidado. Los resultados de esta práctica suelen ser bastante deficientes, desperdiciándose el potencial comunicativo y educativo de este medio.

Para lograr una buena comunicación con el público es indispensable anticipar el impacto y las posibles interpretaciones de lo que se exhibirá, con base en un análisis del contexto en que se llevará a cabo el proyecto, así como del público potencial. Información acerca de las características demográficas, los niveles de escolaridad, las creencias, las costumbres, las tradiciones, los intereses, las necesidades en cuanto a información de ciencia, los conocimientos previos del público sobre el tema de la futura exposición y sus posibles dificultades para comprenderlo, son esenciales para propiciar una buena comunicación y cumplir con los objetivos.

A partir de esta información se pueden hacer recomendaciones que sirvan de guía para la planeación del futuro museo o exposición y para decidir qué decir, qué no decir, cómo decirlo y para qué. Como se discutió en el capítulo 1, la búsqueda de equilibrio entre la veracidad y la claridad, constituye un reto intelectual, creativo y a veces hasta ético. Se podría decir que la veracidad del mensaje divulgado radica en que el contenido de lo que se comunica sea “correcto” desde el punto de vista de la ciencia y que la claridad tiene que ver con cómo lo percibe el receptor. Sin embargo, en el proceso de recreación del discurso de la ciencia para comunicar el tema al no experto, muchas veces

se incurre en fallas que pueden llevar al receptor a conclusiones que no son las intencionadas por parte del museo, aunque el mensaje sea veraz desde el punto de vista de la ciencia. El problema está en el proceso de simplificación en el cual muchas veces se omite información aparentemente sin importancia, pero que es indispensable para la comprensión de lo que se comunica. Por lo tanto, al buscar este equilibrio entre la veracidad y la claridad, se tienen que pensar en los dos discursos: el científico y el divulgativo.

Como ya se mencionó, el verdadero potencial educativo de este medio va mucho más allá que el de simplemente proporcionar información. Su riqueza radica en la posibilidad de brindar al visitante una experiencia única y significativa, en la cual pueda acercarse al objeto de conocimiento desde una perspectiva novedosa. En cuanto a la experiencia, la mayor aportación del museo está en el rubro emotivo, estimulando al visitante a querer saber más y fomentando en él las actitudes y los valores que deben acompañar las decisiones y las acciones en asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones. La propuesta de Hein (1998) de un museo constructivista es la más adecuada para explotar al máximo este potencial.

Por lo tanto, una vez elegidos los temas, se deberá mostrar diferentes enfoques y puntos de vista, así como la conexión con otras áreas del conocimiento. Se deberá insistir en el carácter evolutivo tanto de los procesos de la naturaleza, así como del conocimiento que se construye sobre los mismos. Estas características le ofrecen al visitante una visión amplia de los temas tratados para que saque sus propias conclusiones a diferencia de la visión estática y única que generalmente se ve en los museos.

A través de actividades complementarias como talleres, conferencias, mesas redondas y debates en usuario puede enriquecer y ampliar todavía más sus horizontes. Se puede complementar lo que se exhibe con sistemas inteligentes, bibliografía, pero sobre todo con el apoyo de anfitriones (guías) debidamente capacitados para adaptar sus explicaciones al nivel y necesidades de los visitantes, así como para apoyarlos en la búsqueda de respuestas. Un museo con estas características contribuye al desarrollo del pensamiento complejo, como propone Edgar Morín (2006).

Por último, la componente local es determinante a la hora de definir los temas a abordar, componente que siempre ha estado presente en las propuestas museísticas. Hein (1998) presenta algunos ejemplos de "localidad" en los museos. Comenta que muchos fungen como preservadores de las culturas que se extinguen, mostrando tecnologías antiguas y objetos de valor histórico. Otros ayudan a resolver problemas locales, participando en programas particulares como de educación ambiental. Menciona un caso en el cual un museo participó en un programa de desarrollo económico y social para la comunidad en relación al manejo del agua, tanto para el consumo como para cosechar. En los lugares en donde existe un alto índice de analfabetismo, los recursos audiovisuales de los museos han suplido ciertas carencias en cuanto al acceso a la información. En este sentido, Anderson (en Hein, 1998) comenta que los museos pueden constituirse como espacios para un aprendizaje para toda la vida; contribución que se incrementa si se coordinan con otros esfuerzos a nivel local, regional y nacional.

García Canclini (2001) propone reforzar el ingrediente local y fortalecer las identidades regionales en los museos a través del arte, sobre todo con obras de artistas locales. En opinión de este autor, en el caso de un museo de ciencias muchas veces la presión internacional es tan intensa que lo local queda reducido a la marginalidad. Desde mi punto de vista, en temas relacionados con la ciencia y sus aplicaciones, sería un error soslayar o minimizar la componente global. Por otro lado, el impacto en el público es mayor si se muestra la aplicación de lo global al contexto local. Sin embargo, más que una forma de atraer al visitante, existe un motivo más poderoso para reforzar la componente local y ésta tiene que ver con la responsabilidad de la institución como un ingrediente importante de la sociedad educativa en esta era de la información y el conocimiento. Si la misión de los museos de ciencia es contribuir a la formación de una cultura científica para la población, este ingrediente local, mostrando su problemática, las posibles soluciones y los proyectos exitosos, ayuda a generar ese sentimiento de pertenencia y compromiso con el entorno social y natural tan necesario en la época actual. Por lo tanto, considero que el enfoque glocal mostrando la fusión del conocimiento global y el local, es el más indicado para definir los contenidos de un museo de ciencias.

Para construir este contexto glocal, se deben tomar en cuenta los siguientes ingredientes:

1. Propuestas internacionales en relación a la cultura científica para la población.
2. El análisis del contexto en que se llevará a cabo el proyecto.
3. Las propuestas de la comunidad local: los usuarios, los divulgadores, los científicos, los docentes, los tomadores de decisiones, los artistas y otros sectores de la comunidad que tengan algo que aportar a esta discusión.
4. La integración de un equipo de trabajo incluyente y representativo de los sectores que componen los dos contextos: el global y el local en relación a conocimientos y experiencias.
5. Una metodología de trabajo a partir de las propuestas colectivas que incluya:
    a. Reglas claras para la colaboración al interior del equipo de trabajo en un clima de respeto con límites de autoridad para cada sector involucrado, considerando la especialidad de cada uno.
    b. Propuestas colectivas a partir de un análisis del público meta.
    c. El desarrollo del proyecto por etapas con productos parciales evaluables al finalizar cada etapa que incluyan los criterios para la continuación del proceso o para las modificaciones cuando sea conveniente.
6. La evaluación interna y externa, así como un registro de aciertos y fallas que permita la retroalimentación, las mejoras y el aprendizaje para futuros proyectos.
7. El diálogo constante con los usuarios y diferentes sectores de la comunidad.

Por último, considero que el desarrollo exitoso del proyecto depende de dos factores básicos: una buena coordinación y un equipo de trabajo competente y colaborativo. Un buen coordinador debe ser un buen divulgador, que domine el tema (no necesariamente a nivel del experto) ya que su labor será fungir como intermediario entre los asesores científicos, los expertos, los realizadores del proyecto, la institución, los patrocinadores, los promotores, pero sobre todo con el público. Además, deberá tener la capacidad para promover y estimular la buena comunicación al interior del equipo de trabajo, así como el espíritu de compromiso con el proyecto. Para lograr lo anterior,

es sumamente útil llevar a cabo un ejercicio colectivo de divulgación entre los todos los involucrados. Los asesores científicos y los divulgadores deberán exponer el tema a desarrollar, resaltando lo relativo a la divulgación del mismo. Por otro lado, también es fundamental que todos conozcan los alcances, las potencialidades y las limitaciones de cada medio que se vaya a emplear. Este conocimiento compartido es la base de un buen trabajo de equipo.

4.7 La operación del museo

4.7.1 Una misión siempre presente

La misión es mucho más que un simple requerimiento formal. Es la base que sustenta los objetivos y las metas, así como las estrategias en relación al rumbo que debe tomar el museo. Es la guía para definir los temas y los programas; para la aceptación o rechazo de propuestas y es una referencia obligada para medir los resultados (Grinell, 1992).

La misión debe estar presente a lo largo de todo el proceso de desarrollo del proyecto, desde la etapa de planeación hasta la de ocupación y en todo lo que se haga posteriormente una vez abierto el museo. Lo que se exhibe y lo que ofrece el museo debe surgir de esta misión. Todo el personal que labora en y para el museo: los directivos, los planeadores, los realizadores, los que atienden al público, los que lo promueven y los que lo administran, deben actuar de acuerdo a la misma. Una incongruencia o contradicción entre los diferentes elementos que conforman el mensaje general del museo, se verá reflejado en una mala comunicación con el público. Esto también es aplicable a la operación del museo y al personal que atiende al público, incluyendo a los que dan informes, venden los boletos y los vigilantes. Todos deben debe tener una visión general de lo que ofrece el museo, su misión y sus objetivos (Reynoso, 2007b).

4.7.2 a atención al público

Generalmente se establece un público meta, que como ya se mencionó, no es homogéneo. También es común que visiten el museo sectores de la población que no estaban considerados en la propuesta inicial. Por lo tanto, es esencial tomar en cuenta esta diversidad del público en la planeación de

los servicios y las actividades educativas en el museo; no se debe centrar la atención en un sector y olvidarse de los demás. La evaluación y la comunicación con el público, no terminan con el proyecto, debe continuar y emplearse para la operación de éste. Además de tomar en cuenta el espectro del público en cuanto a sus características, también es importante conocer sus expectativas, necesidades y opiniones, para mejorar lo que el museo ofrece. Esta evaluación debe hacerse extensiva al público potencial que no visita el museo con el propósito de encontrar las causas de su ausencia y diseñar estrategias para atraerlo (Sánchez-Mora, C. 2002).

Por congruencia, el enfoque empleado en el desarrollo del museo debe ser el mismo que se utilice para la planeación y realización de actividades. En el enfoque glocal, la inclusión es una característica fundamental por lo cual es fundamental consultar y tomar en cuenta a representantes de diferentes sectores de la comunidad para el desarrollo de estas actividades, con el fin de contar con una oferta amplia y diversa. Es recomendable establecer vínculos con otras instituciones afines, como las de investigación, educación y asistencia social. También es importante considerar a los que frecuentemente están excluidos o que tienen poco acceso a los espacios de cultura y aprendizaje, como niños en situación de calle y personas con capacidades diferentes y de la tercera edad.

En el capítulo anterior, se expuso la importancia del vínculo entre los museos y el sector educativo, relación que debe ser de beneficio mutuo. Se expuso como el museo puede ser un apoyo importante y complemento a la enseñanza formal, siempre y cuando se utilice adecuadamente como un recurso de educación informal y no se quieran trasladar prácticas del aula al museo. Los docentes pueden aprender mucho sobre cómo aprenden sus alumnos al verlos en un ámbito como el museo. Una relación cercana entre las escuelas y los museos, puede influir en la práctica docente al estimular a los maestros a utilizar otro tipo de recursos en el aula, tal vez con un abordaje más experimental (Cardoso, 2002).

En cuanto al museo, los beneficios que obtiene son la visita del público estudiantil, así como la experiencia y la información que pueden aportar los maestros sobre qué se enseña, cómo se enseña, qué aprenden los alumnos y las dificultades que tienen para aprender, son elementos de mucha utilidad para los museos.

4.7.3 Los guías

La mayoría de los museos de ciencia cuentan con personal en piso, “explicadores” que adaptan el mensaje del museo al nivel e intereses de cada visitante. Desempeñan múltiples actividades y funciones como: orientar a los visitantes, dar información complementaria, estimular y resaltar aspectos ignorados o asombrosos, ofrecer visitas guiadas, atender a grupos, dar conferencias, hacer demostraciones, coordinar talleres y participar en espectáculos. El perfil de estas personas varía de un museo a otro. Pueden ser jubilados, voluntarios o contratados; personas de la tercera edad o jóvenes; o estudiantes o profesores, por mencionar algunos. Reciben nombres diversos como: anfitriones, pilotos, asistentes de sala, auxiliares, facilitadores, demostradores, ayudantes, cuates, y edecanes. Estos nombres reflejan diferencias sutiles en cuanto a la labor que desempeñan. Melanie Qüin (1990 en Gore, 2002), se refiere a estas personas como los anfitriones en una “fiesta científica”. Su función es traducir la ciencia al lenguaje cotidiano de los visitantes. Ellos son el puente, o el intermediario entre el científico, el equipo que creó el museo y los visitantes (Gore, 2002). Con ese mismo espíritu, el Museo de Ciencias UNIVERSUM y el Museo de la Luz, les dieron a sus explicadores, estudiantes universitarios de diversas carreras, el nombre de anfitriones.

El rol que desempeñan los anfitriones puede ser decisivo para bien y para mal en lo que se refiere a la experiencia del visitante en el museo. Por lo anterior, considero que una buena capacitación y sensibilización es fundamental. A mi manera de ver esta capacitación debe incluir varios ingredientes:

- Una visión general del museo en cuanto a: su historia, misión, objetivos, contenido y actividades.
- Elementos para reflexionar sobre el quehacer científico.
- Aspectos conceptuales y operativos de la divulgación de la ciencia.
- Una capacitación específica para las actividades que van a realizar en cuanto a: contenido temático, manejo de los equipos y desarrollo de actividades.
- Conocimientos y estrategias para divulgar los temas a diferentes públicos, considerando varios parámetros de los visitantes: sus intereses, su edad, nivel educativo, nivel de madurez biológica e intelectual y conocimiento previos, por mencionar algunos.

A veces se requiere una capacitación adicional para realizar una actividad o programa específico. Por ejemplo para la realización de demostraciones, espectáculos y obras de teatro, se cuenta con anfitriones que provienen de carreras científicas y otros que son estudiantes de teatro. Ambos deben recibir capacitación e información complementaria. A los primeros se les debe capacitar en áreas como expresión corporal y manejo de voz y a los segundos se les debe proporcionar las bases conceptuales y técnicas del tema a desarrollar (Reynoso, 2007 b).

Otro rubro importante es la capacitación para atender a visitantes con necesidades especiales como personas con problemas de visión, audición, dificultades motrices o con deficiencias mentales. Es recomendable trabajar con expertos en educación especial, con el fin de aprender estrategias, así como propuestas para adaptar el museo a las necesidades de cada uno de los grupos mencionados (Reynoso, por publicarse).

4.8 Evaluación e investigación

En secciones anteriores se mencionó que la evaluación es sumamente valiosa como auxiliar en desarrollo de exposiciones y museos ya que aporta los criterios necesarios para continuar el proyecto o corregir versiones preeliminares de los productos. Además, con el fin de mejorar la oferta educativa del museo y establecer una verdadera comunicación con el público, es indispensable conocer su composición, así como sus características, expectativas y necesidades, por ello es prioritario que llevar a cabo investigaciones acerca de su público real y potencial (Sánchez-Mora, C. 2007 a).

Studart, y sus colegas (2003) afirman que existe un interés creciente por parte de los profesionales de los museos por llevar a cabo este tipo de estudios como un aspecto relevante de la planeación de la institución, de sus programas, y de la atención al público. Estas autoras comentan que los estudios sistemáticos de evaluación comenzaron en la década de los veinte del siglo pasado con el propósito de medir el impacto pero que fue hasta la década de los años 70 cuanto la evaluación se comenzó a utilizar como herramienta para el desarrollo de exposiciones. En estas primeras investigaciones se medía fundamentalmente la reacción del público a equipos individuales. El énfasis de estos estudios estaba en aspectos cognitivos o conductuales, pero no en el impacto afectivo. Fue hasta la década de los

años 90 con estudios como los realizados por Falk y Dierking (1992) que se incorporaron los aspectos sociales. Se comenzó a considerar la visita al museo como una experiencia integral que depende de muchos factores que son dependientes entre sí. Los resultados de estos estudios se utilizan para el desarrollo de exposiciones.

Hoy en día, se pueden encontrar una variedad de estudios reportados en la literatura. La temática es diversa: algunos buscan caracterizar al público que visita los museos y responden a preguntas como: quiénes son y por qué acuden. Otros analizan el comportamiento considerando diferentes parámetros como la edad, el género, las interacciones con el personal del museo o las dinámicas que se generan al interior de grupos como escolares o familiares. Sin embargo, todavía no se ha podido determinar exactamente qué es lo que obtiene el visitante de la experiencia museística, en parte por lo difícil que es aislar el impacto de la visita de otras experiencias que tiene cada visitante. Ante la falta de elementos para abordar a una diversidad enorme de visitantes, el divulgador hace uso del conocimiento desarrollado para la enseñanza formal de las ciencias, por ejemplo sobre las ideas alternativas (Sánchez-Mora, C., 2007a). Las ideas alternativas se refieren a las explicaciones que construyen las personas en relación a fenómenos naturales, que pueden ser parcial o totalmente incompatibles con las explicaciones académicas (Ver capítulo II). Se cuestiona que tan válido es extrapolar este tipo de estudios al museo, donde a diferencia de la escuela, el visitante hace sus propias conjeturas de lo que ve, a su ritmo y en función sus intereses y necesidades. Lo que si se ha visto como una ventaja es que al comprender el conocimiento previo de los visitantes, así como la posibilidad de hacer una conexión con la vida diaria, facilita la comunicación. Los equipos pueden reforzar conocimientos anteriores, ayudar a reconstruir comprensiones, modificar conductas, generar actitudes y despertar emociones, como parte de la experiencia de aprendizaje.

Existen muchos instrumentos y metodologías para evaluar qué se lleva el visitante. Con el fin de obtener información más amplia y complementaria se sugiere una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos.

Hein (1998) señala algunas diferencias entre lo que denomina el enfoque tradicional y el constructivista para las evaluaciones. Estas son:

1. La forma en que se establecen los problemas: En el enfoque tradicional, se emplean métodos cuantitativos. En el constructivista se recurre a una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos. Ambos sirven para observar conductas o patrones de comportamiento, mostrando qué hacen o dicen los visitantes, pero rara vez se detecta cómo se sienten. Sin embargo, la diferencia fundamental entre el enfoque tradicional y el constructivista es básicamente ideológica, como se vio en la sección 4.6.2.
2. La forma en que se toman los datos: Con los métodos tradicionales se requiere invertir tiempo en validar los instrumentos que se usan para obtener la información. Generalmente se establecen diferencias estadísticas entre el antes y el después del evento que se evalúa. En la evaluación cualitativa se emplean varios métodos para recoger los datos como preguntas abiertas, entrevistas, cuestionarios, observaciones o seguimientos de trayectorias. La información obtenida mediante métodos cuantitativos, por ejemplo el tiempo de permanencia en un equipo o en una sala, datos demográficos complementan los resultados obtenidos por métodos cualitativos. Esta combinación de instrumentos aporta mayor credibilidad y riqueza al estudio.

Los métodos cualitativos permiten detectar respuestas o comportamientos no esperados, así como enterarnos de aprendizajes distintos a los intencionados. Además, ofrecen la posibilidad de aprender sobre cómo se aprende en un ámbito informal como el museo, aunque no necesariamente lo que piensan. A pesar de la riqueza que puede aportar este tipo de estudios también implican una serie de dificultades para su realización. Requieren que los evaluadores dediquen más tiempo a esta labor, lo cual no siempre es factible por motivos laborales del personal del museo y porque los propios visitantes no pasan mucho tiempo en cada equipamiento. Además, es necesario tomar en cuenta el efecto de la presencia del evaluador en el estudio, la cual puede llegar a opacar los resultados. Aunque no han sido muy exitosas las entrevistas a visitantes, debido a las complicaciones mencionadas, si han sido muy ilustrativas las entrevistas que se hacen al personal del mismo museo.

La mayoría de los estudios que se realizan son aplicables sólo al contexto específico en que se llevaron a cabo. Sin embargo, el conjunto de éstos y la comparación de resultados, puede servir para observar ciertas tendencias y así contribuir a la construcción del campo de conocimiento.

Studart, et. al, (2003) hacen una distinción entre evaluación e investigación. Aunque en ambos se hacen estudios de público, la intención es distinta. La evaluación es un levantamiento sistemático de datos sobre actividades y resultados de exposiciones o programas públicos con el propósito de servir de instrumento para tomar decisiones para mejorar el producto. La investigación tiene la finalidad de obtener nuevos conocimientos, que puedan ser generalizados y que eventualmente puedan servir de base para teorías. La evaluación surge de la necesidad de emprender una actividad específica a corto plazo, la investigación en cambio busca establecer patrones para saber más sobre la experiencia del museo.

Comentan estas autoras, que a pesar de que se trata de un campo profesional relativamente joven, ha tenido una evolución considerable con investigaciones cada vez más estructuradas y sistematizadas las cuales se reportan en foros y publicaciones formales. Existen asociaciones y órganos específicos para este tipo de estudios como el *Visitor Studies Association*, fundada en la década de 1980 en Estados Unidos y el *Observatoire Permanente des Publics* fundada en la década de los 1990 en Francia (Studart, et. al. 2003). También se presentan estos resultados en congresos o reuniones de sociedades o asociaciones como el ASTC (Association of Science and Technology Centers), la Red Pop (Red de Popularización de Latinoamérica y el Caribe), ECSITE (European Network of Science Centers and Museums) y la SOMEDICyT (Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica).

La producción dedicada a los estudios de público en los museos, se publica en diferentes revistas especializadas de museos o de áreas afines. Algunas publicaciones en inglés son *Curator (EUA), Museum Management and Curatorship (Inglaterra)*, *Journal of Education in Museums (Inglaterra) y Journal of Museum Education (EUA)* por mencionar algunas. Existen además, una amplia bibliografía con aportes teóricos y metodológicos, así como innumerables antologías de diferentes países que reflejan la diversidad de intereses en el campo.

A pesar del volumen de estudios e investigaciones en este tema, todavía quedan muchas preguntas abiertas. Aunque varios autores como Studart, et. al. (2003), Falk y Dierking (2005) y Friedman (2002) afirman que se aprende ciencia en estos recintos, comentan que todavía no podemos predecir que va a aprender el visitante, ni qué significado le va a dar a la experiencia que le hemos preparado. Proponen preguntas para orientar futuras investigaciones como: ¿Qué se lleva un individuo de su experiencia museística y cómo influye en su vida privada, profesional y cívica?, ¿Contribuye a que sean mejores ciudadanos, trabajadores y padres?, ¿Cuáles son los efectos de diversos tipos de presentaciones de los objetos museales en diferentes públicos?, ¿Cómo influyen los adultos en el aprendizaje de los niños en estas instituciones?, ¿Qué esperan los visitantes de su visita al museo?, ¿Cuál es el impacto real de nuestras instituciones en la sociedad? Insisten en la necesidad de buscar la manera de generalizar los resultados de los estudios de público realizados en un contexto específico para que puedan ser aplicados en otros contextos.
Hein (1998) señala que aún hay mucho que aprender sobre cómo se aprende en el museo, lo que el visitante construye no necesariamente está relacionado con nuestros esfuerzos educativos. Además, el público cambia de una generación a otra, así como de una cultura a otra por lo cual debemos estar preparados para adaptar los mensajes y objetivos a cada contexto.

4.9 El panorama mundial

Muchos museos y centros de ciencia ofrecen la posibilidad de una retroalimentación inmediata a través de actividades de comunicación directa como talleres, foros, conferencias y la interacción con guías capacitados para adaptar el mensaje de acuerdo a los intereses y nivel de los visitantes. Son espacios de convivencia y diálogo entre diferentes sectores de la sociedad, incluyendo a la académica y la científica. En estos espacios, al igual que todos los otros medios empleados para divulgar la ciencia, es fundamental mantener altos niveles de calidad y responsabilidad en lo que se ofrece. El compromiso de los museos de ciencia con su entorno natural, social y cultural como espacios de encuentro para la resolución de problemas comunes se vuelve cada vez más importante, por lo cual un factor de éxito de éstos es su grado de integración a la comunidad en la que están insertos y qué tanto responden a los intereses y necesidades de la misma. Las propuestas y estrategias para lograrlo ha sido tema de discusión y análisis en diversos foros, como

los últimos dos congresos mundiales de museos: el 5° Congreso Mundial de Museos celebrado en el 2008 en Toronto, Canadá y el 6° Congreso Mundial de Museos que se llevó a cabo en Ciudad del Cabo, Sudáfrica en el 2011. Estas propuestas y compromisos quedaron plasmados en dos documentos que se han denominado la Declaración de Toronto y la Declaración de Cape Town, respectivamente.

A continuación se presentan algunas de las ideas y conceptos que a mi juicio son las más relevantes en lo que se refiere a la labor educativa de los centros y museos de ciencia. Las declaratorias completas se incluyen en el Anexo 1.

La Declaración de Toronto:

Es declaración fue el resultado del 5◦ Congreso Mundial de Centros de Ciencias celebrado en Canadá en el 2008, en el cual participaron delegados de 41 países. Fue endosada por las siguientes asociaciones ASPAC (Red de Centros de Ciencia y Tecnología de la Región Asia-Pacífico), ASTC (Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología), CANSM (Asociación China de Museos de Ciencia Naturales), ECSITE (Red Europea de Centros y Museos de Ciencias), NCSM (Consejo Nacional de Museos de Ciencias de la India), Red POP (Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de América Latina y el Caribe) y la SAASTEC (Asociación Sudafricana de Centros de Ciencia y Tecnología).

En esta declaratoria se asegura que los centros de ciencia estimulan la curiosidad y el desarrollo de mentes inquisitivas; cambian la vida de la gente, influyendo en sus actitudes y en su pensamiento; y ayudan a desmistificar la ciencia, mostrando de manera accesible lo necesaria que es para su vida. Se declara que estos centros y museos se han convertido en importantes espacios de encuentro entre la ciencia y la sociedad para todos los sectores de la población, convirtiéndose en una herramienta importante para la inclusión social. Se les adjudica las siguientes características y ventajas:

- Son sitios visibles y confiables para el diálogo, la actividad y para la discusión sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología.
- Apoyan el desarrollo de habilidades requeridas para la resolución de

problemas, la creatividad, la inventiva, la innovación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones, convirtiéndose en espacios de educación continua.

- Representan un importante complemento para la educación formal.
- Muestran a los docentes otras formas de enseñar ciencia a sus alumnos.
- Despiertan vocaciones hacia carreras científicas y técnicas.
- Presentan el conocimiento global en ciencia y tecnología, pero dentro de la realidad local.
- Son lugares seguros y confiables de inclusión y equidad en donde el público puede involucrarse en asuntos críticos que afectan a la sociedad.

En este congreso, los participantes se comprometieron a desarrollar agendas comunes de acción considerando la importancia de la cooperación global, pero respetando las culturas locales para abordar retos como los relacionados con el medio ambiente. Se concluyó que estos espacios contribuyen a la formación de niños y jóvenes como futuros líderes, tomadores de decisiones y "agentes de cambio" críticos. En cuanto a los adultos, se les proporciona elementos para comprender la ciencia que requieren para participar en la toma de decisiones en temas como el cambio climático, la salud, la necesidad de energías renovables, la escasez del agua y el VIH-SIDA.

Esta declaración se revisó y actualizó en el 2011 en el 6° Congreso mundial celebrado en Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

La declaración de Cape Town:

Esta declaración recoge las conclusiones del 6° Congreso Mundial de Museos celebrado en Ciudad del Cabo, Sudáfrica en el 2011 en el cual participaron delegados de 56 países. Esta nueva declaración fue respaldada por las siguientes asociaciones: ASPAC, ASTC, ECSITE, NAMES (The North Africa and Middle East Science Centers Network), NCSM, Red POP y SAASTEC.

En este documento se evalúa el impacto de los centros de ciencia en el mundo y se formulan estrategias para continuar desempeñando una labor importante en la resolución de problemas globales relacionados con la ciencia y la sociedad. Algunas conclusiones y propuestas importantes que surgieron de esta reunión fueron:

En el mundo los museos y centros de ciencia han ganado la confianza del público en lo que se refiere a la veracidad de la información que presentan. En éstos se presentan los avances científicos y tecnológicos resaltando el contexto en el cual fueron desarrollados. Son espacios en los cuales se construyen significados y se fomenta el aprendizaje por descubrimiento con énfasis en los procesos y no tanto en los resultados.

Al retomar las propuestas vertidas en la Declaración de Toronto se observó que en los últimos tres años los centros y museos de ciencia:
Han vinculado sus programas a las Metas del Milenio de las Naciones Unidas al estimular la toma de conciencia en torno a problemas como el VIH/SIDA y el desarrollo sustentable.

- Han promovido la universalidad de la ciencia pero reconociendo sus orígenes multiculturales y el valor de los sistemas de conocimiento indígena[5]
- Promueven la creatividad y la innovación.
- Son espacios para la comunicación entre la comunidad científica y el público para que las opiniones de este último sean escuchadas y consideradas.

Subrayo algunos de los compromisos adquiridos por los firmantes que a mi juicio son los más relevantes:

- Promover la creación de centros y museos de ciencia en los lugares donde hagan falta.
- Establecer vínculos con el sistema de educación formal, con las artes, las empresas, los tomadores de decisiones y con los medios.
- Presentar problemas de interés para las comunidades locales, regionales y globales, así como el desarrollo de programas con el fin de promover que el público participe en la resolución de tales problemas.

5 Sistemas de conocimiento indígena, se define como el conocimiento local que es único y perteneciente a una cultura dada u que contrasta con los sistemas de conocimiento internacionales <http://www.worldbank.org/afr/ik/basic/htm.>

- Continuar con programas cuyo objetivo es generar una conciencia en torno a las raíces multi-culturales de la ciencia y el valor de los sistemas de conocimiento indígenas.
- Continuar e impulsar la evaluación y la investigación con el propósito de mejorar la calidad de los productos y actividades buscando mejorar su eficiencia e impacto.
- Promover el diálogo entre científicos y el público para que las opiniones del público en relación a la ciencia y la tecnología sean escuchadas y tomadas en cuenta en los procesos de toma de decisiones.
- Promover la creatividad, la invención y la innovación para alcanzar formas de vida más sustentables.

Muchas de estas propuestas pueden parecer utópicas, sin embargo indican claramente que la misión y los objetivos de los centros y los museos de ciencia están cambiando para adaptarse a las exigencias y necesidades de la era en la que vivimos: un mundo globalizado pero con culturas y tradiciones locales que exigen su espacio y que habrán de respetarse; así como problemáticas locales que deberán atenderse sin perder el contexto global, en el cual la información y el conocimiento debe dejar de ser un factor que aumenta la brecha entre ricos y pobres, trátese de naciones, regiones, sectores de la sociedad o personas, para convertirse en una herramienta de cambio hacia una vida mejor y un desarrollo sustentable.

En el último capítulo se presenta la aplicación de lo expuesto en este trabajo en la planeación y desarrollo de una sala con el tema “Cambio climático y desarrollo sustentable”.

Capítulo V

La planeación de una exposición sobre cambio climático

5.1 El cambio climático y la sociedad

5.1.1 El contexto global y local

El clima ha cambiado muchas veces en los aproximadamente 4500 millones de años de vida que tiene nuestro planeta como consecuencia de su evolución natural, así como por factores externos a la Tierra, como son las variaciones en la actividad del Sol y de la órbita terrestre. Sin embargo, desde finales de la década de 1950 nos enfrentamos a un nuevo cambio climático, debido a la acción humana (Dow y Downing, 2007). La contaminación, la escasez del agua potable, la biodiversidad amenazada y el incremento en la frecuencia e intensidad de los desastres como consecuencia de fenómenos naturales, son manifestaciones del impacto negativo que ha tenido nuestra forma de "vida moderna" en el planeta. Lo anterior quedó de manifiesto en el cuarto informe del Panel Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) presentado en París en el 2007, ante lo cual el Dr. Achim Steiner, director ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) declaró que "el 2 de febrero de 2007 será recordado como el día en que se eliminaron las incertidumbres respecto del papel de los humanos en el cambio climático del planeta" (Binimelis, 2010). Por lo anterior, el galardonado con el Premio Nobel Paul Crutzen y Eugene Stoermer (en Dow y Downing, 2007) han propuesto que vivimos en una nueva era geológica, la era Antropocena. Los humanos nos hemos convertido en una nueva fuerza de la naturaleza, capaces de provocar inmensos cambios en los ecosistemas que ponen en riesgo el sustento vital de muchas especies, incluyendo la nuestra y de las generaciones futuras.

El estudio de los cambios climáticos en otras épocas, tanto remotas, como recientes, nos ayuda a entender la situación actual. En el pasado reciente, se sabe que comenzó a enfriarse el clima en el siglo XIII, alcanzando la temperatura promedio de la Tierra un mínimo a principios del siglo XVIII, al grado de que se habla de una miniglaciación que duró varias décadas. Un indicio de lo anterior es el congelamiento del Río Tamésis de Londres durante los meses de enero y febrero, lo cual dejó de ocurrir a mediados del siglo XVIII cuando comenzó a subir nuevamente la temperatura promedio de la Tierra. Los científicos adjudicaron el descenso de la temperatura a un cambio en la actividad solar. Sin embargo, cabe mencionar que este incremento en la temperatura coincide con el inicio de la Revolución Industrial, con el descubrimiento de la máquina de vapor y con ello un mayor consumo del carbón, primero y del petróleo después. Una consecuencia de este proceso de industrialización fue el aumento en la emisión de dióxido de carbono (CO_2) procedente de combustibles fósiles, así como de otros gases de efecto invernadero (GEI) que se fueron acumulando en la atmósfera. El impacto de estas emisiones como responsables del calentamiento global se hizo evidente hasta el siglo XX (Toharia, 2007).

En un poco más de un siglo y medio la humanidad ha dado un salto cualitativo único en su historia, de forma sumamente acelerada, al pasar de una economía agraria de subsistencia a una economía fuertemente industrializada, totalmente dependiente de las fuentes de energía al mismo tiempo que voraz consumidora de recursos naturales de todo tipo. Este proceso ha tenido, un enorme impacto en el entorno, debido al consumo de toda suerte de recursos naturales, incluidas las fuentes de energía, y a la generación de una serie de elementos sobrantes y aparentemente sin valor, los “residuos” que al considerarlos como tal, los liberamos al medio ambiente (Toharia, 2007). La producción de estos residuos que tienen la forma de gases, líquidos, sólidos, ruidos y radiaciones, ha sido el motivo por el cual a la sociedad actual se le haya denominado “la civilización del desperdicio”. Mientras más rica y desarrollada sea una sociedad, mayor será cantidad de desperdicios producidos. Los países industrializados son los responsables principales. La contribución de los países pobres ha sido mínima. Sin embargo, la contaminación no respeta fronteras y estos últimos serán los que más van a sufrir las consecuencias del cambio climático. Aunado al problema anterior, existe otro factor que ha contribuido al problema actual: la deforestación sobre todo con el propósito

de conquistar nuevas tierras cultivables. Esta práctica, tan común en países pobres, ha sido necesaria para alimentar a la población, a pesar del impacto en los ecosistemas y en la biodiversidad (Toharia, 2007). La deforestación es la contribución de los países pobres al cambio climático (Conde, 2007).

Sin embargo, señala Corbera (2009), tal parece que en estos países pobres, en particular los latinoamericanos, el tema de cambio climático no preocupa demasiado. Para los que viven en ámbitos urbanos y rurales en condiciones de relativa o extrema pobreza, es un fenómeno abstracto, complejo, que incluso carece de traducción a su lengua o dialecto local, del cual han escuchado poco y que comprenden todavía menos. Estas poblaciones son las más vulnerables ante episodios meteorológicos extremos, como sequías, inundaciones y huracanes, dado que tienen menos recursos para hacerle frente a estos eventos, al mismo tiempo que agudizan aún más su precaria situación. Para los gobiernos de estos países, detener o aminorar los efectos de dicho proceso de cambio global, no debe comprometer el desarrollo económico. Toharia (2007) se pregunta que si los habitantes de esos países, que viven en condiciones ya de por sí difíciles y que arriesgan la vida para emigrar al "paraíso del Primer Mundo", se puede decir que lo que les espera es aún peor. Su preocupación fundamental es la sobrevivencia, no el deterioro ambiental. Considera que los más asustados por la degradación ambiental son los que viven en los países ricos y yo agregaría también los que hemos alcanzado cierto nivel de vida en los países no tan ricos como México porque lo que está en riesgo es la forma de vida a la que nos hemos acostumbrado. A pesar de lo anterior, pienso que para los que ya viven en condiciones precarias, el cambio climático hace que su futuro sea aún más preocupante. De continuar este proceso, en el futuro, además de los que emigran por razones económicas y políticas, estarán los desplazados por los cambios del clima. Riechmann (2011) considera que los hambrientos y desplazados por el impacto del cambio climático pueden llegar a los centenares de millones, y alerta sobre la tensión, la violencia y el colapso social que vendrá si llega a suceder. Pronostica que la condición de África, en cuanto a sequías y hambrunas, serán aún más crítica.

Toharia (2007) afirma que los países ricos, aquellos que llevan una vida insensata y despilfarradora, son los responsables principales de este peligro y por lo tanto los que están más obligados a conocer mejor el problema

para combatirlo, prevenir sus efectos negativos y compartir con el resto del mundo los muchos beneficios que les sobran. Los problemas ambientales van más allá del tema atmosférico y climático; son inseparables de los problemas de solidaridad mundial y afecta a todas las actividades humanas. El asunto es sumamente complejo y global. Para hacerle frente se requiere de la participación de científicos de diversas especialidades, pero también de expertos de otras áreas de conocimiento como economistas, juristas y sociólogos. Un ejemplo de la necesidad de un esfuerzo multidisciplinario es el análisis de una legislación ambiental, así como las bases de una economía sostenible, tomando en cuenta las características culturales propias de cada lugar.

Lo que está claro es que estamos padeciendo las consecuencias de visiones y estrategias políticas deficientes por parte de las generaciones que nos antecedieron con una planeación a corto plazo, sin pensar en el futuro y que nos corresponde a las generaciones actuales enmendar estos errores. Con base en lo anterior, Batalla (2009) sostiene que los dos más grandes desafíos de la humanidad del siglo XXI son el cambio climático y la pobreza global, ya que la vulnerabilidad frente al calentamiento global depende no sólo del clima, sino del modelo de desarrollo.

El cambio que implica ir en pos de un mundo “descarbonizado”, aquel donde la actividad económica no esté ligada a las emisiones de gases de efecto invernadero, se compara con frecuencia con la revolución industrial de Europa y Estados Unidos en el siglo XIX. La “descarbonización” es uno de los más grandes desafíos tecnológicos y para enfrentarlo se requiere de medidas políticas y económicas, que deberán ser aceptadas y apoyadas por la mayoría de los países del mundo (Canadell, 2009). Estas medidas, tendrán sin duda, impactos sociales, por lo cual deberán tomar en cuenta consideraciones que promuevan la equidad. La inequidad tiene que ver con que son los países más pobres los más vulnerables debido a sus debilidades socioeconómicas e institucionales. La adaptación debe verse como una oportunidad para generar mecanismos compensatorios a cargo de los países desarrollados. Cualquier solución integral debe incluir el análisis de los costos de las propuestas de adaptación y sus implicaciones para los países más pobres de la Tierra (Barros, 2009).

Para anticiparnos a las implicaciones futuras, necesitamos analizar el presente desde otra perspectiva, tomando en cuenta factores como la salud mundial, el abastecimiento del agua, la seguridad alimentaria y los desarrollos costeros. Muchos ecosistemas están bajo una presión tremenda debido a los cambios de uso de suelo, la contaminación y la sobre explotación para cosechar. La alteración a estos ecosistemas está afectando el número y la variedad de las especies que las habitan, así como su potencial para hacerle frente a las enfermedades y su capacidad para proporcionar ciertos servicios al sistema como filtración del agua y control de las inundaciones (Dow y Downing, 2007).

Afortunadamente, no todo está perdido. Existen regiones del planeta que muestran una naturaleza sana y en equilibrio. Muchas de éstas son áreas protegidas como los parques nacionales o las reservas de la biosfera. Otras han sido recuperadas a través de programas de restauración ecológica. Otro factor de esperanza es la creciente voluntad por transformar el mayor sector industrial, el energético. Por desgracia el principal obstáculo para llevar a cabo medidas como las mencionadas, es el económico, ya que implicaría la ruina de ciertos sectores, pero el surgimiento de otros que aprovecharán estos cambios. Por ello, la batalla por desacelerar y adaptarse al cambio climático sólo puede ganarse si se logra un compromiso internacional compartido por todos los gobiernos y sus ciudadanos. Cada gobierno tendrá que acatar estos compromisos internacionales para implementarlos en su país y los ciudadanos deberán aprender a vivir de una manera distinta y cambiar sus hábitos de consumo (Batalla, 2009).

5.1.2 La búsqueda de soluciones

La preocupación por los cambios del clima como consecuencia de la actividad humana no es reciente. En 1859, John Tyndall presentó en Londres en una asamblea de la Royal Institution presidida por el príncipe Alberto, una serie de experimentos en los cuales mostraba que el aire impide la irradiación de calor debido a su contenido de gases de efecto invernadero. Con ello certificaba experimentalmente, la teoría del “efecto invernadero” postulado por Joseph Fourier en 1820. En 1896, el sueco Savante Arrhenius (premio Nobel de química de 1903) publicó el primer trabajo sobre el tema, en él expone su preocupación por el uso masivo de combustibles fósiles y el posible impacto

sobre el efecto invernadero natural. En este artículo el investigador presenta el primer cálculo en que se muestra el aumento de la temperatura global del planeta como consecuencia del incremento del volumen de dióxido de carbono en la atmósfera (Rahmstorf, 2009).

En las décadas siguientes se publicaron otros trabajos sobre el tema sin mucha repercusión. Fue hasta 1957, cuando la Organización Metereológica Mundial (OMM) en el Marco del Año Geofísico Internacional comenzó a coordinar registros sistemáticas de la composición química de la atmósfera. En la década de los años 1960 la OMM y la comunidad científica comenzaron a expresar su inquietud por los efectos del incremento del dióxido de carbono en la atmósfera. En la década de los años 1970 se iniciaron los análisis de las variaciones en el clima. Se reportó un periodo de descenso de la temperatura promedio de la Tierra entre los años 1945 a 1975. Se propuso que la causa fue la disminución de la intensidad de los rayos solares que produjo un aumento en los hielos del Ártico provocando cambios en el clima de todo el planeta. Se llegó a pensar que la Tierra se dirigía hacia una nueva glaciación. Sin embargo, a partir de la década de 1980 se registra un ascenso gradual de la temperatura promedio del planeta (Toharia, 2007).

Estas fluctuaciones en el clima despertaron la preocupación mundial, la cual se hizo patente en 1972, durante la Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Estocolmo. En esta reunión se puso en marcha el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y se reconoció el posible efecto nocivo de la excesiva industrialización en la atmósfera. En 1974 la ONU promovió la creación de un grupo de expertos en cambio climático dependiente de la OMM. Ese mismo año, los científicos Sherwood Rowland y Mario Molina alertaron sobre la posible destrucción de la capa de ozono estratosférico, trabajo por el cual recibieron el premio Nobel en 1995. En 1976 se detectó por primera vez el “agujero de ozono” sobre la Antártida. A partir de esa fecha comenzaron a generarse más evidencias mostrando los efectos de la actividad humana sobre el sistema climático. En 1978 se celebró la Conferencia Mundial del Clima y se creó el Programa Mundial del Clima. En 1985 se firmó en Viena el Convenio de Protección de la Capa de Ozono con medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos negativos de la actividad humana. En la conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrado en Río

de Janeiro en 1992, más de 150 países firmaron un convenio internacional sobre gases de efecto invernadero (GEI) y cambio climático. En 1997 se firmó el protocolo de Kioto para reducir las emisiones de GEI. Tuvieron que pasar más de ocho años para que fuera ratificado este convenio en 2005 por más de la mitad de los países firmantes. Por desgracia, Estados Unidos se negó a firmar y los países que si firmaron, han incumplido (Toharia, 2007).
Los eventos más importantes con el propósito de encontrar soluciones a los problemas generados por el cambio climático son los que organiza la ONU. Estos congresos se celebran cada año y se denominan COP (United Nations Climate Change Conference). Hasta la fecha se han celebrado 17 de estos congresos. La COP16 se llevó a cabo en Cancún, Q.R., México del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010 (http://cc2010.mx) y la COP 17 se llevó a cabo en Durban, Sudáfrica del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 2011 (http://www.cop17-cmpdurban.com).

En 1988 la ONU crea el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) con el mandato de evaluar de manera objetiva, abierta y transparente la información de científica, técnica y socioeconómica relevante requerida para entender las bases científicas del riesgo del cambio climático inducido por las actividades humanas, identificar los impactos potenciales a diferentes escalas y recomendar acciones de adaptación y mitigación. Los informes elaborados por el IPCC deben ser neutrales con respecto a intereses políticos y económicos; presentando los factores científicos, técnicos y socioeconómicos relevantes para la aplicación de políticas resolutivas. Debido a su carácter de imparcialidad, estas evaluaciones cuentan con gran credibilidad en el mundo científico (Binimelis, 2010).

El IPCC se compone de tres grupos de trabajo:

- El Grupo 1 evalúa las bases científicas del cambio climático, analizando observaciones del pasado y haciendo simulaciones de los cambios futuros.
- El Grupo 2, con base en los pronósticos del Grupo 1, evalúa los posibles impactos del clima del futuro en distintas regiones del mundo, identificando las vulnerabilidades en las mismas y las posibles medidas de adaptación.
- El grupo 3 es el encargado de presentar opciones de mitigación.

El IPCC produce un documento con la síntesis de las conclusiones de los informes de estos tres grupos. Estos informes son sometidos a un proceso exhaustivo de revisión por pares y por representantes de los gobiernos de los países participantes. El primer informe fue presentado en 1991 en el cual se concluyó que el calentamiento de la atmósfera es real y se instó a la comunidad internacional a tomar medidas (http:www.vanguardia.com.mx/10 premios nobel de la paz a México sobresalen por su lucha por el medio ambiente 57593, html). En el 2007 se presentaron las conclusiones obtenidas de la Cuarta Evaluación, en la cual se presentan las consecuencias a nivel global de los cambios que el planeta enfrentará en el futuro mediato. Ese mismo año, el IPCC, integrado por 3 mil científicos de cien países, compartió junto con el ex–vicepresidente de Estados Unidos de América, Albert Gore, el Premio Nobel de la Paz 2007. Diez investigadores de cuatro dependencias de la UNAM se encuentran dentro del grupo de ganadores de este premio (http:www.vanguardia.com.mx/10 premios nobel de la paz a México sobresalen por su lucha por el medio ambiente 57593, html). Cabe destacar que Gore fue reconocido por su trabajo en la divulgación de los resultados y de las consecuencias de los cambios a nivel global (Binimelis, 2010). El IPCC trabaja en su quinto informe que se presentará en el 2013/2014 (http://www.ipcc.ch/)

Hasta ahora, las políticas relacionadas con cambio climático han estado en manos de científicos, activistas y políticos, pero ha llegado la hora de involucrar a toda la población para lo cual se requiere un mayor conocimiento del problema en toda su complejidad (Dow, Downing, 2007). Como habitantes del planeta, tenemos que desempeñar un papel muy importante. No podemos continuar en la pasividad con argumentos como: no sabemos de qué se trata el problema, es muy complicado o cómo esperan que yo haga algo si ni los científicos se ponen de acuerdo. Ya no tenemos excusa para no tomar la iniciativa como sociedad. Debemos exigir que se empiecen a implantar medidas para que el futuro no sea climáticamente tan distinto a lo que estamos acostumbrados. Un mundo con 4 grados Celsius más de temperatura en promedio sería un lugar muy diferente para vivir, y de continuar sin hacer nada para evitarlo, será lo que nos espera en unas pocas décadas (Binimelis, 2010).

El éxito de la implementación de estos acuerdos internacionales en cada país depende de varios factores: a) políticas nacionales y recursos

para llevarlas a cabo, b) expertos capaces de analizar los problemas locales, considerando el contexto global, c) el desarrollo de adaptaciones locales de las medidas internacionales, tomando en cuenta las características propias y necesidades de cada lugar y d) una ciudadanía informada que pueda entender las propuestas y participar en las acciones (Reynoso, 2011).
Para lograr el último punto es indispensable llevar a cabo una intensa campaña educativa y comunicativa de concientización que pueda llegar a todos los sectores de la población, a través de todos los medios comunicativos. Sólo una ciudadanía informada tendrá el derecho y los argumentos para exigir soluciones tanto a los organismos nacionales, como internacionales, de comprender las medidas que se tomen y de participar a nivel colectivo y personal en la implementación de las mismas.

5.1.3 La divulgación del tema de cambio climático.

Un aliado indiscutible en esta campaña educativa y comunicativa es la divulgación de la ciencia con sus productos, espacios y los diversos medios de comunicación que utiliza. Para garantizar una buena comunicación con los destinatarios, es indispensable que la comunidad de divulgadores efectué una reflexión y análisis sobre cómo llevar a cabo esta labor. Existen varias dificultades para divulgar el tema del cambio climático las cuales he clasificado en tres rubros: a) las asociadas a la complejidad del tema, b) las relativas a los intereses políticos y económicos y c) las que se refieren a los aspectos emotivos. A continuación se presenta una discusión de cada uno:

a) Factores asociados a la complejidad del tema:

El cambio climático es un campo de conocimiento que requiere de la interrelación de muchas disciplinas. Se caracteriza por su complejidad y por no ser una ciencia exacta por lo cual la divulgación del mismo es complicada y susceptible a muchas interpretaciones erróneas (Gay, 2011b).

Como ocurre con la divulgación de la mayoría de los temas de ciencia, una de las razones por las cuales se dan estas interpretaciones erróneas tiene que ver con el lenguaje utilizado. En la ciencia se emplean muchas palabras con un significado muy distinto al que comúnmente tienen en el contexto cotidiano. El público al tratar de comprender los temas que se le exponen,

frecuentemente hace la lectura con base en sus significados cotidianos por lo cual llega a conclusiones muy distintas a las científicas.

A pesar de que existe un amplio consenso en la comunidad científica en cuanto a las causas y efectos del cambio climático, todavía queda mucho más por conocer y por lo tanto existe mucha incertidumbre sobre el futuro. Al hablar sobre el tema, se toman muchas precauciones en el lenguaje empleado con expresiones como “difíciles de explicar”, “parece probable”, “existen indicios”, “todavía es imperfecto” y “no es fácil de cuantificar”. Cabe subrayar que lo anterior no significa que lo que sí se sabe no sirva o carezca de valor. Sin embargo, este tipo de lenguaje es inadmisible en un texto periodístico, pero necesario si se quiere hablar con honestidad sobre el tema con un mínimo de rigor científico. En ciencia no existen absolutos. Es necesario precisar las condiciones en que se cumplen determinadas leyes, atender muchos matices de indeterminación e incluir las incertidumbres. Sin embargo, expresiones como las mencionadas son peligrosas porque puede llevar al lector a pensar que “como los científicos no están seguros, mejor no hacemos nada” (Toharia, 2007).

Al comunicar el tema debe quedar claro que incertidumbre no es sinónimo de ignorancia (Conde, 2008 y Gay, 2011b). Gulledge (2011) afirma que la incertidumbre es una característica inherente al futuro y debe ser tomada en cuenta para hacerle frente a los posibles riesgos. La información científica, incluyendo sus incertidumbres, nos sirve para diseñar estrategias encaminadas a evitar o disminuir los riesgos asociados al cambio climático para lo cual es necesario conocer los pronósticos más severos y las cifras extremas. Lo que si es contundente y una predicción segura es que si no se hace nada, el clima del futuro será muy diferente a cualquier escenario conocido por los seres humanos. Sólo acciones en el presente, podrán evitar estas situaciones extremas (Gulledge, 2011).

Para desarrollar las propuestas mencionadas, es necesario construir escenarios. La construcción de estos escenarios es complicada porque se tienen que considerar muchas variables, casi siempre acopladas entre sí, así como factores relacionados con decisiones y acciones, tanto internacionales como locales, que todavía se no se han implementado. Además se tienen que tomar en cuenta la evolución variables climáticas, las proyecciones de

variables demográficas, los modelos económicos; los cambios tecnológicos; y la oferta y demanda de combustibles fósiles en las próximas décadas (Castro, et. al., 2007).

Debido a la gran cantidad de variables involucradas, las diferentes combinaciones posibles de éstas, así como el peso que se le da a cada una, se obtiene una diversidad de escenarios. Cada uno conlleva sus incertidumbres y las predicciones que ofrecen se expresan en términos de la probabilidad de que ocurran determinados eventos. En lo que coinciden todos los escenarios, con mayor o menor gravedad, es en el impacto que producirá el cambio climático en los ecosistemas, en la salud, en la economía, así como los problemas sociales que ocasionará (Conde, 2008).

Otro problema que existe para la comunicación del tema es que se confunde tiempo y clima. Entenderlo es esencial para comprender lo que está ocurriendo. El clima es el promedio de las magnitudes físicas que se registran en los observatorios durante un periodo largo de tiempo. Estas predicciones climatológicas pueden ser para periodos de tiempo del orden de siglos o más. En cambio las predicciones meteorológicas, no abarcan con precisión más que unos cuantos días. La confusión entre lo climatológico y lo meteorológico, puede hacer que el público no encuentre muy confiable lo que se anuncia. Para hacer predicciones del clima, se considera la tendencia de las variaciones de parámetros como la temperatura promedio y las lluvias a lo largo de treinta años, que es el periodo de tiempo mínimo recomendado por la Organización Meteorológica de la ONU. La tendencia que se observa es el resultado de la comparación entre parámetros como los mencionados, en las mismas fechas a lo largo de varios años (Toharia, 2007).

Aunado al problema anterior, existe la dificultad relacionada con la escala de tiempo que se emplea. Generalmente se habla de miles o millones de años, lo cual rebasa nuestra capacidad de imaginación y hace que esta información sea escasamente fiable. Nuestra imaginación, sólo es capaz de captar periodos muy breves de tiempo. Podemos recordar y captar con realismo periodos de tiempo mucho más breves, del orden de decenas de años. Sin embargo, tampoco podemos fiarnos demasiado de la memoria a corto plazo porque tendemos a recordar sólo lo que salió de la norma y no lo cotidiano. Por lo tanto, lo único confiable son los datos registrados de manera rigurosa y sistemática (Toharia, 2007).

Tal vez uno de los conceptos que se interpreta erróneamente con mayor frecuencia es el del efecto invernadero. El efecto invernadero es un proceso natural y ha ocurrido en la atmósfera de la Tierra y de otros planetas desde hace miles de millones de años. La energía proveniente del Sol atraviesa la atmósfera terrestre y llega hasta la superficie de la Tierra. Parte de esta energía es absorbida y la demás sale nuevamente al espacio. La presencia de vapor de agua y de otros gases como dióxido de carbono, ozono, metano y óxido nitroso en la atmósfera, atrapan parte de esta energía solar, regresándola a la superficie terrestre, produciendo el efecto invernadero. Por lo anterior, a los gases responsables de este "atrapamiento" de energía solar se les llama gases de efecto invernadero (GEI). Gracias al efecto invernadero tenemos una temperatura promedio de 15oC en la superficie terrestre, lo cual ha permitido el desarrollo de la vida. De no existir este efecto, la Tierra estaría sujeta a temperaturas extremas y la vida sería imposible. El problema actual es que se ha incrementado la concentración de GEI, debido a las actividades humanas, lo cual está generando un aumento en la temperatura promedio de la Tierra (Castro, et. al., 2007). Debido a esta relación entre el efecto invernadero y la contaminación atmosférica, frecuentemente se les considera como sinónimos, lo cual es erróneo. Es importante hacer esta aclaración al comunicar el tema.

b) Factores políticos, económicos y sociales:

La evidencia en relación al cambio climático a nivel mundial es categórica. La vulnerabilidad de muchos países ante este proceso representa un gran riesgo para el futuro del planeta. En el informe del IPCC publicado en el 2007, se reportan cambios de temperatura, elevación del nivel del mar y el retiro de hielo y nieve de diversas partes del planeta. Se alerta que el proceso se verá acelerado en el presente siglo y que la humanidad confrontará inevitables penurias, así como la amenaza de la extinción de muchas especies de plantas y animales como consecuencia de la modificación de los ecosistemas naturales que habitan. En el mismo informe se señala que ante el proceso de cambio climático, las regiones menos desarrolladas del mundo y sus habitantes, en particular los ancianos y los pobres, serán los más afectados. Se anuncia un aumento en los desastres naturales como consecuencia del incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos, así como de enfermedades infecciosas y alergias como malaria, dengue y plagas

como consecuencia de las ondas de calor. Las repercusiones económicas, políticas y sociales son eminentes (Castro, et. al., 2007 y Conde, 2008).

México no está exento de estas repercusiones. En general se espera un incremento en la intensidad y el número de eventos hidrometeorológicos extremos como son huracanes, lluvias torrenciales, heladas, sequías, inundaciones, ondas de calor o de frío y altibajos de la radiación solar en todo el país. Los estados del sur del país serán los más afectados por cambios en su régimen habitual de precipitación pluvial con lluvias intensas e inundaciones. En los estados del norte y algunos del centro, se registrarán aumentos en la temperatura, provocando periodos prolongados de sequías extremas e incendios forestales. Se agudizará el problema del suministro del agua, tanto para la agricultura como para el consumo urbano. La elevación de los niveles medios del mar, como consecuencia de la fusión de las capas polares de hielo del planeta, afectará las zonas costeras, y pondrá en riesgo puertos y zonas turísticas de las regiones bajas del litoral mexicano.

Aunado a las repercusiones de orden económico y político a nivel mundial relacionadas con la implementación de estrategias para aminorar el impacto del cambio climático, se debe considerar una cuestión ineludible de justicia histórica. El binomio energía=desarrollo es innegable. No es concebible que un país pobre deje de serlo sin energía. ¿Entonces cómo compaginar estas necesidades de energía – que se incrementan en el mundo desarrollado y que deberían de crecer mucho más en los países pobres si quieren dejar de serlo – con la imprescindible reducción de las emisiones que esa energía genera? Los países menos desarrollados tendrán que sufrir las consecuencias de un problema del cual no son responsables y se verán sujetos a condiciones de desarrollo mucho menos favorables que las que tuvieron los países desarrollados. Más del 80% del combustible empleado a nivel mundial es de origen fósil, situación no cambiará en el corto plazo, lo cual implica que se seguirá incrementando los GEI. Carlos Gay (2011b) comenta que los países pobres podrían reclamar su derecho a utilizar la atmósfera, al igual que lo han hecho los países desarrollados. Sin embargo, lo anterior no es posible, ya que la reducción en el consumo mundial de energía de origen fósil es imprescindible. Los países derrochadores de energía tienen la obligación de invertir más esfuerzos y capitales en repartir mejor las muchas riquezas que malgastan, ayudando de manera eficaz a los países más pobres

(Toharia, 2007). Arroyo (2011) señala que los países industrializados han reconocido su responsabilidad como emisores y han empezado a transferir tecnología y recursos a los países en desarrollo.

Es necesario avanzar en el camino de la investigación sobre fuentes de energía alternativa, sobre todo renovables que no emitan más gases de efecto invernadero o produzcan impactos aún peores. Entre las fuentes renovables se pueden mencionar la hidráulica, la eólica, la solar y la biomasa. Muchos incluyen en esta lista de "energías limpias" a la nuclear, la cual tiene el inconveniente de los residuos de larga vida y alta actividad, así como los accidentes nucleares. La sustitución de las fuentes de energía que contribuyen al problema del cambio climático, por fuentes alternas implica afectar a las grandes compañías dedicadas a la producción y distribución de la energía – el petróleo, gas natural y electricidad (Toharia, 2007). La adaptación al cambio climático ofrece nuevas oportunidades de negocio, pero también anuncia la ruina de otras actividades económicas (Batalla, 2009).

Otras líneas de investigación que deberán impulsarse son las que están encaminadas a buscar nuevas formas para ahorrar energía, así como el uso más eficiente y menos contaminante de las fuentes actuales (Toharia, 2007). Además, se deben fortalecer líneas de investigación como el desarrollo de nuevos materiales para un desarrollo sustentable[6], materiales que contaminen menos y que tengan mayor potencial para el reciclaje (Espinal, 2011).

Es indispensable imponer una vigilancia estricta a los generadores de GEI, como las industrias, el sistema de transportes y los vehículos, así como un mayor control en la calidad de lo que se produce para no continuar contribuyendo al problema. Se requieren más estudios multidisciplinarios en relación al impacto y la vulnerabilidad de diferentes regiones con el fin de proponer soluciones de adaptación o mitigación. Estas propuestas no deben ser impuestas desde afuera, más bien es fundamental involucrar a los directamente afectados, a los habitantes de la región, en el desarrollo de las mismas. Algunas estrategias recomendadas son: la colaboración con los productores y los "usuarios de los recursos naturales", con el fin de buscar prácticas que sean más adecuadas como el desarrollo de una nueva agricultura y el manejo de técnicas para optimizar el uso del agua como el riego por goteo (Conde, 2008). Barrientos (2011) afirma que el tema tiene

6 El desarrollo sustentable pretende satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro. Se divide conceptualmente en tres conjuntos de factores: el ecológico, el económico y el social. A través del desarrollo sustentable se busca encontrar el equilibrio entre estos tres conjuntos (http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible).

que subirse a nivel de leyes que sirvan para regular las causas y a enfrentar las consecuencias del cambio climático con el fin de asegurar recursos; la creación de organismos, planes de desarrollo y estrategias de mitigación.

Se debe aceptar que existen ya efectos que son irreversibles y que por lo tanto, es importante comenzar a analizar que se puede hacer para adaptarnos al cambio climático, con el menor costo posible (Toharia, 2007). Los seres humanos hemos logrado rebasar en tal grado la capacidad natural de reabsorción del carbono de nuestro planeta, que aún cesando todas las prácticas que utilizan combustibles fósiles y eliminando todos los malos usos del suelo, las concentraciones de CO2 seguirían aumentando de manera moderada a lo largo del siglo contribuyendo al aumento de la temperatura promedio a escala global. Se necesitarían dos a tres siglos para que los sumideros naturales pudieran remover el exceso de CO2 presente en la atmósfera que se ha venido produciendo en los últimos 200 años (Castro, et. al., 2007). Por lo anterior, también es imprescindible proteger y fomentar los sumideros naturales de carbono: los bosques, tanto tropicales como templados, las praderas continentales y costeras, y el fitoplancton marino. Acciones como las mencionadas, ya están en marcha de manera incipiente, pero se requiere de mayor apoyo político, y sobre todo social, para llevarlas a cabo (Toharia, 2007).

La amenaza del cambio climático pesa sobre las generaciones futuras que recogerán lo que sembraron las generaciones anteriores, desde al menos el siglo XIX. Los científicos pueden predecir y analizar lo que va a suceder, pero las normas las tienen que dictar las autoridades. Las soluciones para aminorar estos impactos tienen que emanar de acuerdos internacionales que tendrá que ser respetadas y adoptadas por los gobiernos de todos los países del mundo. Tal vez sea necesaria crear una autoridad ambiental mundial para hacerse cargo de la situación en los próximos cien años (Toharia, 2007).

No podemos continuar con esta tendencia de heredar a las futuras generaciones problemas de los cuales ellos no son responsables. Para enfrentar el cambio climático se cuenta con dos grandes conjuntos de medidas o acciones: la mitigación o reducción de emisiones de GEI y las medidas o acciones de adaptación. La mitigación se define como la intervención humana para reducir los gases de efecto invernadero y sus fuentes con el propósito de

frenar, atenuar o minimizar los impactos del cambio climático. La adaptación se define como el ajuste que se realiza ante el proceso de cambio climático. Las medidas de adaptación son todas aquéllas que nos preparan como sociedad y como individuos para enfrentar los impactos ocasionados por este proceso. Muchas de estas medidas son costosas. Sin embargo, estas medidas deben verse como una inversión que aportará múltiples beneficios a largo plazo. Tanto las estrategias de mitigación, como de adaptación se sustentan en políticas públicas que deben acompañarse de la promoción del desarrollo tecnológico y la investigación multidisciplinaria. Estas estrategias varían de acuerdo al contexto social, económico, político y cultural, en función de la ubicación geográfica, la configuración física y geográfica y el clima (Castro, et. al., 2007). No hay adaptación sin gente. Se les tiene que involucrar para lo cual es necesario construir puentes de comunicación con los posibles afectados (Conde, 2011). En este contexto, la divulgación se convierte en un instrumento para lograr los objetivos mencionados, así como una responsabilidad con nuestro entorno social y natural. Los ciudadanos tenemos derecho a recibir información confiable, independientemente de los intereses involucrados, que nos den los elementos de decisión necesarios para presionar a que se cumplan estos acuerdos y para participar en las acciones tanto a nivel colectivo como individual. Las medidas que se tienen que tomar tienen una fuerte componente de carácter emotivo, lo cual se verá en la siguiente sección.

c) Factores emotivos

Al hablar de las emisiones de gases de efecto invernadero, muchas veces se muestran las cifras por países, y se observa que los principales contribuyentes al problema son los países más ricos del mundo. Este tipo de datos, causan indignación a los habitantes de los países que no se encuentran entre los principales contribuyentes al problema (Toharia, 2007).

México es responsable de menos del 2 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y recursos dedicados a enfrentar la problemática del cambio climático a nivel local, nuestro sistema nacional en lo que se refiere al aparato industrial y productivo; nuestro patrón de consumo de energía: nuestras modalidades de transporte; y nuestro modelo de desarrollo económico, muestran una

gran rigidez por lo cual será difícil adoptar medidas importantes para reducir significativamente nuestras emisiones en el corto plazo (Castro et. al., 2007). Este tipo de comentarios generan reacciones como “que lo resuelvan ellos: las grandes industrias, las grandes fábricas y los políticos.” No se le ve mucho sentido a acciones individuales como usar focos ahorradores en casa, usar menos el auto o separar la basura (Toharia, 2007). Además, cuando se presentan escenarios muy dramáticos y luego se ofrecen soluciones pequeñas para evitarlos, difícilmente una persona puede ver el impacto de su contribución personal (Barrientos, 2011). De Buen (2011) afirma que somos la generación de la abundancia y por eso nos cuesta trabajo ver las cosas de otra manera y comenta además, que el tema resulta incómodo porque tenemos una forma de vida a la cual nos hemos acostumbrado y cuesta trabajo renunciar a ella. Toharia (2007), a partir de las ideas del sociólogo español Juan Ignacio Sáenz-Diez, afirma que los ciudadanos de los países ricos, los individuos y no las grandes corporaciones o los gobiernos se comportan como nuevos ricos a la hora de usar y malgastar los recursos que tenemos a nuestra disposición. Considera que un criterio para otorgar una calificación del grado de riqueza de una determinada sociedad se podría basar en la basura que se produce por cada habitante. Cuánta más basura, más riqueza porque en los países ricos no existen topes para el consumo. Si los más de 7,000 millones de humanos que habitamos la Tierra viviésemos como los norteamericanos, los europeos o los japoneses, el mundo sería hoy una auténtica catástrofe a causa del consumo per cápita de agua, energía, minerales y el uso del suelo para cultivos y viviendas. La sociedad industrializada fomenta, la no reutilización de lo producido, los envases no retornables y el consumo de materias primas en lugar de reciclar las utilizadas por lo cual merece plenamente el calificativo de “sociedad del desperdicio”.

El problema global es el resultado de todas estas conductas individuales de desperdicio por lo cual el desafío educativo y divulgativo es mostrar como la suma de contribuciones individuales, si puede hacer una diferencia. El énfasis tiene que estar tanto en las acciones individuales y el impacto colectivo de la suma de las mismas. Un mensaje importante es el que propone Toharia (2007) “podríamos tener exactamente lo mismo que tenemos, pero con mucho menos consumo y, por tanto, con muchas menos emisiones”. El objetivo es cambiar la forma en que llevamos a cabo actos cotidianos y nuestros hábitos de consumo. Para crear conciencia en torno al problema conviene mostrar

cifras del consumo energético de algunos actos cotidianos como cocinar, la iluminación artificial y el baño. Se podrían recomendar algunas acciones individuales y colectivas para implementar en las viviendas, los edificios, los lugares de trabajo y los sitios públicos. Algunas de estas sugerencias serían: usar la energía racionalmente, adaptar las construcciones al clima del lugar, mejorar el aislamiento térmico, aprovechar la luz natural, usar iluminación eficiente, emplear equipos que consumen menos energía, instalar sistemas para ahorrar agua, recolectar el agua de lluvia, disminuir el uso del papel y separar la basura. En cuanto a los transportes se podría promover el uso de transporte colectivo, la adquisición de vehículos particulares con motores más pequeños y la práctica de compartir el automóvil con colegas, familiares o amigos para desplazarse (Toharia, 2007).

Otro factor emotivo es la esperanza y por lo tanto la tendencia a pensar que “a mi no me va a tocar”. El impacto por el cambio climático se ve como algo que ocurre en regiones lejanas de la Tierra. Las imágenes del retroceso de los glaciares y de osos polares parados sobre trozos cada vez más pequeños de hielo, manda un mensaje de lejanía. Por lo anterior, es importante mostrar los efectos que ya son observables y la vulnerabilidad de México. Barrientos (2011) recomienda presentar impactos locales y relacionarlos con la experiencia de la gente, por ejemplo, pérdidas por las inundaciones.

El cambio climático también conlleva a planteamientos éticos a nivel mundial. Riechmann (2011) considera que se requiere un nuevo modelo económico mundial, basado en la equidad, que incluya limitaciones al consumo y a la energía, así como una nueva imagen de bienestar. Nos resulta difícil sacrificar el presente por el futuro, por lo cual afirma el investigador, que tenemos que pasar de una ética de la proximidad a una ética de largo plazo. Es indispensable impulsar una campaña por cambiar valores y actitudes. Nuestra manera de consumir, producir y trabajar tiene que cambiar de manera radical. Alerta que el peligro está más cerca de lo que imaginamos y lo que hagamos en los próximos cinco años será crítico.

Jorge Linares (2011) habla de una justicia transgeneracional. Propone transitar hacia el autoconsumo, la autoproducción y la autoenergía. Recomienda regresar a la producción a pequeña escala, por ejemplo en granjas, así como mercados pequeños para reducir gastos de transporte. Es necesario

desglobalizar la producción y tender en general a una reducción en el consumo y en la necesidad de las posesiones materiales. Al igual que Conde (2008) propone la creación de un sistema económico global con responsabilidades compartidas pero diferenciadas. Considera que este sistema requiere de una sociedad informada, así como espacios para los debates públicos y una organización mundial que regule los conflictos que surjan, tal vez la ONU sería la indicada para esta tarea. Concluye en que una nueva ética global es la única salida.

La divulgación de la ciencia es un aliado poderoso en esta labor fundamental de formar una sociedad informada y comprometida con su entorno. Al divulgar el tema de cambio climático nos enfrentamos a desafíos adicionales, además de los ya mencionados. Nos enfrentamos al reto de comunicar pero sin alarmar. La intención primordial al comunicar el tema es promover el interés, la toma de conciencia, un cambio de actitudes y valores y finalmente una participación comprometida. La exageración alarmista de las consecuencias puede llevar al enojo, al desasosiego, a la depresión, a la resignación y finalmente a la inactividad.

Barrientos (2011) sugiere comunicar valores prestigiosos, como la responsabilidad social que implica apoyar medidas de mitigación, convencerlos de pensamientos nuevos y progresivos, lo que Burgos (2011) llama “comunicar las buenas noticias”. Comunicar información veraz, pero al mismo tiempo reconocer la dimensión de la amenaza y los beneficios de combatirla.

Para comunicar este tema, el enfoque glocal es fundamental. El cambio climático es un proceso y un problema global, pero el impacto se padece a nivel local. Además, las soluciones que están a nuestro alcance y en las que debemos participar también son locales. Por lo tanto, al hacer la selección de contenidos se debe considerar: los conceptos básicos para comprender el contexto global, los elementos requeridos para entender la nueva información, los problemas potenciales locales y las propuestas locales. El desarrollo del pensamiento, como lo propone Edgar Morin (2006) es fundamental para comprender tanto el proceso de cambio climático, los estudios que se realizan en torno al problema y las posibles soluciones. Contribuir a entender el tema de cambio climático desde la complejidad es esencial al comunicar el tema.

Los museos son un excelente instrumento para comunicar este tema, ya que ofrecen la posibilidad de explicarlo ampliamente, empleando diferentes recursos y con varios niveles de lectura, abordando la problemática y las soluciones locales. También son un excelente espacio para el diálogo y el debate a través de actividades de comunicación directa con expertos o personas más conocedoras del tema. Actividades como talleres, conferencias, foros de discusión y grupos de trabajo permiten una actualización permanente, una retroalimentación inmediata y la posibilidad de causar un impacto a nivel afectivo.

5.2 La divulgación del tema de cambio climático en un museo de ciencia.

5.2.1 Por qué divulgar el tema en un museo de ciencia.

Dada la urgencia de informar, sensibilizar y concientizar a la sociedad en torno al problema del cambio climático es indispensable emplear todos los medios de comunicación disponibles para fomentar un sentimiento de pertenencia y compromiso con el entorno natural y social que motive a efectuar cambios en los hábitos de consumo y al mismo tiempo que propicie la acción a nivel personal y colectivo en la búsqueda de soluciones. Sin embargo debido a que el impacto se padece a nivel local y es en este contexto en el cual tenemos la posibilidad de actuar, es recomendable que cada localidad cuente con un lugar propio, planeado y diseñado especialmente de acuerdo a las características específicas de la localidad en el cual se muestren las consecuencias locales y los proyectos que se desarrollan para enfrentarlos. Además, se requiere proporcionar espacios en los cuales diferentes sectores de la sociedad puedan reunirse con expertos en el tema para compartir inquietudes y buscar soluciones comunes como propone Conde (2008) éstas deben incluir a la comunidad local tomando en cuenta sus experiencias, necesidades y cultura. Como se vio en el capítulo anterior, los museos de ciencia tiene el potencial para convertirse en un sitio con las características y funciones mencionadas. Los lineamientos para planear, desarrollar y operar un espacio como el que se describe se presentaron en el capítulo IV. El enfoque más adecuado es el glocal debido a que el problema y los conocimientos generados son globales, pero las soluciones y las acciones de la sociedad civil son locales.

5.2.2 El Museo de Ciencias del Estado de Morelos

El Estado de Morelos cuenta con un espacio como el que se describe, el Museo de Ciencias de Morelos, inaugurado el 25 de marzo del 2009. Este recinto que depende del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos se encuentra dentro del "Parque Ecológico San Miguel Acapantzingo", en el barrio de Acapantzingo de la Ciudad de Cuernavaca, en el predio que anteriormente albergaba el reclusorio. El parque ocupa una superficie de aproximadamente 17 mil metros cuadrados, de los cuales se han destinado 2 mil para el museo. El proyecto inicial del museo estuvo a cargo de un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (U.A.E.M.); contó con la asesoría museológica y diseño de equipamientos de la DGDC de la UNAM y fue financiado por los Fondos Mixtos FOMIX[7] promovidos por el CONACYT (www.cytem.morelos.gob.mx/jccytem/index.php).

En concordancia con el concepto del parque la misión del museo es "ofrecer a cada miembro de la sociedad morelense un espacio para la generación, divulgación y aplicación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación, particularmente en lo relacionado con el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente" (www.cytem.morelos.gob.mx/jccytem/index.php). Aunque el público meta del museo es infantil y juvenil, se ofrecen exposiciones y muchas actividades como conferencias y talleres dirigidos al público general. Además, se pensó como un espacio para la colaboración y desarrollo de proyectos entre los diferentes centros de investigación en Morelos y las diversas agrupaciones del sector empresarial.

Los objetivos del museo son:

- Organizar, ejecutar y promover actividades de divulgación de la ciencia.
- Establecer relaciones, asesorar y prestar servicios a otras instituciones públicas y privadas nacionales y extranjeras para realizar actividades de divulgación de la ciencia.
- Colaborar con el sistema educativo del estado.
- Formar y capacitar personal en los diferentes campos de a divulgación de la ciencia.
- Producir, distribuir y comunicar materiales de divulgación científica.

7 Los Fondos Mixtos son un instrumento que apoya el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio, y el Gobierno Federal, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (www.conacyt.mx/fondos/Fondos Mixtos).

- Desarrollar actividades de educación no formal y
- Concientizar a los visitantes en el manejo integral y sustentable de los recursos naturales a fin de resolver problemas relacionados con la contaminación del medio ambiente; asegurando la permanencia de los recursos naturales en forma adecuada para cubrir las necesidades básicas de la población (www.cytem.morelos.gob.mx/jccytem/index.php).

El museo se inauguró con una sala permanente dedicada al tema del agua, una exposición temporal, un invernadero, un auditorio, un área exterior de exposición y un aula para talleres. Sin embargo, con el fin de complementar la temática y contribuir aún más al logro de los objetivos, se proyectó la creación de una nueva sala permanente sobre el tema de cambio climático y desarrollo sustentable, la cual fue inaugurada el 18 de noviembre de 2010. El proceso de planeación de esta sala es el que se aborda en este trabajo.

5.2.3 El proyecto de la Sala "Cambio climático y desarrollo sustentable"

El Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente fue invitado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos a elaborar un documento base para este proyecto. Este documento se titula "Guión técnico-científico del pabellón de cambio climático" (Castro, et. al., 2007) en el que se encuentra toda la información científica y técnica requerida para el desarrollo de la propuesta museológica. Consta de cinco grandes temas: a) la historia del planeta, b) atmósfera y clima, c) cambio climático, d) sociedad y cambio climático y e) cambio climático en México y Morelos.

El proyecto museológico estuvo coordinado inicialmente por Julia Tagüeña, investigadora del Centro de Energía de la UNAM y posteriormente por Arturo Vargas, el actual director del museo. Como parte de la evaluación previa para la etapa de planeación del proyecto propuse un estudio del público meta, el cual llevé a cabo en la colaboración con Arturo Vargas. El propósito del estudio fue conocer al público potencial, sus intereses, sus preocupaciones y sus conocimientos previos en el tema. Este estudio, así como el análisis de los resultados se presentan en los siguientes incisos. Con

base en estos resultados así como la temática propuesta en el guión científico y técnico, Arturo Vargas, Julia Tagüeña y yo (E. Reynoso) desarrollamos el guión temático y museológico para la sala. La realización del proyecto estuvo a cargo de ESCATO (Escenógrafos corporativos).

Como el museo ya contaba con una sala permanente sobre el tema del agua, fue importante tomar en cuenta la temática presentada en la misma para no duplicar la información y buscar que ambas se complementaran. La sala del agua está integrada por doce equipos interactivos, fotografías y multimedios, distribuidos en las siguientes secciones:

1. Propiedades del agua
2. El agua en el Planeta y en México
3. El agua en Morelos
4. Biodiversidad acuática
5. Cultura del agua

En estas secciones se cubren temas como la importancia de las propiedades fisicoquímicas del agua, su distribución en el planeta y en México y los recursos hídricos (ríos, lagos y lagunas) del Estado de Morelos. Se presentan las condiciones en que se encuentran estos cuerpos de agua debido a la sobreexplotación y la contaminación, el papel que desempeña el agua en el equilibrio ecológico y el impacto que tiene la falta y contaminación de este elemento en la biodiversidad y en las actividades humanas. La temática es reforzada con talleres en los cuales se pretende sensibilizar a los visitantes sobre el uso racional del agua. (www.guiaturisticamorelos.com/museo-de-ciencias-cuernavaca-morelos.htm).

Los objetivos que persigue esta sala son:

- Que los visitantes comprendan y valoren el significado concreto de la existencia del agua como condición imprescindible para que se dé la vida en la Tierra debido a sus características intrínsecas.
- Informar al público de los recursos con los que cuenta el Estado de Morelos y los usos a los que se destina el agua.
- Fomentar la cultura del cuidado del agua en los visitantes reconociendo al agua como un elemento fundamental de los ecosistemas, enfatizando

que la calidad de la misma no es sólo importante para la especie humana.

- Sensibilizar en lo relativo a la limitada disponibilidad del agua dulce y el impacto que la actividad cotidiana del ser humano ejerce para disminuir su cantidad y calidad.

5.3 El contexto para el desarrollo del proyecto.

5.3.1 El Estado de Morelos y el cambio climático.

Con el fin de despertar el interés en relación al problema del cambio climático es fundamental informar a los visitantes sobre lo que ocurre en su localidad (el Estado de Morelos), así como los posibles escenarios de lo que puede ocurrir el futuro. Se deben dar a conocer los factores empleados para describir la situación como: los climas, la actividad agrícola y los cultivos; la precipitación pluvial, el agua en el estado (ríos, lagos, manantiales y presas) y la biodiversidad. Una forma de convencerlos de que el cambio climático es una realidad es proporcionando indicios actuales de impacto. En Morelos ya se registra un aumento en la temperatura promedio y una disminución en la precipitación pluvial. También se ha observado un incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos críticos como inundaciones, lluvias intensas, granizadas e incendios forestales (Castro, et. al., 2007).

En cuanto a los escenarios para el estado, todos apuntan hacia un aumento en la temperatura y una disminución en la precipitación pluvial en mayor o menor grado. Estos dos factores de impacto influirán en todas las variables mencionadas: el clima general del estado, la agricultura, el agua y la biodiversidad. Habrá pérdidas en cultivos, en cuerpos de agua y en las especies que habitan el estado. Se verán afectadas todas las actividades productivas, la economía del estado y por supuesto las condiciones de vida de sus habitantes. Su clima privilegiado, el cual ha permitido el desarrollo de la agricultura, así como de actividades de esparcimiento y turismo, se encuentra en un estado de alta vulnerabilidad y sus condiciones actuales pueden cambiar en un lapso breve tiempo, si no se toman medidas para frenar este proceso (Castro, et. al., 2007).

5.3.2 El público potencial

El público potencial de un museo generalmente es el que se encuentra más cerca. En el caso del Museo de Ciencias de Morelos, cuando se comenzó el proyecto (en el año 2008), la Ciudad de Cuernavaca y su zona conurbada, contaba con una población cercana a los 1.6 millones habitantes, con más de 100 mil niños y adolescentes. En el estado, casi un tercio de la población en el estado era menor de 14 años, de los cuales ocho de cada 10 jóvenes asisten a la escuela. De acuerdo a los datos censales, durante 2007-2008, se tenían registradas 2,891 escuelas en Morelos incluyendo públicas y privadas de todos los niveles (desde preescolar hasta el posgrado), las Normales y las de Educación Técnica y las de Capacitación. La matrícula total, de todo este sector, era ligeramente superior al medio millón de estudiantes (www.cytem.morelos.gob.mx/jccytem/index.php).

Sin embargo, la necesidad de conocimiento científico no es sólo del sector educativo de la población, lo recomendable es considerar a prácticamente a toda la población del estado, así como visitantes de otras entidades. De acuerdo al censo del 2010, la población del Estado de Morelos es de 1, 777,227 habitantes, de los cuales 490,064 son niños menores de 14 años.

A pesar de ser un estado pequeño, es una entidad diversa. El 84 % de la población es urbana y el 16 % rural. Se reporta que 365,168 habitantes mayores de 5 años hablan una lengua indígena como náhuatl, mixteco, tapaneco o zapoteco, de los cuales el 14% no hablan español. (http://Cuentame.inegi.org.mx/monografias/información/mor/poblacion).

Aunado a los datos mencionados, existe también diversidad en los niveles educativos, intereses, necesidades y conocimientos previos en relación a la temática del museo. Por lo anterior, es altamente recomendable llevar a cabo estudios sobre el público para conocer esta diversidad en el perfil de los demandantes potenciales. Estos estudios de público corresponden a la evaluación previa que se mencionó en la metodología presentada en el capítulo anterior para desarrollar museos.

5.3.3. Nociones comunes en relación al tema de cambio climático

En la sección 5.1.3 se presentaron algunos de los problemas más comunes para divulgar el tema de cambio climático. En cuanto a los conocimientos previos que poseen los visitantes, Meira y sus colaboradores (2011) afirman que la mayoría de las personas ya manejan y poseen nociones y creencias sobre qué es y qué implica el cambio climático; nociones y creencias que sustentan su representación del problema y que condiciona sus actitudes y valoraciones frente a él. Descubrir previamente estas nociones del público potencial es muy útil, ya que al conocer las bases a partir de las cuales el público interpretará el material que se les presente es posible anticipar posibles problemas en la comprensión del tema.

En el capítulo I de esta tesis se vio que las nociones y esquemas alternativos que poseen las personas en relación a una gran variedad de temas que estudia la ciencia, suelen ser universales y muy resistentes al cambio. El tema de cambio climático, no es la excepción. Las investigaciones reportadas en la literatura muestran patrones redundantes en las respuestas de las personas, independientemente de su ubicación geográfica y edad (Meira, et. al., 2009; Punter, et. al., 2008; y www.grio.org/gwcc/misconceptions.html). Punter (2008) menciona que tampoco el tipo de sistema educativo en el que están inmersos los alumnos parece influir y muestra cómo los errores conceptuales son similares para estudiantes de California, EUA (Gautier, Deustch y Rebich, 2006), el Reino Unido (Boyes y Stanisstreet, 1992; Boyes y Stanisstreet, 2004), China (Boyes, Stanisstreet y Yongling, 2007) y Santiago de Compostela, España (Meira, 2005).

En estas nociones se encuentra una mezcla de elementos de ciencia, distorsiones de los mismos, preconceptos e ideas intuitivas del sentido común (Meira, et. al. 2011).

Algunas de las nociones erróneas más comunes son las siguientes:

a. El deterioro de la capa de ozono es la causa principal o única de cambio climático. Aplicando el sentido común suponen que la radiación solar entra por el agujero en la capa de ozono y por consiguiente se incrementa la temperatura de la Tierra (Meira,

et.al., 2009, Punter, 2008 y www.grio.org/gwcc/misconceptions.html y Boyes y Stanisstreet, 1992 en Punter, 2008).

b. La contaminación y cualquier sustancia tóxica son los principales responsables del cambio climático. Esta idea, como ya se vio, es falsa. La causa principal del cambio climático es la liberación de gases como el CO2 al quemar los combustibles fósiles (Meira, et. al., 2009, Punter, 2008 y www.grio.org/gwcc/misconceptions.html).
c. El cambio climático está ocurriendo en lugares lejanos (Meira, et. al, 2011, www.grio.org/gwcc/misconceptions.html). Esta creencia común, ya fue mencionada en la sección 5.1.3.
d. El cambio climático ocurrirá en un futuro lejano, a mi no me va a tocar aunque muchos manifiestan preocupación por lo que están heredando a las futuras generaciones (Meira, et. al., 2009 y Toharia, 2007).

5.3.4 Estudio de público:

Después de revisar la literatura y encontrar que las nociones sobre el tema son universales, se decidió hacer un estudio del público meta, como parte de la etapa de planeación del proyecto, con el fin de descubrir si existían aspectos particulares de la localidad. El propósito fue conocer los conocimientos previos, intereses, preocupaciones y propuestas en relación al tema de los posibles visitantes. En colaboración con Arturo Vargas (director del Museo de las Ciencias del Estado de Morelos) elaboramos un cuestionario abierto. Se tomó la decisión de comparar las respuestas del público potencial del Museo de Morelos, con las de otros sectores de la población tanto del Estado de Morelos, como de otras entidades con el fin de detectar estas posibles diferencias locales. Se consideraron cuatro muestras de personas que participaron en eventos llevados a cabo en distintos museos de ciencia: 64 de profesores (de diferentes niveles educativos) y 61 personas del público general en el Museo de Ciencias del Estado de Morelos; 87 profesores en el Museo de las Ciencias “El Rehilete” en la ciudad de Pachuca, Hidalgo y 38 profesores en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM en la Cuidad de México. En total fueron 250 personas encuestadas. Cabe mencionar que para este tipo de estudios, la cantidad mínima sugerida para que la muestra sea representativa del público meta es de 50 ó 60 individuos (Diamond, 1999).

En el análisis se compararon las respuestas entre los diferentes grupos considerando: el grado de escolaridad, la entidad, el género y el nivel escolar en el que impartían clases (en el caso de los maestros). Sorprendentemente, no se encontraron diferencias significativas en las respuestas, por lo cual fue posible agrupar las respuestas por rubros temáticos.

En el anexo 2 se presenta el cuestionario, el anexo 3 las tablas de los resultados y en el anexo 4 las tablas comparativas de respuestas entre los diferentes rubros mencionados en términos de los porcentajes de la muestra total.

A continuación, se presenta un resumen de las respuestas en orden decreciente de importancia y frecuencia para la muestra de 250 encuestados.

1. Lo que los visitantes quieren ver en el museo sobre el tema de cambio climático:

- El 73% dijo que quería conocer los efectos (particularmente en la población humana).
- El 52.3%, las causas (sobre todo las que son provocadas por la acción humana).
- El 65% comentó que quería conocer las acciones del gobierno para resolver el problema.
- El 35% se interesó por las acciones individuales, como los cambios de hábitos de consumo.
- El 25%, las propuestas para mitigar los efectos: las investigaciones, fuentes alternativas de energía y las acciones de las autoridades.
- El 9.5% preguntó qué podían hacer como maestros y querían conocer las propuestas educativas.
- Sólo el 7.9 % mencionó que quería conocer el impacto a nivel local.

Otros temas de interés mencionados fueron: las prácticas de desarrollo sustentable en México, las fuentes alternas de energía y las propuestas sobre cambios de hábitos de consumo y estilos de vida. Llama la atención el poco interés por conocer las investigaciones que se llevan a cabo en México en torno a cambio climático. Sin embargo, algunos comentaron que querían ver

la película: “La verdad incómoda” del Albert Gore de Estados Unidos. Lo cual denota el poco impacto que tienen las noticias sobre el trabajo científico en nuestro país.

2. Sus conocimientos previos sobre el tema:

- El 81% se refirió por lo menos algún efecto como: el efecto invernadero, aumento de la temperatura, derretimiento del hielo en los polos, aumento del nivel del mar, cambios en los patrones del clima, incremento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos críticos, desequilibrio en los ecosistemas y la extinción de especies,
- El 36.5 % mencionó los contaminantes atmosféricos producidos por los automóviles o fábricas como causantes del cambio climático.
- El 12.7 % mencionó la deforestación (ya sea por incendios o por tala inmoderada) como causa importante.
- Sólo el 7.9 % mencionó que el cambio climático se debía a agentes antropogénicos (provocados por el hombre).
- Cabe destacar que sólo el 11% de los maestros encuestados empleó un modelo “académico” en sus explicaciones. Es decir, una explicación cercana a la científica y sin los “errores comunes” mencionados en el inciso anterior.

3. Sus propuestas sobre la solución a los problemas relacionados con el cambio climático fueron las siguientes:

- El 35% habló del manejo adecuado de la basura y el reciclaje.
- El 25% mencionó campañas educativas.
- El 21% el uso racional de los recursos naturales.
- El 19% mencionó que se requiere una solución integral (político, social y cultural) a nivel mundial. De éstos, la mitad mencionó explícitamente que la solución nos corresponde a todos.
- El 16% el uso de fuentes alternativas de energía.
- El 12.7%: la disminución de contaminantes
- El 9.5% piensa que no existe una solución.
- El 6.3% considera que se necesitan leyes para controlar el cambio climático y penalizaciones cuando se infrinjan.
- El 6.3 % mencionó la necesidad de realizar investigaciones en el campo.

Algunas propuestas adicionales de los encuestados fueron: usar menos el automóvil, combatir la corrupción, el uso de envolturas biodegradables, la elaboración de compostas, promover el respeto por los hábitats naturales, la implementación de mecanismos para la captación de agua de lluvia, mayor educación ambiental y cambios en los hábitos de consumo y estilos de vida.

4. A la pregunta: ¿A quién le corresponde dar la solución?

Respondieron:

- El 73% opina que la solución nos corresponde a todos.
- El 44 % a las autoridades.
- El 11.11% piensa que la solución es mundial.
- El 9.5 % al sector educativo.
- El 6.3 % a las industrias.
- El 4.8 % a los científicos.

Comentarios interesantes de los encuestados fueron:

1. En nuestro país, a los políticos e industriales, sólo les interesa el dinero.
2. Hay poca cultura ecológica.
3. La solución le corresponde principalmente a las autoridades, pero hay mucha corrupción.
4. Falta más difusión.
5. Se requiere más responsabilidad de los profesores.

5. A la pregunta: ¿Qué acciones conocen para disminuir los efectos de cambio climático?

Respondieron:

- El 23.8%, el control de emisiones y contaminantes (de automóviles y fábricas).
- El 21.6%, evitar la deforestación y los incendios forestales.
- El 17.5 %, no conoce ninguna.
- El 17.5%, manejo adecuado de la basura y reciclaje.
- El 11.11%, los acuerdos internacionales.
- El 6.3%: cambio de hábitos de consumo.
- El 6.3%: La investigación.
- El 4.8%: campañas de educación ambiental.

Comentarios adicionales sobre las acciones y propuestas que conocen fueron:

1. El programa “Hoy no circula”.
2. El uso de calentadores solares
3. La adaptación de vehículos para contaminar menos.
4. El uso de focos ahorradores.
5. Uso de biocombustibles.
6. El reciclado de pilas.
7. El uso de transporte público.
8. En otros países, sí se toman medidas.
9. Imponer restricciones a industrias contaminantes.
10. El uso de bicicletas.
11. En México hay mucha corrupción.
12. PEMEX es el principal contaminador.
13. En Tepaltzingo (en el Estado de Morelos) el municipio inició un programa de separación de la basura, pero fracasó debido a que no se llevó a cabo una campaña efectiva para sensibilizar a la población.

Dos observaciones interesantes que coinciden con lo reportado en otros estudios son que el cambio climático es un problema lejano, tanto en el espacio como en el tiempo y que la solución corresponde a las autoridades. Mencionan ejemplos del impacto del cambio climático en lugares lejanos y no mencionan lo que ocurre o puede ocurrir en su localidad. Por lo tano, la mayoría no ve cómo les puede afectar de manera directa y por consiguiente no ven la importancia de las acciones individuales. Tampoco saben del trabajo que se realiza en su localidad para hacerle frente a este problema.

5.4 La elaboración del guión temático y propuesta museológica para la sala “Cambio climático y desarrollo sustentable” del Museo de Ciencias de Morelos.

5.4.1 Sugerencias para el desarrollo de la exposición.

A partir del análisis de los resultados del estudio de público se presentaron las siguientes sugerencias para la exposición (Reynoso, Vargas y Tagüeña, 2008):

1. La mayoría de los encuestados conoce las causas y efectos del cambio climático por lo cual se sugiere no dedicar mucho espacio a estos temas.

2. El exceso de información resulta tedioso. Se sugiere hacer más énfasis en los procesos y no tanto en los datos. Es importante que las personas comprendan los procesos, los datos los pueden obtener de otras fuentes. Sin embargo, debe existir la posibilidad de que lo hagan en el museo a través de recursos como páginas web y conferencias impartidas por expertos.

3. Algunos preguntaron por las acciones que pueden realizar a nivel individual, como los cambios de hábito de consumo. Para hacer más creíble el impacto positivo de llevar a cabo estas acciones individuales, así como el negativo de no realizarlas, se propone que éstas, además de ser enumeradas, sean explicadas empleando cifras totales. Se puede mostrar el resultado de estas acciones individuales a lo largo de un determinado periodo de tiempo o la suma de los resultados individuales en una comunidad. Por ejemplo, la comparación del gasto energético entre usar focos normales y los ahorradores. Se pueden mostrar el monto total de este ahorro por casa, por ciudad o por estado. También se sugiere presentar cifras del impacto colectivo de un manejo inadecuado de la basura.

4. Hay desconocimiento, poco interés y poca preocupación por el impacto local, y por lo tanto por las medidas locales e individuales. Se propone presentar los problemas locales, las propuestas locales para resolverlos y las instituciones que están llevando a cabo tales acciones.

5. Existe poca confianza en las propuestas que hacen las autoridades y escepticismo sobre sus posibilidades de éxito. Hablan de corrupción y demagogia. Se propone combatir esta apatía, desinterés y desconfianza mostrando casos reales exitosos.

6. Muchos consideran que el cambio climático es inevitable, y que es ocasionado por países industrializados que sólo ven sus intereses económicos. Piensan que la solución está fuera de las manos del ciudadano común. Se propone presentarlo como un problema global que requiere de acuerdos internacionales, haciendo énfasis en los problemas y las soluciones locales, así como de la investigación que se realiza a nivel local.

7. La mayoría afirma que todos tenemos que participar en la solución, pero existe cierto escepticismo en relación a la viabilidad de las acciones propuestas. La sugerencia es insistir en que todos los niveles de solución son importantes, desde el global, nacional, regional, colectivo e individual.

8. Debe quedar claro que el todo depende de cada una de sus partes y que lo que ocurre en las partes depende del todo, de ahí que sea indispensable pensar en acuerdos internacionales, lo cual implica tomar medidas a nivel nacional, que a su vez requiere de planes y estrategias locales. Sin embargo, nada tiene sentido sin la participación y esfuerzo de cada uno de nosotros. El esfuerzo de cada uno de nosotros no tendrá éxito si no existen las condiciones para llevar a cabo las acciones. Estas condiciones tienen que ser proporcionadas por los gobiernos locales, las cuales a su vez requieren de estrategias nacionales y éstas de las internacionales. La propuesta es que esta relación circular esté presente en el discurso de la sala, la cual debe quedar reflejada no sólo en los textos, sino también en los gráficos y la relación con el público.

9. Para combatir la apatía e indiferencia, se propone un mensaje de alerta pero al mismo tiempo de esperanza. Enfatizar la necesidad de tomar conciencia y actuar. Insistir en que la solución depende de todos.

Cabe subrayar, como ya se mencionó, que el tema de cambio climático es extraordinariamente complejo, requiere de conocimientos y experiencias de muy diversos campos. Los avances se dan a una velocidad inusitada, con una gran cantidad de informes y artículos científicos en diversos campos de conocimiento. La búsqueda de soluciones, ha generado una proliferación de seminarios, reuniones, foros, congresos nacionales y cumbres mundiales. Es casi imposible mantenerse al día en el campo, lo cual impone un reto para un museo. Por lo tanto, el énfasis debe estar en la comprensión del problema y no tanto en proporcionar las últimas noticias.

En conclusión se debe proporcionar al usuario los conocimientos y destrezas básicas para que comprenda la información disponible, con la finalidad de que se sienta motivado a cambiar sus actitudes, hábitos de consumo y a participar de manera comprometida en las soluciones colectivas. Lo anterior requiere que el museo presente:

a. Información científica básica y conceptos básicos.

b. Un enfoque glocal.

c. La promoción de ciertas actitudes y cambios de hábitos.

d. Los conceptos que se requieren para entender cómo se desarrolla el conocimiento y las soluciones en este tema: la complejidad del problema, la construcción de escenarios y el significado de términos como probabilidad e incertidumbre.

En este último punto, al explicar cómo se construye un escenario, se deben ofrecer los datos que conocemos (las certezas), mostrar en donde están las incertidumbres, a qué se deben y cómo se va modificando el escenario conforme se va obteniendo más información como resultado de acciones.

Es indispensable mantener una comunicación permanente con el público a través de actividades como: encuestas, grupos de discusión, talleres y foros. El museo debe servir como un espacio de encuentro entre la sociedad, la comunidad científica y los tomadores de decisiones, en el cual se construyan soluciones compartidas.

5.4.2 Propuesta de guión temático y museológico (Reynoso, Vargas y Tagüeña, 2008):

A partir del guión técnico-científico propuesto por la Fundación Mario Molina y las sugerencias surgidas del análisis de los resultados del estudio del público, Julia Tagüeña, Arturo Vargas y yo, elaboramos el guión temático y un guión museológico preeliminar de la futura sala. Esta propuesta museológica incluyó varios elementos como: los temas a desarrollar, la forma de divulgarlos, la sugerencia de los medios más apropiados en cada caso y la propuesta de actividades complementarias. Con base en este documento, el equipo realizador, el Grupo Escato (Escenógrafos Corporativos) llevó a cabo el diseño, construcción y el montaje de la sala. La información para desarrollar los contenidos de la sala se encuentran en el guión técnico-científico. A continuación se presenta la propuesta.

Título: **Cambio climático y desarrollo sustentable**
Público meta: público general con una preparación mínima de secundaria.

Mensajes:

a) El cambio climático es un proceso complejo y multifactorial.

b) La Tierra está en constante evolución y por lo tanto su clima también. Este cambio se ha visto acelerado por la actividad humana y su consumo energético hacia escenarios preocupantes que amenazan el futuro de la vida en el planeta.

c) Existen soluciones para mitigar los efectos negativos. Las soluciones requieren medidas a varios niveles: internacional, nacional, local y personal. La participación de cada persona es fundamental.

d) La meta final es un desarrollo sustentable.

e) Científicos y tecnólogos mexicanos están buscando soluciones para mitigar el impacto del cambio climático en México y el mundo.

Los objetivos principales fueron:

1. Proporcionar los conocimientos básicos para que el público pueda comprender el fenómeno de cambio climático.

2. Explicar cómo se construyen los escenarios sobre el cambio climático, relacionados con las fuentes de energía para un desarrollo sustentable.

3. Dar a conocer las posibles soluciones a los problemas generados por el cambio climático y que comprendan que las acciones de cada uno de nosotros contribuyen.

4. Propiciar cambios en los hábitos de consumo, el uso eficiente de la energía y de los recursos naturales.

5. Dar a conocer el impacto del cambio climático en México y en el Estado de Morelos, así como las soluciones que se proponen y las instituciones que trabajan en el problema. Presentar casos exitosos en México para combatir este problema.

La sala contará con tres secciones:

1. Nuestra Casa.
2. El Clima está cambiando.
3. ¿Qué podemos hacer?

I. Nuestra Casa

Cédula introductoria a la sala. (Ver foto 1 anexo 5)

1.1 “Ésta es tu casa” (Nuestro planeta).

Objetivos:
a) Entender la evolución del Sistema Solar y la formación de atmósferas planetarias.
b) Mostrar la composición actual de la atmósfera y las capas que la constituyen.
c) Mostrar los factores que han influido en la evolución de la atmósfera terrestre.
) Mostrar cómo depende la Tierra de la radiación solar.

Propuesta museográfica: un video

1.2 “Efecto invernadero”

Objetivo: Explicar los factores que intervienen en el efecto invernadero. Dejar claro que ha existido siempre y es fundamental para la vida en la Tierra. Mostrar qué sucede cuando aumentan los gases invernadero, impidiendo la salida normal de la radiación.

Propuesta museográfica: equipo interactivo o multimedio en el cual se puedan ir incrementando el valor numérico de los factores mencionados.

1.3 “El sistema climático y su funcionamiento”.

Objetivo: Definir el clima y entender sus elementos como parte de un proceso dinámico y complejo.

Propuesta museográfica: Texto y gráficos.

1.4 Factores del clima:

Objetivo: Explicar los factores que influyen en el clima, con énfasis en los que son el resultado de la actividad humana. Comprender como interviene cada uno de estos factores para determinar el clima de una región.

Propuesta museográfica: Juego de computadora en el cual se muestra la interacción entre todos los factores que determinan el clima.

Observaciones: Subrayar la diferencia entre tiempo y clima.

Sugerencia: Incluir una pantalla grande además de la del monitor para que otras personas puedan ver el juego y que éste beneficie a varios usuarios al mismo tiempo.

1.5 Los ciclos de la vida

Objetivo: Entender cómo se forman y se transforman los elementos de los ciclos más importantes.

Propuesta museográfica: Mampara con gráficos para explicar los tres ciclos:

Ciclo del agua
Ciclo del carbono
Ciclo del nitrógeno (Ver foto 2, anexo 5)

II. El clima está cambiando

2.1 “Cambio Climático

Objetivos:

a. Mostrar el carácter evolutivo del clima.
b. Presentar la aceleración del proceso de calentamiento global como consecuencia de la actividad humana.
c. Destacar el papel que ha desempeñado el IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) de las Naciones Unidas.

Propuesta museográfica: Cédula con gráficos. (Ver foto 3, anexo 5)

2.2 ¿Cómo sabemos que el clima está cambiando?

Evidencias del cambio climático

Objetivo: Mostrar las evidencias del cambio climático.

Propuestas museográficas:

a. Un globo terráqueo interactivo en el cual al señalar un lugar específico en el mismo se presentan, mediante un multimedio, las evidencias del cambio climático en ese sitio. Se sugiere incluir ejemplos de fenómenos críticos.
b. Un video en el cual se muestren algunas evidencias del cambio climático. Se propone que en el video se le dé voz a niños comentando situaciones difíciles como la contaminación, la falta de áreas verdes, así como testimonios y relatos de adultos mayores sobre los cambios en la región: ríos entubados, cambios en el uso de suelo, evidencias de contaminación, impacto de la urbanización, etc.)
c. Fotos del antes y después de diferentes lugares conocidos del Estado de Morelos.

2.3. Estudios del clima

Objetivo: Mostrar la investigación que existe hasta nuestros días en torno a al estudio del clima.

Propuesta museográfica:

Mamparas con gráficos con textos generales y multimedios para los que quieren saber más. Se propone introducir el tema con una “cédula gancho”: Las claves de nuestro futuro están en el pasado.

Observación: Esta exhibición es complementaria a la 2.1.

Temas propuestos:

a. Representación de núcleo de hielo de Vostok.
b. Anillos de crecimiento de los árboles.
c. Estudios de corales.
d. Estudios de lodos.
e. Registros de temperatura desde 1750.

2.4 ¿A qué se debe el calentamiento global?

Objetivo: Mostrar las causas naturales y antropogénicas del cambio climático.

El tema se divide en dos bloques: las causas naturales y las causas antropogénicas.

2. 4.1 Causas naturales:

- Circulación de los océanos
- Actividad volcánica
- Variaciones solares
- Variaciones orbitales
- Amplificadores: aerosoles (pequeñas partículas suspendidas en el aire), nubes, vapor de agua y reflexión de hielo

2.4.2 Causas antropogénicas (Provocados por la actividad humana):

-
- Emisiones de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles y el uso de productos químicos.
- Deforestación y cambios de uso de suelo.
- Captura industrial y secuestro biológico de gases de efecto invernadero.

Propuesta museográfica:

Se proponen dos mamparas con gráficos. Los dos temas 2.3.1 y 2.3.2 deben quedar unidos en un solo equipamiento pero cada uno con el mismo peso, para exagerar las causas por actividades humanas.

2.5 ¿Qué puede pasar?

Objetivo: Mostrar los diferentes escenarios de lo que puede suceder.

Cédula explicativa sobre los escenarios:

Algunas ideas importantes son las siguientes:

Resulta muy difícil predecir los acontecimientos como resultado del cambio climático y la evolución del planeta para un periodo de cien años. Con el fin estimar el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y por lo tanto imaginarse el futuro y tomar decisiones sobre qué hacer, se construyen escenarios tomando en cuenta muchísimos factores que dependen del crecimiento económico, poblacional y tecnológico. Se proponen dos clases de escenarios: los A y los B. Los escenarios tipo A son el resultado de no tomar ninguna medida y de que continuemos con el desarrollo como se ha llevado hasta ahora. Los escenarios tipo B son los que resultan de tomar medidas para detener el proceso con el propósito de llegar a un desarrollo sustentable.

Propuesta museográfica: Juego de computadora donde el usuario construye un escenario a partir de una serie de variables. El juego debe permitir que elija diferentes combinaciones de variables para que pueda observar el resultado a largo plazo.

El juego debe tener dos opciones:

I. Escenarios tipo A
II. Escenarios tipo B

Nota: Éste es un equipo clave. Es recomendable que exista la opción de que jueguen uno o varios usuarios al mismo tiempo. Sería deseable propiciar la discusión y colaboración.

2.5.1 ¿Qué puede pasar en México?

Objetivo: Mostrar la vulnerabilidad de México y de Morelos ante el cambio climático.

Los temas que se propuso abordar en esta sección son:

- Conceptos generales de vulnerabilidad, amenaza y riesgo.
- Cómo y cuánto puede afectar el cambio climático a México.
- La vulnerabilidad de México.
- Impacto ambiental (descripción de fenómenos)
- Impactos sectoriales (Meteorología e hidrografía, ecosistemas y biodiversidad, degradación de tierras, agricultura y ganadería, zonas costeras, asentamientos humanos, salud pública, energía, transportes y comunicación y la industria)
- Panoramas y escenarios nacionales

Propuesta museográfica: Cédulas con gráficos, videos y multimedios. (Ver Foto 4, Anexo 5)

2.5.2 El cambio climático en el Estado de Morelos.

Objetivo: Mostrar la vulnerabilidad y el posible impacto del cambio climático en el Estado de Morelos.

Propuesta museográfica: Mamparas con gráficos y videos mostrando los diferentes escenarios. Interactivo en el cual se proyectan los cambios sobre un mapa del Estado de Morelos.

III. ¿Qué podemos hacer? (Las soluciones)

3.1 Propuestas y soluciones internacionales

Objetivos: Mostrar las acciones y acuerdos internacionales:
Temas a desarrollar:

a. Acciones internacionales: el trabajo que realiza el IPCC
b. Resultados de las cumbres mundiales: Protocolo de Montreal, la Cumbre de Río, protocolo de Kioto.
c. La participación de México en el IPCC.
d. Referencias para saber más.

Propuesta museográfica: Cédula y gráficos.

Gráfico: Ciclo de buena voluntad.

El ciclo de buena voluntad es de las organizaciones a los individuos y de los individuos a las organizaciones. El mensaje es: las propuestas y acuerdos internacionales sólo tienen sentido si se acatan en todos los países del mundo que a su vez deben traducirse en programas y estrategias nacionales, regionales y locales, en donde la participación de cada persona es fundamental.

Se sugiere mantener información actualizada empleando los recursos web, referencias para el visitante que quiere saber más y una mampara con las “últimas noticias”.

3.2 ¿Qué podemos hacer?

Objetivo: Mostrar las estrategias y acciones propuestas para hacerle frente al problema del cambio climático.

Tema a desarrollar: Estrategias para reducir las fuentes de emisión y mejorar la captación de CO_2.

a) Eficiencia energética.

b) El empleo de fuentes renovables de energía.

c) Estrategias de adaptación al cambio climático: mejorar técnicas de cultivo, reglamentar el uso de suelo, empleo de nuevos materiales para la construcción, mejorar mecanismos de reciclaje, etc.

d) Innovación tecnológica.

Propuesta museográfica: Mamparas con gráficos, multimedios. (ver foto 5, anexo 5)

3.3 ¿Qué se hace en México y en Morelos? (Instituciones y programas.)

Objetivo: Mostrar las propuestas de adaptación y mitigación en México y en el estado.

Temas a desarrollar:

a. Las instituciones y programas que están trabajando en el problema.
b. Casos exitosos de programas que ya funcionan en México y en el Estado de Morelos.
c. La investigación que se hace en México y en el estado.
d. Propuesta museográfica: Mamparas con gráficos, multimedios.

3.4 Tú eres parte de la solución

Objetivo: Mostrar las acciones individuales y colectivas para contribuir a controlar el cambio climático a nivel local.

Propuesta museográfica: (ver foto 6, anexo 5)

a. Mural interactivo con un listado explicando diferentes acciones como la importancia de apagar la luz y de usar focos ahorradores. Se deben mostrar cifras sobre el ahorro que implican estas medidas. Cada ítem de la lista debe poder activarse.
b. Juego colectivo dirigido por los guías llamado “Huellas ecológicas”. El juego consiste en que cada visitante cuantifique qué tan contribuyente (en el sentido positivo y negativo) es al cambio climático en función de sus hábitos de consumo, transporte que utiliza y manejo de energéticos.
c. Mural de graffiti en el cual los visitantes proponen soluciones colectivas e individuales.

3.5 Actividades de comunicación directa con el público:

Objetivo: Ofrecer actividades y espacios en los cuales los visitantes puedan discutir el problema con personas que tienen más información y experiencia en el tema, conocer nuevas técnicas para enfrentar el problema,

explorar diferentes opciones y proponer sobre acciones colectivas.

Se propone un intenso programa de conferencias, debates, talleres y juegos.

Propuestas adicionales:

a. Muestra de propuestas técnicas como calentadores solares: sus usos e instalación. (ver foto 7, anexo 5)
b. Exposición de nuevas técnicas de cultivo y riego.
c. Juego en el cual los integrantes del público, asumen diferentes roles: tomadores de decisiones, científicos, industriales, agricultores, ganaderos, comerciantes, consumidores. Juntos proponen estrategias, programas y cambios de hábitos para mitigar los efectos del cambio climático.

Propuesta museográfica: Espacios para llevar a cabo las actividades como una sala de usos múltiples, un foro, jardín, invernadero, etc. (ver foto 8, anexo 5)

5.4.3. La sala "Cambio climático y desarrollo sustentable" del Museo de Ciencias de Morelos.

La sala se inauguró el 18 de noviembre de 2010. Al igual que todo el Museo de las Ciencias del Estado de Morelos, cumple con el objetivo principal de promover la educación ambiental y el desarrollo sustentable. Todas las actividades complementarias ofrecidas como coloquios, mesas redondas y charlas para el público general, abordan estas temáticas. Además de los equipos exhibidos en la sala, se llevan a cabo demostraciones sobre los usos de hornos solares y la comparación entre el consumo energético utilizando focos ahorradores y los focos normales, así como talleres de reciclaje (comunicación personal de Arturo Vargas, director del museo).

El objetivo central de esta sala es "divulgar en forma interactiva a usuarios de todas las edades el importante problema que la humanidad enfrenta actualmente "el Cambio Climático", presentando sus causas y consecuencias, así como posibles acciones para mitigar el problema. Dicha Sala cuenta con tres secciones completamente interactivas, la primera

“Nuestra Casa” es la parte introductoria y contiene la información sobre la dinámica atmosférica de la Tierra, incluyendo de manera lúdica los conceptos necesarios para comprender el tema de Cambio Climático. La segunda “El clima está cambiando”; ofrece a los visitantes experimentos y softwares para conocer las diferencias entre estado del tiempo y el clima, así como, los retos que representa el problema del Cambio Climático. Finalmente, la sección “¿Qué podemos hacer?” brinda información sobre los efectos que ocasiona el Cambio Climático en nuestro país, particularmente en Morelos, además de dar a conocer algunas acciones para mitigar los efectos de este problema en nuestra vida diaria (www.centromariomolina.org/2010/inaugura-la-sala-permanente-de-cambio-climatico/).

Se emplearon varios medios para el desarrollo del tema: equipos interactivos, videos, juegos de computadora, textos, maquetas, obras de artistas locales y un intenso programa de actividades de comunicación directa. Se espera que esta sala contribuya a sensibilizar a los visitantes a querer saber más y a involucrarse en la búsqueda de soluciones ante el problema del cambio climático.

Discusión y Conclusiones

Comencé a hacer mis primeros esfuerzos por divulgar la ciencia, cuando fui estudiante de la licenciatura en física. Lo hice por el simple gusto de compartir la ciencia con el público y porque estaba convencida que era importante que fuera parte de la cultura general de la población. Nunca pensé que años después se convertiría en mi ocupación profesional de tiempo completo. En esa época, la mayoría, de los pocos divulgadores que había, divulgaban la ciencia como una actividad adicional a la investigación o docencia. Sólo un puñado de personas se dedicaba tiempo completo a esta labor. Se trataba de una actividad incipiente, poco reconocida y con muy poco apoyo. Lo único que existía para formarse como divulgador eran cursos cortos o talleres impartidos por los que tenían más experiencia. Existían pocos trabajos publicados sobre divulgación y se realizaban a partir del ensayo y error. A final de cuentas la divulgación era una especie de "lujo intelectual" tanto para el que la hacía como para el destinatario.

En las últimas dos o tres décadas, el contexto ha cambiando de manera notoria y el panorama de la divulgación de la ciencia, también. Ya nadie pone en duda la necesidad de incorporar la ciencia a la cultura general de la población y se reconoce que la divulgación es una herramienta indispensable para lograrlo. Los productos, los medios, las actividades y los espacios para estos fines se han multiplicado en todo el mundo. La comunidad nacional e internacional de personas dedicadas a la comunicación pública de la ciencia es considerable y crece día a día. Existen personas especializadas en diversos campos de la divulgación de la ciencia por lo cual a su vez se han formado comunidades específicas como las de periodismo científico, museos y estudios de visitantes. Estos profesionales comparten sus reflexiones, experiencias y resultados de investigaciones a través de comunicaciones

formales, publicaciones, libros, congresos y otros foros académicos. Se han multiplicado los cursos formales, diplomados, maestrías y doctorados para formar profesionales en diferentes áreas de la comunicación pública de la ciencia.

Hoy día, la responsabilidad social que tenemos la comunidad de divulgadores de la ciencia es enorme. Incorporar la ciencia y la tecnología a la cultura general de la población no sólo es importante y recomendable, es absolutamente imprescindible y un deber moral. Las razones son múltiples: la elevada y creciente dependencia en la ciencia y la tecnología tanto a nivel personal como colectivo; la urgencia de formar ciudadanos responsables capaces de tomar decisiones informadas sobre asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones y la impostergable tarea de fomentar un espíritu de compromiso de cada uno de nosotros con nuestro entorno natural, social y cultural. Como esta tarea rebasa la capacidad de la educación formal, las instituciones públicas y privadas están obligadas a promover y a apoyar las diferentes opciones educativas, tanto en el ámbito no formal como informal. La divulgación se incorpora a este universo educativo como un elemento protagónico. Debido a que cada medio tiene sus potencialidades, alcances y limitaciones, es necesario emplearlos todos, para llegar a los diferentes sectores de la población.

Ante este gran compromiso me resulta preocupante, frustrante y a veces hasta alarmante ver que frecuentemente los proyectos de divulgación de la ciencia se sigan realizando con base en el ensayo y el error, carecen de una planeación adecuada y fundamentada y que pocas veces se efectúa una evaluación del impacto o un análisis sobre la recepción del mensaje lo cual sería sumamente útil para futuras experiencias.

A pesar de lo mucho que se ha fortalecido y consolidado este campo profesional, aún existen muchas personas que consideran que es una labor sencilla que no requiere de ninguna habilidad o destreza particular y que para comunicar un tema de ciencia, basta con conocerlo. Recurren a los técnicos simplemente para que el resultado sea más atractivo o para que se vea “más profesional”. El gran ausente en este proceso creativo es nada menos que el público, al que no se le ha tomado en cuenta o que existe sólo en el imaginario de quien realiza el producto o lleva a cabo la actividad, pero sin realmente

conocerlo, ni saber qué sabe, qué le interesa, cuáles son sus necesidades y qué se lleva de lo que se le presenta.

Abundan los ejemplos de productos realizados con esta visión simplista de la divulgación como las cápsulas de radio o televisión que informan al público sobre hechos que los científicos o divulgadores considera “curiosos” o los artículos y libros que se dicen que son de divulgación simplemente porque se emplea un lenguaje coloquial y no usan fórmulas o tal vez pocas, en su versión simplificada que el investigador opina que son imprescindibles para la comprensión del tema. Lo mismo sucede en el caso de las conferencias de divulgación en las cuales el conferencista ofrece la misma presentación que daría a sus pares, pero con las características mencionadas y confía en su simpatía o cuenta chistes para hacerla más amena, más de “divulgación”. Otro ejemplo son las exposiciones o museos que se hacen con base en el discurso del científico con un resultado que más bien parece estar dirigido a sus pares y no al público. Si a esta falla comunicativa inicial se le agrega la ignorancia sobre el tema de quienes hacen los equipos o el montaje de la exposición, el resultado puede ser desastroso en términos de lo que se pretende comunicar. Una sala de un museo con las deficiencias mencionadas es particularmente preocupante porque, a diferencia de un programa de radio, televisión o una conferencia, no es un medio efímero ya que puede quedarse en exhibición varios años.

En todos los casos, si primero el realizador y después el destinatario (público, lector, televidente, radioescucha, etc.) no entiende el significado de los términos empleados (o tiene sus propios significados) o carece de determinados conocimientos claves, simplemente no comprenderá o hará una interpretación que no necesariamente es la deseada.

Al fallar estas estrategias comunicativas, la impresión que se lleva el público es que la ciencia es complicada, incomprensible y aburrida. Algunos piensan que la solución es presentar la ciencia de manera sencilla, divertida o espectacular. Si bien esta estrategia da resultado en el sentido de que lo que se ofrece es atractivo para el público, también están transmitiendo una idea distorsionada de la ciencia.

Otra crítica es que la mayoría de estos productos o actividades de divulgación se realizan como eventos puntuales, sin tomar en cuenta un contexto mucho más amplio, que es su función social y el compromiso con la comunidad en la que están insertos.

Esta "trivialización" e imagen limitada de lo que debe ser la divulgación de la ciencia además de que puede tener resultados poco favorables en lo que se refiere a lo que se lleva el público, también ha sido altamente perjudicial para los divulgadores mismos por lo cual es una actividad poco valorada y mal evaluada en los ámbitos académicos. No se le reconoce como una labor académica y profesional al igual que la investigación y la docencia. Esta situación desencadena un círculo vicioso ya que la calidad dudosa de muchos productos y la falta de profesionalismo de varios de los que los realizan, tiene como resultado el poco apoyo y condiciones poco favorables para su desarrollo.

Es importante contar con mayores recursos, espacios y tiempos en los medios para la comunicación pública de ciencia y la tecnología. Sin embargo, para mantener e incrementar esta presencia en los medios, con productos atractivos y accesibles para el público; con contenidos adecuados de acuerdo a los objetivos que se persiguen y con el impacto deseado, es necesario revisar y modificar varios factores del contexto en el cual se generan estos productos y se ofrecen estas actividades.

Por lo anterior, considero que como comunidad de divulgadores todavía tenemos muchas tareas pendientes, todas igual de importantes y relacionadas entre sí. Con base en lo anterior, pienso que el primer punto es fortalecer y defender la divulgación de la ciencia como un campo del conocimiento en sí mismo. En este trabajo expuse que la divulgación de la ciencia es un campo de conocimiento en construcción, que si bien se nutre de muchas disciplinas, no es un derivado de ninguna de ellas. Tiene planteamientos, problemas y fundamentos propios. Este proceso de construcción deberían estar en consonancia con otra discusión: el contenido de la cultura científica requerida para el ciudadano del siglo XXI, discusión que se abordó en el capítulo II. Este ejercicio debe ser el resultado de un análisis colectivo e incluyente en el cual participen varios sectores de la sociedad: la comunidad científica, el magisterio, los divulgadores de la ciencia, los tomadores de decisiones

y representantes de diferentes sectores de la población. Mi postura es que ésta se debe definir en términos de conocimientos básicos, herramientas intelectuales, así como de las actitudes y valores requeridos para tomar decisiones y participar en acciones en lo que se refiere a asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones. Pienso que también es importante brindar elementos para que se comprenda como se construye la ciencia y que ésta se vea como un producto social que depende del contexto en que se desarrolla. Es fundamental ofrecer elementos para que se comprenda la complejidad del conocimiento científico. El destinatario debe entender que somos parte de un todo y que este todo es complejo. Para comprender este todo y la interacción entre sus partes, se emplean muchas variables, muchas de las cuales están acopladas entre sí. Existe incertidumbre, pero al mismo tiempo conocimientos que nos indican escenarios posibles, dadas ciertas condiciones iniciales. Es fundamental educar para comprender la complejidad, para trabajar desde y para ella; rebasando las fronteras de las disciplinas y fomentando el trabajo en equipo y la colaboración.

Considero que estos son algunos de los ingredientes esenciales de la cultura científica que se requiere para los ciudadanos del siglo XXI con el fin de que tengan los elementos y capacidad para la toma de decisiones en asuntos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones tanto a nivel personal y colectivo, así como para fomentar la tan necesaria y urgente participación ciudadana en asuntos relacionados con estos temas. En mi opinión, sólo las personas informadas tienen los argumentos y el derecho para exigir soluciones tanto a nivel nacional como internacional.

Divulgar con responsabilidad y calidad, implica un verdadero reto intelectual, creativo y ético. La responsabilidad requiere que se busque un equilibrio entre veracidad y claridad. La veracidad significa por un lado que el mensaje sea “correcto” desde el punto de vista de la ciencia, pero también que tenga el potencial para ser debidamente interpretado por el destinatario. Es posible que se sacrifique la veracidad en aras de la claridad, como resultado de un proceso de simplificación para que el mensaje sea más comprensible y que en este proceso se pierda información que es indispensable para comprender adecuadamente. Por lo cual este balance entre claridad y veracidad es muy fino y existen procedimientos para encontrarlo. En cuanto a la calidad, se refiere al medio empleado para que este sea, entre otras cosas, atractivo para

el destinatario. Lo ético tiene que ver con el compromiso que tenemos con la sociedad por comunicar con veracidad lo que requiere saber en materia de ciencia y tecnología, buscando el equilibrio entre comunicar, no alarmar y concientizar. En cuanto a los contenidos básicos indispensables, además de definir cuáles son los requeridos, es necesario determinar qué tanto se requiere profundizar en los mismos.

Otra discusión es cómo llegar a todos los sectores de la sociedad, especialmente a aquellos que generalmente son excluidos de los espacios y oportunidades de aprendizaje y cultura. También se requiere un mayor análisis y experimentación sobré qué y cómo comunicar en los distintos medios para llegar a los diferentes sectores de la población.

Otra tarea para la comunidad de divulgadores es la de fortalecer la profesionalización en esta actividad. La mayoría de los proyectos divulgación requieren de la integración de equipos de trabajo multidisciplinarios en los cuales el éxito de los resultados depende de la experiencia y creatividad de sus integrantes. Por lo anterior, la formación que requieren los profesionales en este campo debe ser diversa y flexible con la finalidad de que cada divulgador se especialice ya sea por temas, áreas de la ciencia, medio empleado, públicos a los que se dirige, actividades que realiza o combinaciones de los anteriores. Existen otras actividades profesionales en este campo como son la investigación en comunicación de la ciencia; la evaluación de los productos, actividades y espacios empleados para la divulgación; la gestión de proyectos y la promoción tanto de la investigación científica como de las actividades de divulgación, por mencionar algunas. Se requiere personal capacitado para todas las actividades mencionadas. Al planear y diseñar programas para formar comunicadores de la ciencia, se debe tomar en cuenta que no existen fórmulas únicas para llevar a cabo esta labor, pero si existen fundamentos teóricos, metodologías y experiencia. La multiplicidad de motivos y objetivos para realizar la divulgación, ha generado una gama de enfoques. Una propuesta de clasificación de estos enfoques se presentó en el rubro denominado “las miradas de la divulgación”. Opino que la riqueza de la divulgación se encuentra precisamente en esta diversidad y que todos los caminos y formas empleados para la comunicación pública de la ciencia son válidos, siempre y cuando se haga con responsabilidad y calidad. Por lo anterior, soy de la idea de que no es conveniente crear una licenciatura en

divulgación de la ciencia. Lo recomendable es que se cuente con una base sólida en algún campo relacionado con la divulgación de la ciencia como una licenciatura en áreas de las ciencias naturales y exactas; la ingeniería, las ciencias de la salud, las ciencias de la comunicación, las ciencias sociales o las humanidades. Con esta base, las personas pueden adquirir una formación y capacitación adicional y complementaria. En el capítulo II se mencionaron varias propuestas existentes para la formación de comunicadores de la ciencia.

Para que los divulgadores puedan seguir realizando adecuadamente su trabajo deberían tener el derecho y la obligación de capacitarse, actualizarse, así como oportunidades para compartir y colaborar con sus pares por lo cual estas prácticas y oportunidades deben ser apoyadas.

Una tarea más es la de impulsar la realización de más estudios, investigaciones y la experimentación en este campo. Los resultados deben socializarse a través de comunicaciones formales, reuniones entre pares, congresos, seminarios y otros foros académicos. Es esencial avanzar en la construcción de marcos teóricos para la reflexión y el análisis, así como el desarrollo de metodologías para desarrollar los productos. En este último punto, considero que se debe incorporar la evaluación como un instrumento de trabajo, para mejorar y aprender, no para calificar o legitimar a quien lo hizo.

Por último, una tarea fundamental tiene que ver con la evaluación de los divulgadores, tema que se discutió en el capítulo II. Este tema es particularmente importante para las personas que laboran en instituciones de educación superior y universidades. Dada la relevancia que tiene la comunicación pública de la ciencia, es justificable que ésta sea reconocida como una actividad académica, con el mismo grado de importancia que la investigación y la docencia. La equidad para los académicos que realizan las tres funciones sustantivas de las universidades públicas (la investigación, la docencia y la difusión de la cultura) requiere de una evaluación adecuada y justa para cada sector. El reclamo generalizado de que los divulgadores es que seamos evaluados por pares con criterios emanados de la propia comunidad y no con criterios y evaluadores importados de otros campos profesionales. Para fortalecer estas propuestas, sugiero la discusión colegiada en las

diferentes instituciones en donde se realiza divulgación. Estas propuestas deben ser compartidas con colegas de otras instituciones a través de foros nacionales y finalmente internacionales con el fin de llegar a consensos que sean aceptados por la comunidad internacional.

Éstas son, en mi opinión algunas de las tareas más urgentes a realizar por la comunidad de divulgadores. La falta de profesionalismo, la improvisación y el empirismo debe erradicarse para dar paso a la elaboración de productos y actividades con base a fundamentos teóricos y metodológicos. Sólo así podemos llevar a cabo esta labor de comunicar la ciencia con responsabilidad y calidad, justificar mayores apoyos para la misma y luchar por evaluaciones justas.

Es a partir de estas reflexiones e inquietudes que nació mi interés por contribuir a la construcción del campo de conocimiento de la comunicación pública de la ciencia desde un enfoque educativo. En esta tesis, se presentó una variedad de aportaciones reportadas en la literatura que cumplen con este propósito. Sin embargo, la mayoría se limitan a un análisis puntual como los modelos para la comunicación de la ciencia de Lewenstein (2003) o a un medio específico como las propuestas teórico-metodológicas encaminadas al desarrollo de exposiciones y museos de ciencia, entre las cuales destacan las de Screven (1990), Falk y Dierking (1992), Hein (1999) o las reflexiones y análisis de Hooper-Greenhill (1998, 1996, 1995 y 1994), sobre los mismos. Dada la relevancia creciente de la divulgación de la ciencia, así como el incremento en la demanda por sus productos, actividades y espacios para este propósito, pienso que es necesario construir esquemas teóricos y metodológicos enmarcados en un contexto mucho más amplio. El punto de partida debe ser contribuir a la incorporación de la ciencia y la tecnología a la cultura general de la población, con el propósito de apoyar la formación de ciudadanos en los términos mencionados previamente.

El contexto global y la actual de la sociedad de la información y del conocimiento imponen condiciones adicionales, así como reflexiones sustanciales a la comunidad de divulgadores. Una de mis mayores preocupaciones en este sentido siempre ha sido que la divulgación de la ciencia se vea como una herramienta para incrementar la cultura científica y tecnológica de la población con la finalidad de que nos incorporemos

rápidamente y de la mejor manera posible al mercado global. Pienso que el peligro de este tipo de planteamientos es que puede contribuir a una mayor dependencia y subordinación a los países del "primer mundo". Por lo anterior, considero que nuestros objetivos debe estar enmarcados por la idea de contribuir a la formación de ciudadanos del mundo, pero sin perder las raíces locales, estimulando el interés por lo que ocurre en su localidad, así como la voluntad por participar en acciones encaminadas a resolver problemas de la misma. El enfoque glocal para realizar la divulgación es una aportación en ese sentido. En este modelo se busca propiciar un equilibrio entre el conocimiento global y los intereses, problemáticas y propuestas locales con el fin de generar el sentimiento de orgullo, pertenencia y compromiso que son tan necesarios para la solución de muchos de los problemas actuales. Este modelo se aplicó al desarrollo de la sala "Cambio climático y desarrollo sustentable" del Museo de Ciencias de Morelos, el cual se presentó en el capítulo V.

Otra aportación importante es en el terreno de la metodología, la cual se expuso en el Capítulo IV. Insistí en el establecimiento de etapas para el desarrollo de productos, con resultados parciales evaluables en cada etapa basados en el diálogo continuo con los destinatarios potenciales y reales del mismo. Estas evaluaciones ofrecen criterios para continuar el proceso o para corregir versiones preliminares del producto. Además, se incluyen herramientas para analizar la complejidad de y en los mensajes que se pretende comunicar, la heterogeneidad del público, la gran cantidad de variables que intervienen en la experiencia que obtienen a través de la divulgación y cómo esta experiencia se integra en la compleja red de conocimientos y experiencias de cada una de las personas. Por último, propongo que además de llevar a cabo la evaluación interna descrita, también se lleve a cabo una evaluación externa y que las modificaciones y mejoras se lleven a cabo a partir de la búsqueda de un equilibrio entre estas dos evaluaciones. La metodología incluye la elaboración de informes, diseños y otros documentos, los cuales sirven de base para comunicaciones formales posteriores. En cuanto a la metodología, propuesta considero que existen dos retos básicos. El primer reto es convencer a quienes toman las decisiones sobre los proyectos a realizar de que el desarrollo de los mismos por etapas es la mejor forma de garantizar el éxito de la comunicación buscada. La evaluación debe verse como un ingrediente inherente al desarrollo de cada proyecto y no como una pérdida de tiempo. Lo anterior implica que ésta debe incluirse en el

presupuesto y calendarización del proyecto. El segundo punto es convencer a quienes lo desarrollan, de que esta metodología es útil y factible por lo cual es imprescindible que todo el personal adquiera una capacitación para llevarla a cabo. Para que esta propuesta metodológica sea viable y que el resultado final sea favorable es altamente recomendable fomentar el trabajo en equipo, a partir del establecimiento de un lenguaje común que facilite la comunicación al interior del equipo de trabajo, así como un ambiente de respeto y colaboración.

La concatenación e interrelación de todos los factores mencionados para la construcción de una propuesta teórica y metodológica se integra en una propuesta que se basa en las siguientes premisas:

- El aprendizaje es un proceso continuo y no es exclusivo de la escuela.
- Vivir en la era de la sociedad de la información y el conocimiento genera nuevas, constantes y cambiantes necesidades educativas por lo cual es indispensable ampliar el universo educativo para atender estas necesidades de toda la población en un esquema de una educación para toda la vida que sea flexible en el tiempo y el espacio.
- Es imprescindible incorporar la ciencia a la cultura general de la población.
- Es urgente formar ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno natural, cultural y social con capacidad para tomar decisiones informadas y participar en acciones relacionadas con la ciencia y sus aplicaciones.
- La cultura científica que debemos fomentar en la población incluye: conocimientos básicos, destrezas, actitudes, valores, elementos para entender cómo se construye la ciencia y el potencial para comprender problemas relacionados con ciencia mediante un pensamiento complejo.
- La divulgación de la ciencia, a través de sus productos, actividades y espacios constituye un ingrediente protagónico de la Sociedad Educativa para la labor de fomentar la cultura científica.
- Todo proyecto de divulgación debe realizarse a partir de una metodología que incluye la evaluación, a lo largo de todo el proceso, como un instrumento para el desarrollo del mismo.

- La utopía nos indica el camino a seguir en nuestras reflexiones, análisis y propuestas.

Sin duda dos de los más grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad son la pobreza global y el cambio climático, problemas que están íntimamente ligados. La solución es (como se vio en el capítulo V) altamente compleja, en la cual intervienen muchos intereses y por lo cual el futuro es incierto. Lo que si está claro es que la indiferencia e inactividad sólo agudizará estos problemas. De lo que podemos tener certeza absoluta es que cualquier solución impone nuevas necesidades educativas. Es urgente educar para generar una nueva ética, una imagen distinta del bienestar y un cambio en la forma en que vivimos. Necesitamos contribuir a preparar a la población para un nuevo modelo económico mundial, con responsabilidades compartidas, pero diferenciadas, que se base en la equidad, limitando nuestro consumo de energía, nuevas formas de trabajar, de consumir y de producir.

Muchos de los problemas que padece la humanidad hoy en día son consecuencia de decisiones limitadas y equivocadas de las generaciones que nos antecedieron; decisiones que se efectuaron con una visión a corto plazo para satisfacer los intereses de unos pocos en prejuicio de muchos. Las consecuencias de estos errores ya están alcanzando niveles inaceptables. La apatía, la resignación o la indiferencia son actitudes egoístas, irresponsables e inaceptables. No podemos seguir viviendo en un mundo en el cual existen tantas desigualdades, ni heredar a las futuras generaciones un mundo peor, más injusto, con menos oportunidades, con más excluidos y con problemas ambientales que amenazan el futuro de todas las especies que habitan el planeta. Como la especie que más daño le ha hecho a la Tierra, tenemos la obligación de ponerle un alto a estos problemas, detener este proceso de deterioro o amortiguar los efectos de lo que ya no tiene remedio. Una herramienta indiscutible para lograr lo anterior es la educación. La utopía de la Sociedad Educativa nos indica el camino, utopía en la cual la divulgación de la ciencia desempeña un papel protagónico.

Bibliografía

Adilson Avansi de Abreu (2002), *Ciência e Inclusao Social*, Estação da Ciência. Universidade de São Paulo, Brasil.

Alvarez Valente Maria Esther y Luciana Sepúlveda (2003), “O papel educativo dos museus e centros de ciência” (Relatório do grupo de Trabalho 2). Workshop: Educação em Museus e Centros de Ciência, Museu da Vida, Fundação Osvaldo Cruz, pp.132-136.

Anderson, Gail (2004), *Reinventing the Museum* (Historical and Contemporary Perspectives on the Paradigm Shift), Altamira Press, EUA.

Arámbula, G. Teresa (1995), “Sex Differences in Science Museum Attraction”, J*ournal of Research in Science Teaching.* Vol. 32**,** núm. 9, pp. 925-938.

Aranha Filho, Jayme M y Betânia Gonçalves Figuereido (2003), “O papel educativo dos museus e centros de ciência” (Relatório do grupo de Trabalho 1), Workshop: Educação em Museus e Centros de Ciência, Museu da Vida, Fundação Osvaldo Cruz, pp. 127-131.

Aristegui, Carmen (2006), “Globalización e información: el acceso al conocimiento como una opción para establecer relaciones de género equitativas”, Conferencia inaugural de la Congreso Internacional “Know How 2006”, Cuidad de México, 21 al 25 de agosto de 2006.

Arredondo, Víctor (2005), “Discurso del Rector Víctor Arredondo Álvarez” en Ivonne Gutiérrez Carlín y Francisco Montfort Guillén (compiladores), *Edgar Morin en Xalapa: una aproximación a la complejidad,* Biblioteca Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México, 2005, pp. 33-40.

Arroyo, Amaparo (2011), Ponencia presentada en la sesión: “El recuento de los hechos y las perspectivas”, *Coloquio “Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)”, Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011, Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F. , México.

Association of Science-Technology Centers Incorporated, ASTC 2010 Annual Conference and Exhibit Hall, “Ho’okele-To Navigate: Science Centers and Wayfinders to New Horizons”, Bishop Museum, Honolulu, Hawaii, 2-5 de octubre, 2010,

Association of Science-Technology Centers, ASTC, 2008, “In the Public Eye-at Crossroads of Science and Culture”, The Franklin Institute, Philadelphia, Pennsylvania, EUA, 18-21 de octubre de 2008.

_____ ASTC 2007, “Lights, Camera, Action: from Vision to Reality”, California Science Center, Los Angeles, California, EUA, 13-16 de octubre de 2007.

_____ ASTC 2004, “Straining innovation in an era of rapid change”, The Tech Museum of Innovation, San José, California, EUA, 18-21 de septiembre de 2004.

_____ASTC 2003, “Building a Learning Organization”, Science Museum of Minnesota, St. Paul, Minnesota, EUA, 8-11 de noviembre de 2003.

_____ASTC 2002, “Access to the Future”, Charlotte Convention Center, Charlotte, North Carolina, 12-15 de octubre, 2002.

Barrera, Rubén G. y Aurora Gallardo (1982), “Sobre los problemas de confrontación teoría-experimento”. *Revista Mexicana de Física.* Vol. 28, núm. 4, pp. 683-720.

Barrientos, Dolores (2011), “La comunicación del cambio climático y su influencia en políticas públicas”, *Segundo Foro sobre Comunicación del Cambio Climático*, Centro de Convenciones Banamex, Organizadores: Secretaría de Relaciones Exteriores y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2011.

Barros, Vicente Ricardo (2009), “Adaptación al cambio: a qué y para qué” en Cambio climático: el reto de la humanidad, Vanguardia*, Dossier, núm. 33, octubre/diciembre de 2009, pp. 88- 92.*

Batalla, Xavier (2009), “Cambio climático, cambio político” en Cambio climático: el reto de la humanidad, Vanguardia*, Dossier, núm. 33, octubre/diciembre de 2009, pp. 3.*

Bineimelis de Raga, Graciela (2010), “El cambio climático: ¿Qué nos espera? Ciencia *(Revista de la Academia Mexicana de Ciencias), Vol. 61, núm. 1, enero-marzo, 2010, pp. 30-39.*

Boisvert Lozowosk, D. y B. Jochums Slez (1994), “The Relationship between Visitor Characteristics and Learning Associated Behaviors in a Science Museum Discovery Space”, Science Education, *Vol. 78, núm. 2.*

Burgos, Estrella (2011), Ponencia presentada en el Panel: “El cambio climático en los medios: problemas y mejores prácticas”, *Segundo Foro sobre Comunicación del Cambio Climático*, Centro de Convenciones Banamex, Organizadores: Secretaría de Relaciones Exteriores y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2011.

Burns, T.W., D.J. O´Connor, y S.M. Stocklmayer (2003), "Science communication: a contemporary definition", Public Understanding of Science *Vol.12, pp.183-202.*

Calvo, Hernando, M. (2003), *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud.* Colección "Divulgación para divulgadores". DGDC, UNAM, México.

Canadell, Josep (2009), "Una sociedad descarbonizada*: ¿utopía o necesidad?: Cambio climático, cambio político",* Cambio climático: el reto de la humanidad*,* Vanguardia*, Dossier, núm. 33, octubre/diciembre de 2009, pp. 39-43.*

Casalet, R. Mónica y E. Leonel González (2003), "Políticas científicas y tecnológicas en México: evaluación e impacto", Dirección de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial CEPAL-Chile, 2003, FLACSO, México.

Cardoso Arouca, Mauricio (2002), "Os centros e museus de ciência como instrumentos e estratégias de desenvolvimento regional, *Implantaçao de Centros e Museus de Ciência (Implementation of Science Centres and Museums)*, Organizaçao Vanessa F. Guimaraes e Wilson Antunes da Silva. Universidade Federal do Rio de Janeiro, R.J. Brasil, pp. 270-273.

Casas, Rosalba (1980), "La idea de la comunidad científica: su significado y su contenido ideológico", *Revista Mexicana de Sociología,* México, D. F., Vol. XLII, núm. 3, jul. –sep.

Casas, Rosalba y Jorge Dettmer (2008), "Sociedad del conocimiento, capital intelectual y organizaciones innovadoras", *Instituciones del conocimiento y mundo de trabajo*, FLACSO, México, D.F., pp; 21- 59.

_____(2006), "Sociedad del conocimiento, capital intelectual y organizaciones innovadoras" en *Sociedad del Conocimiento,* México, FLACSO, Mc Graw Hill.

Castellanos, Patricia (2008), *Los museos de ciencias y el consumo cultural: una mirada desde la comunicación,* Editorial UOC, Barcelona, España.

Castillo, Alicia (2000), "Communication and Utilization of Science in Developing Countries", *Science Communication.* Vol. 22, núm. 1, pp. 46-72.

Castro R., Telma Gloria, Amparo Martínez Arroyo y Dara Salcedo González (2007), *Guión Técnico Científico del Pabellón de Cambio Climático (Museo Maticalli: Museo de Ciencias de Morelos),* Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, 28 de diciembre de 2007.

Caue Matos (2002), "Apresentaçao" en *Ciencia e Inclusao Social*, Estaçao da Ciência. Universidade de São Paulo, Fondo de Cultura e Extensão Universitária da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão, Universidade de São Paulo. Brasil, pp.10.

Ciencia: conocimiento para todos (1997), Proyecto 2061, American Association for the Advancement of Science, Biblioteca para la actualización del maestro. SEP, México, D.F. México.

Chalmers, Alan F. (1982), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI, México, D. F. México.

Conde, Cecilia (2011), Ponencia presentada en el panel: "El recuento de los hechos y las perspectivas", *Coloquio "Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)", Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011, Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F. , México.

_____ (2008). "Cambio Climático: Posibles impactos y estrategias en México". Ponencia impartida en el curso de "Ciencia Contemporánea" de la Maestría en Filosofía de la Ciencia, el 5 de noviembre de 2008.

_____ (2007), "Impactos globales del cambio climático", Ponencia impartida en el Curso de divulgación científica *Cambio Climático,* Organizado por la Unidad de Formación de Divulgadores, Dirección General de Divulgación de la Ciencia del 1 de septiembre al 13 de octubre de 2007.

Corbera, Esteve (2009), "El cambio climático y los pobres", *Cambio climático: el reto de la humanidad*, *Vanguardia*, Dossier, núm. 33 octubre/diciembre de 2009, pp. 63- 69.

Cuevas Cardona, Consuelo (2002), "Historia y divulgación de la ciencia en México", *Antología de la divulgación de la ciencia en México",* Colección "Divulgación para divulgadores", DGDC, UNAM, México, pp. 121-129.

De Buen, Odón (2011), *Coloquio "Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)", Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011. Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F. México.

Delors, Jacques (1996), "La educación encierra un tesoro" (Informe de la UNESCO de Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI). Ediciones UNESCO, México.

De Lumley, Henry (1995), "Museum Nacional D´Histoire Naturelle". *Connaissance des Arts***,** Société Française de Promotion Artistique. París, Francia.

Diamond, Judy (1999), *Practical Evaluation Guide: Tools for Museums and Other Informal Educational Settings*, EUA, Altamira Press.

_____ (1994), "Sex Differences in Science Museums: a Review", *Curator*, Vol. 37**,** núm. 1, pp. 17-24.

Dixon, Michael (2009), *Natural History Museum: Souvenir Guide to the Amazing World of Nature*, Natural History Museum, Cromwell Road, London, U.K.

Dow Kirstin y Thomas E. Downing (2007), *The Atlas of Climate Change: Mapping the World´s Greatest Challenge* (Earthscan), Myriad Editions, Londres, Inglaterra.

Espinal, Laura y Martin L. Green (2011), "Materials for Sustainable Development", *Strange Matter Green Earth Workshop,* Materials Research Society Fall Meeting 2011, Boston, Mass, EUA, 29 de noviembre de 2011.

Estrada, Luis. (2008), "Ciencia y cultura", Conferencia impartida en la Maestría de Filosofía de la Ciencia, DGDC, UNAM.

_____ (2002), "La divulgación de la ciencia", *Antología de la divulgación de la ciencia en México".* Colección "Divulgación para divulgadores". DGDC, UNAM, México, pp. 138-151.

Falk, John. H y Lynn D. Dierking (2004), *The Contextual Model of Learning*: *Reinventing the Museum.* (Historical and Contemporary Perspectives on the Paradigm Shift). Altamira Press, EUA. pp. 139-142.

_____ (1992), *The Museum Experience.* Whalesback Books, Washington, D.C., EUA.

Falk, John y Martin Storksdieck (2005), "Learning science from museums". *Museus e Ciências*, (*Sciences and Museums*), *História, Ciencias, Saúde*. Manguinhos, 4th Science Centre World Congress Dossier. Vol. 12, pp. 117-143.

Fasolo, Plinio (2002), "Pedagogía Navegadora", Ciência e Inclusao Social**.** Estaçao da Ciência, Universidade de Sao Paulo, Brasil, pp. 59-63.

Fayard, Pierre (2004a), "La creación colaborativa del conocimiento: un nuevo modelo para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento", *II Foro Internacional "Por una cultura de ciencia, tecnología e innovación en la sociedad*", Museo de Ciencias *MALOKA*, Bogotá, Colombia, del 24 al 26 de marzo de 2004. http://www.maloka.org/concienciaabierta/memorias/index/html.

_____ (2004b), *La comunicación pública de la ciencia*, Traducción de *La communication scientifique publique: De la vulgarisation à la médiatisation.* (Traducción de Lourdes Berruecos), Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México.

Ferrer Escalona, Argelia (2003), *Periodismo Científico y Desarrollo: Una mirada desde América Latina,* Ediciones del Rectorado, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Ferriot, Dominique (1999), "The Musée des Arts et Métiers: a Renaissance", *The Musée des Arts et Métiers, Beaux Arts Magazine* (Versión en inglés), Tour Montparnasse, 33 avenue du Maine, 75755 París, Cedex 15, pp. 2 -16.

Fierro, Rafael (2003), *Templo del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*. *Museo de la Luz* (*400 Años de Historia*), Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, D.F., México.

Friedman, Alan (2002), "Planning an Academic Center to Develop Staff and Conduct Research for Science Centers and Museums", *Implantaçao de Centros e Museus de Ciência* (*Implementation of Science Centers and Museusms*), Coordinación: Vanessa F. Guimaraes e Gilson Atunes da Silva, Universidade Federal de Rio de Janeiro (*PADEC/UFRJ*).

Fiori, José Luis (2005), Conferencia Inaugural del IV Congreso Mundial de Museos de Ciencia, Río de Janeiro, Brasil, abril 2005.

García Canclini, Néstor (2001), *La globalización imaginada*, Editorial Paidós. México, D.F. México.

Gay, Carlos (2011a), "Los acuerdos de Cancún y los retos de la diplomacia climática en Durban", *Coloquio "Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún), Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011, Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F.

_____ (2011b), Ponencia presentada en "La ciencia del cambio climático: lo que los comunicadores necesitan saber", *Segundo Foro sobre Comunicación del Cambio Climático,* Centro de Convenciones Banamex, Organizadores: Secretaría de Relaciones Exteriores y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2011.

Gore, Michael (2002), "The Human Face of Science Centres: The Value of Explainers", *Implantaçao de Centros e Museus de Ciência (Implementation of Science Centers and Museums)*, Organizaçao: Vanessa F. Guimaraes e Gilson Atunes da Silva, Casa da Ciência, Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Educação em Ciência da Universidade Federal do Rio de Janeiro, PADEC/UFRJ, Brasil, pp. 100-109.

Gouvêa de Sousa, G., M.E.A. Alvarez Valente, M. Maradino, S.Cazelli, D.Falcao y C. Franco (1998), "On Evaluation Research in Science Museums", *Évaluation et éducation muséale: nouvelles tendances (Evaluation and Museum Education: New Trends),* ICOM, CECA.

Gregory, J. y S. Miller (1998), *Science in Public (Communication, Culture and Credibility)*, Plenum Trade, New York and London.
Griffin, J. y D. Symington (1997), "Moving from Task-oriented to Learning-oriented Strategies on School Excursions to Museums", *Science Education,* Vol. 81, pp.763-779.

Grinell, Sheila (1992), *A New Place for Learning Science,* Association of Science and Technology Centers (ASTC), Washington, D.C. EUA.

Guará, Isa María F. Rosa (2002), "Ciência, Educaçao e Inclusão Social, *Ciência e Inclusão Social,* Estação Ciência, Universidade de São Paulo, Brasil, pp. 83-90.

Gulledge, Jay (2011), Ponencia presentada en el panel "La ciencia del cambio climático: lo que los comunicadores necesitan saber", *Segundo Foro sobre Comunicación del Cambio*

Climático, Centro de Convenciones Banamex, Organizadores: Secretaría de Relaciones Exteriores y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2011.

Gutiérrez Carlín, I. y F. Monfort Guillén (Compiladores) (2005), *Edgar Morin en Xalapa,* Biblioteca Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. México.

Hamburger, Ernest y Osvaldo Massabani (2002), *Ciência e Inclusao Social.* (Introducción), Estaçao da Ciência, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

Hamburger, Ernest (2002), "Os Centros de Ciencias e Suas Atuaçoes Socias" *Ciência e Inclusao Social*, Estaçao de Ciência, Universidade de Sao Paulo, Brasil, pp. 37-40.

Haraway, Donna (1991), "A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century, *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature*, New York; Routledge, pp. 149-181.

Hartcourt, W. y A. Escobar. (2002), "Mujeres y política de lugar: lugar, política y justicia" (Artículo Central), *Las mujeres frente a la globalización*, *Development,* Vol. 45, pp. 7-13.

Hartz, J. y R. Chapell (2001), *Mundos separados,* Colección "Divulgación para divulgadores", Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM y Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica. México, D.F., México.

Hein, George (1999), "Evaluating, Teaching and Learning in Museums". *Museum, Media, Message,* (Editado por Eilean Hooper-Greenhill), Ed. Routledge, London, New York, pp. 189-203.

_____ (1998), *Learning in the Museum.* Ed. Routledge, London, New York.

Hills, George, L.C. (1989), "Students Untoutored Beliefs about Natural Phemonena: Primtive Science or Common Sense?", *Science Education,* Vol. 73, núm. 2. pp. 155-186.

Hooper-Greenhill, Eileen, (1998), *Los museos y sus visitantes*, Gijón: Ediciones Trea.

_____(1996), *Museums and their Visitors,* Londres/Nueva York, Routledge.

_____(1995), *Museums and the Shaping of Knowledge.* Ed. Routledge, London, New York.

_____ (1994), *The Educational Role of the Museum*, (Leicester Readers in Museum Studies), Ed. Routledge, London and New York.

Ibarra, Andoni (2005), "Dinámicas disciplinarias en las nuevas formas de producción del conocimiento", XXI Simposio Internacional de Filosofía y Sociedad, UNAM, 17 A 19 de octubre de 2005.

Ísita, Rolando (2009), "La mirada propagandística", Apuntes del módulo *Miradas de la Divulgación* del XIV Diplomado de Divulgación de la Ciencia, DGDC; UNAM.

Koster, Emlyn (2004), "The Social Uptake of Science and Technology: One World, One Future", Memorias del II Foro Internacional "Por una cultura de ciencia, tecnología e innovación en la sociedad", Museo Maloka, Bogotá, Colombia, 24 al 26 de marzo de 2004. http://www.maloka.org/concienciaabierta/memorias/index/html.

_____ (2000), "En busca de relevancia: Los centros de ciencia como innovadores en la evolución de los museos", *Encuentros con la ciencia (El impacto social de los museos y centros de ciencia*), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología, A. C. México, D. F., Primera edición, pp. 51 a 71.

Kuhn, Thomas (1980), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

Lewenstein, Bruce V. (2003), "Models of public communication of science and technology", *Public Understanding of Science* (Versión electrónica), <www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/sem_feb04.pdf>, 16 de junio del 2003, (Consultado el 2 de abril de 2011).

Linares, Jorge (2011), "El trasfondo social y político: hacia el cambio tecnológico y social. *Coloquio "Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)". Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011. Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F. México.

Lopes, María Margaret y Sandra Elena Murriello (2005), Ciências e educaçao em museos no final do século XIX (The sciences and education in museums at the close of the nineteenth century), Museus e Ciências (Sciences and Museums), 4th Science Centre World Congress Dossier, *História, Ciências, Saúde*, Vol. 12, suplemento 2005, Fundaçao Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil, pp. 13 – 30.

Lozano, Mónica (2005). *Hacia un nuevo contrato social: la popularización de la ciencia y la tecnología.* Tesis para obtener el grado de Maestría en Filosofía de la Ciencia, UNAM.

_____(2003), "La investigación como estrategia para la apropiación social de la ciencia y la tecnología", *Había una vez una iguana: experiencias en apropiación social de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes de la Guajira,* Colciencias, Bogotá, Colombia.

Márquez, M. (2005), "Las políticas científicas como espacio de definiciones: encuentros y desencuentros". Tesis de maestría en Filosofía de la Ciencia, UNAM.

Márquez, Nerey, Ernesto (2003), "Estudio diagnóstico de la ciencia en México". *Memorias del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica y VIII Reunión de la Red POP: "Cultura científica y cambio social"*, León, Gto., México, 26 al 29 de mayo de 2003.

Matos, Caue (2002), “Apresentação”, *Ciência e Inclusão Social,* Estação da Ciência, Universidade de São Paulo, Brasil.

Merino, G. y M. Roncoroni (2000), “La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas: un marco para la equidad”, *Serie Pedagógica*, Editorial FHCE, Argentina.

Martínez Arroyo, Amparo (2011), Ponencia presentada en el panel: “El recuento de los hechos y las perspectivas”, *Coloquio “Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)”, Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT. Lunes 25 y martes 26 de abril de 2011, Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F., México.

Massabani (2002), *Ciência e Inclusao Social*, (Introducción), Estaçao da Ciencia, Universidade de Sao Paulo, Brasil, pp. 3-18.

Morín, Edgar, Emilio Roger Ciurana, Raúl Domingo Motta (2006), *Educar en la era planetaria,* Colección “Libertad y cambio”, Gedisa Editorial, Barcelona, España.

Nagel, Ernest. (1978), “La ciencia y el sentido común”, *La estructura de la ciencia*, Ed. Paidós. Buenos Aires, Argentina.

Olivé, León (2005), “La relación ciencia, tecnología y sociedad cuatro décadas después de la estructura de las revoluciones científicas”, *ERGO*. (Revista de Filosofía de la Universidad Veracruzana), núm. 16, Xalapa, Ver. México. Marzo, 2005.

Pavão, Antonio Carlos y Maria Edite Ferreira Costa Lima (2002), “Quando o Encantamento pela Ciência produz frutos de Cidadania”, Ciência e Inclusão Social: Reflexões e Experiências de Manguinhos”, *Ciência e Inclusao Social,* Estaçao da Ciência, Universidade de Sao Paulo, Brasil, pp. 41- 47.

Pavão Antônio Carlos y Adriana Vicente (2003), “Educação e equidade: o papel dos museus e centros de ciência na promoção da cidadania” (Relatório do Grupo de Trabalho 2), Workshop: Educação em Museus e Centros de Ciência. Museu da Vida, Fundação Osvaldo Cruz, pp. 139-141.

Podgorny, Irina (2005), “La mirada que pasa: museos, educación pública y visualización de la evidencia científica”, *Museus e Ciências (Science and Museums)*, 4th Science Centre World Congress, Dossier *História, Ciências, Saúde*: Manguinhos. Vol. 1, Fundaçao Oswaldo Cruz, pp: 231-264.

Ramey-Gassert, L. y H. Walberg (1994), “Reexaming Connections: Museums as Science Learning Environments”, *Science Education,* Vol. 78, núm. 4, pp. 345-363.

Rahmstorf, Stefan, (2009), "Cambio climático debido a los gases de efecto invernadero: ¿cuánto tiempo nos queda?", Cambio climático: el reto de la humanidad, Vanguardia Dossier*, núm. 33, octubre/diciembre de 2009, pp. 7-19.*

Reynoso, H. Elaine (por publicarse), "Los museos de ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México" (UNAM) y la relación con sus públicos, *Museos universitarios de México,* Coedición: Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Nacional Autónoma del Estado de México, (Aceptado y en proceso de publicación).

_____(2011), "Políticas públicas y divulgación de la ciencia" *Políticas y Educación: La construcción de un destino*, (Coordinadora: Dra. Sara Rosa Medina), Colección Estudios: Posgrado en Pedagogía. UNAM. CONACYT, UNAM Posgrado en Pedagogía y Ed. Díaz de Santos, pp. 139-169.

_____(2009), "La mirada socio-política", Ponencia presentada en el "Diplomado en divulgación de la ciencia para investigadores", Universidad Autónoma de Tlaxcala.

_____(2007a), "Museos de ciencia y sociedad", *Museología de la ciencia: 15 años de experiencia,* DGDC, UNAM, pp. 13-36.

_____(2007b), "Actividades de comunicación directa en un museo de ciencias". Museos de ciencia y sociedad". *Museología de la ciencia*: *15 años de experiencia,* DGDC, UNAM, pp. 161-194.

_____ (2007c), "Entre lo global y lo local: hacia la construcción del contexto glocal para popularizar la ciencia", Ponencia Inaugural de la X Reunión de la Red Pop (Red de Popularización de la Ciencia de Latinoamérica y el Caribe), San José, Costa Rica, 9 a 11 de mayo de 2007, *Memorias de la X Reunión de la Red Pop,* < http://www.cientec.or.cr/pop/memoria>.

_____(2006), "Un enfoque glocal para el desarrollo de productos de divulgación de la ciencia. I Congreso Iberoamericano "Ciencia, Tecnología, Sociedad + Innovación", Palacio de Minería, Cd. De México, 19 al 23 de junio de 2006.

_____(2005), Going glocal: UNAM´s Local Approach to Global Science. *Dimensions: Bimonthly News Journal of the Association of Science and Technology Centres*, September/October 2005.

_____(2004), "La Evaluación de la divulgación de la ciencia", II Taller Latinoamericano: Ciencia, Comunicación y Sociedad, http://www.senacyt.gob.pa.

_____(2003), "La responsabilidad del divulgador en la formación de una cultura científica nacional", Ponencia presentada en la sesión plenaria "Cultura científica y cambio social", *VIII Reunión de la Red Pop* (Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de Latinoamérica y el Caribe), León, Gto. México.

_____(2002), “La cultura científica y la comunidad de divulgadores de la ciencia y la técnica”, *Antología de la divulgación de la ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, D. F. pp. 280-289.

_____(2000), *El Museo de las ciencias: un apoyo a la enseñanza formal. (Tesis para obtener el grado de Maestra en Enseñanza Superior),* Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 2000.

_____(1998), “La planeación de un museo interactivo de ciencias”, *Cómo hacer un museo de ciencias,* Compilador: Jorge Flores Valdés, Fondo de Cultura Económica, UNAM, México, D.F., 1ª edición, pp. 15-26.

Reynoso, H. Elaine, Luisa Fernanda Rico M., Ana María Sánchez-Mora y Carmen Sánchez-Mora (2010), *Programa único de especializaciones en comunicación de la ciencia.* DGDC, UNAM (2010), (Versión preliminar 23-VI-2010).

Reynoso, Haynes Elaine, Arturo Vargas Canales y Julia Tagüeña Parga (2008),
“Guión temático para la sala de Cambio climático y desarrollo sustentable” (documento basado en el guión científico elaborado por el Centro Mario Molina), Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

Reynoso, Haynes E, Carmen Sánchez Mora y Julia Tagüeña Parga (2006), El museo de ciencias *glocal*”, *El Visitante,* Boletín del AMMCCYT, núm. 28, enero-marzo de 2006.

Reynoso, Haynes, Elaine, Carmen Sánchez-Mora y Julia Tagüeña (2005), “Lo glocal: nueva perspectiva para desarrollar museos de ciencia”, *Elementos,* Vol. 59, 2005.

Reynoso, Haynes Elaine, Enrique Fierro Hernández, Gerardo Torres y Matilde Vicentini (1993), “The Alternative Frameworks Presented by Mexican Students and Teachers Concerning the Free Fall of Bodies”, *International Journal of Science Education*, Vol*.* 15**,** núm. 2, pp. 127-138.
Ribamar, José (2002), “Ciência e inclusão Social: Reflexões e Experiências de Manguinhos”. *Ciencia e Inclusao Social*, Estaçao da Ciência, Universidade de Sao Paulo, Brasil, pp. 49-57.

Rico, M. Luisa Fernanda (2007), “La historia natural tras las vitrinas. *Museología de la ciencia*: *15 años de experiencia*, DGDC, UNAM, pp. 37-66.

Riechmann Fernández, Jorge (2011), “¿Seguiremos mirando hacia otro lado?” *Coloquio “Bioética y Política del Cambio Climático hacia el Cambio Tecnológico y Social* (Perspectivas después de la COP16 en Cancún)”, Seminario de Investigación de Ética y Bioética y el Programa de Investigación en Cambio Climático en colaboración con el Posgrado en Filosofía de la Ciencia y el proyecto PAPIIT, lunes 25 y martes 26 de abril de 2011, Aula José Gaos del Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad Universitaria, D. F.

Rique, Mônica Lúcia (2002), “Inclusão Social” *Ciência e Inclusão Social*, Estação da Ciência, Universidade de São Paulo, p. 80.

Rodriquez Sánchez, Keilyn (2005), “Aporte de la nueva museología española al Museo de los niños de Costa Rica”, *Revista electrónica: “Actualidades Investigativas en Educación*,

julio-diciembre, Vol 5. núm. 2, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, http://redalyc.uaemex.mx, pp.1-32.

Rouaurd, Jean (1996), *Promenade à la Villette*, Éditions d´art Somogy-Éditions de la Cité des sciences et de l´industrie, Paris, France.

Rubio, Ricardo (2011), "Comunicación para el cambio global ante el cambio climático", *Segundo Foro sobre Comunicación del Cambio Climático*, Centro de Convenciones Banamex, Organizadores: Secretaría de Relaciones Exteriores y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2011.

Ruggiero, S., F. Dupré y M. Vicentini-Missoni (1985), "Weight, Gravity and Air Pressure: Mental Representations by Italian Middle School", *European Journal of Science Education,* Vol**. 7,** núm. 2, pp. 181-194.

Sánchez-Mora, Ana María (2009), "La mirada cultural", Apuntes del módulo *Miradas de la Divulgación* del XIV Diplomado de Divulgación de la Ciencia, DGDC; UNAM.

_____ (2002), "Bestiario de los divulgadores", *Antología de la divulgación de la ciencia en México,* DGDC, UNAM, México, 302-306.

_____ (2000), *La divulgación de la ciencia como literatura.* Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM, México, D. F.

Sánchez-Mora, Carmen (2012), "Influencia del conocimiento previo en la memoria y uso de las exhibiciones museográficas", *Museologia e Patrimonio,* <http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmu>, publicado el 6 de enero de 2012.

_____(2009), "La mirada educativa". Apuntes del módulo *Miradas de la Divulgación* del XIV Diplomado de Divulgación de la Ciencia, DGDC; UNAM.

_____ (2007a), "La función educativa de los museos de ciencias", *Museología de la ciencia: 15 años de experiencia***,** DGDC, UNAM, pp. 97-128.

_____ (2007b), "La evaluación en ámbitos de educación informal en ciencias", *Museología de la ciencia: 15 años de experiencia*, DGDC, UNAM, pp. 255-296.

_____ (2006), "La evaluación en ámbitos de educación informal en ciencias". Evaluando la Comunicación de la Ciencia: Una perspectiva Latinoamericana", México, D. F., CYTED, AECI. AR, pp. 27- 48.

_____(2004), "Los museos de ciencia, promotores de la cultura científica", *Elementos.* Vol. 53, pp. 35-43.

_____(2002), "Los servicios educativos en los museos", *Educación y Museos.* Colección Obra Varia, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F., pp. 65-76.

Sánchez-Mora, Carmen y Ana María Sánchez-Mora (2000), “Educación y divulgación”, *Coloquio Interno sobre divulgación de la ciencia*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, pp.111-113.

Sancho, Rosa (1998), “Directrices de la OCDE para la obtención de indicadores de ciencia y tecnología”, *V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología*, Córdoba, Argentina.

Sarramona, Jaume (1982), *La educación no formal.* Pedagogía Social. Ed. Ceac, S. A. Barcelona, España.

Sarukhán, José (2003), “Ciencia, inversión pública y desarrollo”, *Este país.* núm. 149, ago. 2003.

Schall, Virginia (2003), “Educaçao nos museus e centros de ciência: a dimensao das experiências significativas”, *Workshop: Educação em Museos e Centros de Ciência*, Museu Da Vida, Fundação Osvaldo Cruz.

Screven, Chan G. (1990), “Uses of Evaluation Before, during and after Exhibit Design”, *International Laboratory for Visitor Studies*, Vol. 1, núm. 2, pp. 33 -66

Segarra, Ma. Del Pilar (1989), “Corrientes actuales de la didáctica de la ciencia”, *Reporte Interno*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1989.

Sepúlveda, Luciana y Maria Esther Alvarez Valente (2003), “Educação e equidade: o papel dos museus e centros de ciência na promoção da cidadania” (Relatório do Grupo de Trabalho 1), *Workshop: Educação em Museus e Centros de Ciência*, Museu da Vida, Fundação Osvaldo Cruz, pp. 137-138.

Serrano, Teresa y Ángel Blanco (1988), *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*, Nancea, S. A. de Ediciones Madrid, Madrid, España.

Skramstad, Harold (2004), “An Agenda for Museums in the Twenty-First Century”, *Reinventing the Museum, (Historical and Contemporary Perspectives on the Paradigm Shift*), Altamira Press, EUA, pp.118-132.

Studart, Coelho Denise, Adriana Mortara Almeida y Maria Esther Valente (2003), “Pesquisa de Público em Museus: Desenvolvimento e Perspectivas”. *Educação e Museu (A Construçao Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência)*, Ed. ACCESS, FAPERJ, Brasil, Cap. 6, pp. 129-157.

Tagüeña, Julia (2005), “Los museos latinoamericanos de ciencia y la equidad”. *Museus e Ciencias (Science and Museums) 4th Science Centre World Congress Dossier*, *História, Ciências, Saúde*: Manguinhos. Vol. 1, Fundaçao Oswaldo Cruz, pp. 419-427.

Tagüeña,J., C. Rojas A., E. Reynoso, H. E. (2006), *Memorias del “I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (CTS+I).*
México, D. F., del 19 al 23 de junio de 2006. http://www.oei.es/congresoctsi/mesas.htm.

Taylor, Samuel y Beverly Serrell (1991), *Try It! Improving Exhibits through Formative Evaluation,* Association of Science and Technology Centers Incorporated, New York.

Thomas, Gillian (2002), "Economic Impact of Science Centre Development", *Implantaçao de Centros e Museus de Ciencia*, (Implementation of Science *Centers and Museums*), Coordinadores: Vanesa F. Guimaraes y Gilson Antunes da Silva. Universidade Federal do Río de Janeiro, Brasil, pp. 279-292.

Toharia, Manuel (2007), *El Clima*: *El calentamiento global y el futuro del planeta,* Random House, México, D.F., México.

Trilla, Jaume (1998), *La educación fuera de la escuela: Ámbitos no formales y educación social*, Editorial Ariel, S. A., Barcelona, España.

Valenti, Giovanna y Mónica Casalet (2008), Prólogo de *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo,* Valenti Giovanna, Mónica Casalet y Dante Avaro (coords.), FLACSO, México, D.F., pp.9 -18.

Valente, Maria Esther, Sibele Cazelli y Fátima Alves (2005), "Museus, ciência e educação: novos desafios, *Museus e Ciencias (Science and Museums)* 4th *Science Centre World Congress Dossier., História, Ciências, Saúde:* Manguinhos, Vol. 1, Fundaçao Oswaldo Cruz. Pp: 183-203.

Vicentini, Matilde (1982), "Paradigmas humanos: problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia", *Curso Internacional sobre enseñanza de la física,* Universidad del Valle, División de Ciencias, Multitaller de materiales didácticos. Cali, Colombia.

_____(1980), "Common Sense Knowledge and Scientific Knowledge", *Proceedings of the conference: "World Trends in Science Education*, Atlantic Institute of Education, Ed. Mac Fadder, pp. 276-281.

Vienot, Laurence (1979), "Spontaneous Reasoning in Elementary Mechanics", *European Journal of Science Education,* Vol. 1, núm. 2, pp. 205-221.

(Wallerstein, *et. al.* (1997), *Abrir las ciencias sociales (Informe de la Comisión Gulbenkian para la restructuración de las ciencias sociales),* Siglo XXI Editores-UNAM, México.

Wagensberg, Jorge (2006), *Cosmocaixa: El museo total por conversación entre arquitectos y museólogos*, Ed. Sacyr, Barcelona, España.

_____ (2005), "The "Total" Museum, a Tool for Social Change".
(O museu "total": una ferramenta para a mudança social), *Museus e ciencias (Sciences and Museums). História Ciencias Saùde. Manguinhos. 4th Science Centre World Congress Dossier, Dossiê 4 o Congresso Mundial de Museus e Centros de Ciência*, Vol. 12. Suplemento 2005, pp. 309 – 321.

Weil, Stephen E. (2004), “Rethinking the Museum: An Emerging New Paradigm**”,** *Reinventing the Museum, (Historical and Contemporary Perspectives on the Paradigm Shift*), Altamira Press, EUA.

Referencias electrónicas:

AMC: Academia Mexicana de Ciencias, < www.amc.unam.mx/modules>, (Consultado el 18 de septiembre de 2009).

AMMCCyT: Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología, < www.ammccyt.org.mx>, (Consultado el 8 de enero de 2010).

Association of Science and Technology Centres, < www.astc.org>, (Consultado el 10 de enero de 2010).

Barrera, B. Marco (1999), “Museo de Historia Natural de la Ciudad de Mexico: Proyecto de restauración y renovación”, <www.planeta.com/planeta/99/1299dfmuseo.html>, (Consultado por última vez el 15 de enero de 2012).

Cape Town Declaration (2011) <www.6scwc.org>, (Consultado el 24 de febrero de 2012).

Chapultepec (2010), < http://www.chapultepec.org.mx/web2010/index.php>, consultado el 15 de enero de 2012.

Common misconceptions about climate change, <www.grio.org/gwcc/misconceptions.html>, (Consultado por última vez el 10 de enero de 2012).

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, <http://www.conacyt.mx>, (Consultado 19 de noviembre de 2009 y la última vez el 6 de febrero de 2012).

COP 17 (United Nations Climate Change Conference 2011) por celebrarse en Durban, Sudáfrica del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 2011). <http://www.cop17-cmpdurban.com>, (Consultado el 17 de noviembre de 2011).

COP 16 (United Nations Climate Change Conference 2010) celebrado en Cancún, México del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010. <http://cc2010.mx >, (Consultado el 17 de noviembre de 2011).

Definición de museo: Estatutos del ICOM (International Committee of Museums), <http://icom.musueum>, (Consultado por última vez el 15 de enero de 2012).

De Régules, Sergio (2009), “Otra vez la misma cantaleta con Marte”, *Imagen en la Ciencia*, <http://imagenenlaciencia.blogspot.com/2009/06>, (Consultado el 13 de enero de 2010).

Desarrollo sustentable, <http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible>, (Consultado el 30 de abril de 2012).

ECSITE: the European Network of Science Centres and Museums. <www.ecsite.eu>, (Consultado el 20 de octubre de 2010).

*"El Museo de Ciencia de Morelos inaugura una sala de Cambio Climático", <**http://www.centromariomolina.org/2011/inaugura-el-museo-de-ciencias-y-tecnología-de-morelos-la-sala-permanente-de-cambio-climático**>, (Consultado el 6 de diciembre de 2011).*

El Proyecto Genoma Humano, <http://www.revista.unam.mx/Vol. 1/núm.3/sabias1/genoma.html>, (Consultado el 20 de enero de 2012).

"El telégrafo en México durante el Porfiriato y los primeros años de la Revolución", *La historia de los medios* (2009), <http://historiamedios1y2primaver2009.blogspot.com/2009/03/el-telegrafo-en-mexico-durante-el.html>, (Consultado el 20 de enero de 2012.)

Estaçao da Ciência, <www.eciencia.usp.br>, (Consultado el 10 de octubre de 2011).

Fondos Mixtos FOMIX, <www.conacyt.mx/fondos/Fondos Mixtos>, (Consultado el 11 de diciembre de 2011).

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, "Las bases científicas". <http://www.ipcc.ch/ >, (Consultado el 10 de noviembre de 2010).

Indigenous Knowledge Systems, < www.worldbank.org/afr/ik/basis.htm.>, (Consultado el 24 de febrero de 2012).

"Historia del periodismo en México de 1539 a 1917", *Historia del Periodismo.* Universidad de Itaca, <http://historiaperiodismo.tripod.com/id3.html>, (Consultado el 5 de enero de 2012).

La Declaración de Toronto (2008), www.redpop.org, (Consultado el 24 de febrero de 2012).

Meira, Pablo Ángel (Coord) (2011), Conoce y valora el cambio climático. <www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/cursos/guia-conoce-y-valora-el-cambio-climático-cc01pdf>, (Consultado el 12 de diciembre de 2011).

Meira, Pablo Ángel, Mónica Arto Blanco y Pablo Montero Soto (2009), La Sociedad ante el cambio climático (Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la sociedad española*, Fundación Mapfre, España. <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/cursos/la-sociedad-ante-el-cambio-climatico.pdf>, (Consultado el 14 de diciembre de 2011).*

Members and Partners, OECD, www.ocde.org/document/25/0,3746, (Consultado el 23 de abril de 2012).

Mexicanos sobresalen en su lucha por el medio ambiente. www.vanguardia.com.mx/10 premios nobel de la paz a México sobresalen por su lucha por el medio ambiente 57593, html, (Consultado el 10 de noviembre de 2011).

Museo de Geología, historia, <http://www.geologia.unam.mx/ing/index.php>, (Consultado el 9 de febrero de 2012).

Museo de Ciencia de Morelos, <www.cytem.morelos.gob.mx/jccytem/index.php>, (Consultado el 6 de diciembre de 2011).

Museo de Ciencia de Morelos en el Parque Ecológico San Miguel Acapatzingo. <www.guiaturisticamorelos.com/museo-de-ciencias-cuernavaca-morelos.htm>, (Consultado el 6 de diciembre de 2011).

Natural History Museum (London) <http://www.nhm.ac.uk>, (Consultado el 12 de enero de 2011).

Museo de Historia Natural <http://www.sma.df.gob.mx>, (Consultado el 14 de enero de 2011).

Museo de Historia Natural de París, <www.mnhn.fr>, (Consultado el 12 de enero de 2011).

Museo de la Luz. <www.luz.unam.mx>, (Consultado el 18 de febrero de 2008 y el 10 de octubre de 2011).

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnología Leonardo da Vinci. <http://www.museoscienza.org/museo/>, (Consultado el 13 de enero de 2011).

Museo NEMO en Ámsterdam, <www.e-**nemo**.nl>, (Consultado el 13 de enero de 2011).

Número de habitantes en Morelos, <http://Cuentame.inegi.org.mx/monografias/información/mor/poblacion>, (Consultado el 12 de noviembre de 2011).

Palais de la Découverte, <www.palais-decouverte>, (Consultado por última vez el 15 de enero de 2012).

Punter, Javier García-Gómez y Montserrat Ochando (2008), "Ideas de los alumnos de secundaria sobre las causas del cambio climático", Universidad de Valencia,<www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea/contenido/56545/./UVeso.doc>, (Consultado el 13 de noviembre de 2011).

RED POP. Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de Latinoamérica y el Caribe, <www.redpop.org>, (Consultado por última vez el 20 de enero de 2012).

Retana Guiascón Oscar Gustavo (2009), "La institucionalización de la investigación científica en México: breve cronología", *Ciencias,* Vol. 24, abril. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/núm. 94/CNS09400009.pdf>, (Consultado el 20 de enero de 2012).

SMF: Sociedad Mexicana de Física, <http://www.smf.mx/>, (Consultado por última vez 20 de enero de 2012).

Smithsonian Museums, <www.si.edu/>, (Consultado el 12 de enero de 2011).

SOMEDICyT: Sociedad Mexicana para la divulgación de la ciencia y la técnica. <www.somedicyt.org.mx>, (Consultado por última vez el 20 de enero de 2012).

Weber Frías, Guillermo (1998), *La divulgación de la ciencia como apoyo a la educación escolar,* Tesis para obtener el grado de Maestro en Educación, Comisión de Investigación y Posgrado, Maestría en Educación, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icsuh/maestria/documentos>.

Anexo I

- **La Declaración de Toronto**
- **La Declaración de Cape Town**

LA DECLARACIÓN DE TORONTO

Los líderes de museos y centros de ciencias de todo el mundo nos reunimos en Toronto, Ontario, Canadá, del 14 al 19 de Junio del 2008, en el 5° Congreso Mundial de Centros de Ciencias. Participamos 400 delegados de 51 países, dando continuidad al diálogo que sostuvimos en reuniones previas en Finlandia (1996), India (1999), Australia (2002) y Brasil (2005).

Cada año, 290,000,000 personas participan activamente en las exhibiciones, los programas, los eventos y los servicios de extensión que organizan 2,400 centros de ciencias de todo el mundo. Los centros de ciencias estimulan la curiosidad y desarrollan mentes inquisitivas. Cambian la vida de la gente, influyendo en sus actitudes y en su pensamiento. Las investigaciones muestran que los centros de ciencias desmitifican la ciencia destacando su belleza, demostrando lo necesaria que es y haciéndola accesible al público en general. Estimulan actitudes positivas del público hacia la ciencia; ayudan a la gente a apreciar el contexto de los avances científicos y a comprender cómo la ciencia afecta sus vidas.

En el año 2008, el alfabetismo científico es tan importante como las formas tradicionales de alfabetismo y de manejo de los números. Es también una herramienta poderosa para la inclusión social. Los centros de ciencias son relevantes para todos los sectores de la población; y se han convertido en importantes espacios para el encuentro entre la ciencia y la sociedad. Operan a través de fronteras geográficas, económicas, políticas, religiosas y culturales. Tienen impacto en el bienestar, la educación, el desempeño y las habilidades de las generaciones actuales y futuras. Son lugares seguros para conversaciones difíciles.

En el mundo de hoy, los centros de ciencias:

- son sitios altamente visibles y confiables para el diálogo, la actividad y el discurso acerca de la ciencia y la tecnología
- apoyan las habilidades requeridas para la resolución efectiva de problemas, la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones; y mejoran, por lo tanto, el aprendizaje de la ciencia y la tecnología a lo largo de la vida
- son importantes recursos para el sistema educativo formal, con el cual contribuyen a reforzar las bases de conocimiento de sus respectivas comunidades
- influyen en la motivación de los estudiantes, su proceso de aprendizaje y su elección de carrera
- empoderan a los docentes, induciéndolos maneras más efectivas de enseñar las ciencias, las matemáticas y la tecnología
- crean importantes plataformas para que un número creciente de visitantes virtuales se enganchen con la ciencia –y también entre ellos mismos--, mediante el uso de tecnologías digitales y en-línea
- influyen en la investigación y en la museología sobre la comunicación de la ciencia, el involucramiento con la ciencia y la educación en ciencias
- exponen el conocimiento global de la ciencia y la tecnología dentro de la realidad local
- son lugares confiables de inclusión y equidad, donde el público puede involucrarse actvamente en asuntos críticos que afectan a la sociedad

LA DECLARACIÓN DE TORONTO

- desarrollan alianzas estratégicas que ayudan a abordar importantes retos locales, nacionales y globales.

En el 5° Congreso Mundial de Centros de Ciencias, los participantes compartimos y desarrollamos agendas comunes para la acción. Es necesaria una nueva era de cooperación global con respeto a las culturas locales, para vivir exitosamente en un planeta con recursos naturales que se agotan y con retos ambientales significativos. Los centros de ciencias pueden ser una fuerza poderosa para el bien. Los niños que visitan nuestros centros de ciencias están creciendo en un mundo rápidamente cambiante; y pueden convertirse en "agentes de cambio" críticos, de modo que cada uno pueda aspirar a un mejor futuro. Los adolescentes y estudiantes universitarios que participan en los programas de los centros de ciencias son los líderes y tomadores de decisiones del mañana. Los adultos que visitan nuestros centros se reenganchan con la ciencia y alcanzan una mejor posición para entender el contexto de los descubrimientos científicos y para contribuír al diálogo en temas tales como el cambio climático, la salud humana, la necesidad de energías renovables, la escasez de agua y el VIH-SIDA.

Nosotros, los participantes en el 5° Congreso Mundial de Centros de Ciencias, creemos que la ciencia es una herramienta importante para una mejor vida en nuestro planeta.

Creemos que todos los ciudadanos deberían tener acceso a un centro de ciencias o a sus servicios, en su propia región. Usaremos nuestros conocimientos y experiencia colectiva para ayudar a expandir las actividades de nuestro sector a los lugares y a las comunidades donde los centros de ciencias sean necesarios y requeridos, pero aún no se han establecido.

Nos comprometemos a trabajar juntos para vencer las barreras culturales, físicas, sociales y geográficas, para involucrar a la gente en la ciencia y conectarla a través de ella.

Buscaremos activamente temas relacionados con "ciencia y sociedad", para los cuales las voces de los ciudadanos deban ser escuchadas; y para asegurar que el diálogo se lleve a cabo.

Trabajaremos juntos para identificar cómo los centros de ciencias pueden contribuír al logro de los Objetivos del Milenio establecidas por las Naciones Unidas.

Procuraremos recursos financieros y mecanismos para crear un mejor futuro para todos, a través del abordaje global de asuntos de relevancia local, nacional y mundial, incluyendo la conciencia ambiental, la educación en ciencias y la innovación.

En el 6° Congreso Mundial de Centros de Ciencias a realizarse en Ciudad del Cabo, Sudáfrica, en 2011, evaluaremos el grado al cual hayamos progresado, en tanto instituciones individuales así como colectivamente, para el logro de las metas que aquí hemos establecido.

19 de junio de 2008

La Declaración de Toronto fue endosada, entre otros, por:

ASPAC – Red de Centros de Ciencia y Tecnología de la Región Asia-Pacífico

ASTC – Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología

CANSM – Asociación China de Museos de Ciencias Naturales

ECSITE – Red Europea de Centros y Museos de Ciencias

NCSM – Consejo Nacional de Museos de Ciencias de la India

RED POP – Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe

SAASTEC – Asociación Sudafricana de Centros de Ciencia y Tecnología

6th Science Centre World Congress
4 - 8 September 2011
Cape Town, South Africa
Science Across Cultures

CAPE TOWN DECLARATION

At the 6th Science Centre World Congress convened in Cape Town, South Africa, from 4-8 September 2011, 416 delegates from 56 countries assessed the impact of science centres worldwide and formulated plans that will ensure that they continue to play a constructive role in addressing global issues at the interface between science and society. The Congress continued the dialogue from previous world gatherings in Finland (1996), India (1999), Australia (2002), Brazil (2005) and Canada (2008).

Globally, science centres and interactive museums have taken the lead in hands-on, inquiry-based learning, and have achieved a high trust rate for the accuracy of the information that they communicate. They focus on promoting dialogue and debate while learning, and on deriving explanations, rather than just providing answers, for important scientific discoveries and phenomena. They endeavour to promote social engagement across generations and cultures as well as an ethos of lifelong learning.

Each year, over 310 million people actively participate in the in-house and outreach science engagement programmes organized by over 2 500 science centres in more than 90 countries and administrative regions. These science centres recognize that the three pillars of interactive science engagement are science knowledge, hands-on interaction, and dialogue and the co-creation of experiences with scientists and the public.

Science centres also recognize that 'smart play' is one of the most effective ways of learning for people of all ages. Their role is to reach beyond the provision of information into the development of understanding and wisdom. This wisdom brings about changed mindsets and behaviours that lead to the development of more sustainable life styles. Science centres help people, and therefore societies, to maximize their potential.

Science centres are places where construction of meaning takes place, and scientific and technological advances are understood in their appropriate contexts. Although trust in scientists remains high, science centre audiences do not automatically accept that all scientific advances mean progress for everyone. They want to engage with scientists and to understand the long term implications of their research. There is thus a need for improved dialogue between scientists and the public during the course of the scientific process that leads to societal change.

This Declaration is consistent with the core contributions made by science centres worldwide and outlined in the Toronto Declaration of 2008. This Cape Town Declaration of 2011 notes that, over the past three years, science centres have especially:

- Linked their programmes to the Millennium Development Goals of the United Nations, especially by promoting universal education, creating awareness of HIV/Aids, and promoting environmental sustainability.
- Strived to form collaborative partnerships across cultural, political, economic and geographical boundaries so as to ensure that the most effective methods of science and technology engagement reach more societies and communities.
- Considered the value of 'real' experiences and the inherent benefits of engaging directly with visitors, while making increasingly effective use of web-based digital media, as well as mixed-reality and virtual reality media, to engage with their publics.
- Celebrated the universality of science whilst recognizing its multi-cultural origins and the value of indigenous knowledge systems.
- Strongly promoted creativity, invention and innovation.
- Facilitated greater engagement between scientists and the general public so that public opinions on science and technology issues can be heard and debated.

At the 6th Science Centre World Congress, leaders of science centres and museums worldwide resolve to:

- Encourage the establishment of science centres and museums in parts of the world where they are lacking.
- Support a policy of investment in science, technology and innovation in response to global economic and financial challenges.
- Partner with formal education, arts, business, policy makers and media where relevant.
- Strive to address cross-generational science- and technology-related problems that are relevant to local, regional and global communities, and to develop programmes that allow the general public to contribute actively to the resolution of these problems.
- Continue to develop programmes that promote awareness of the multi-cultural roots of science and the value of indigenous knowledge systems.
- Continue to develop partnerships to promote science awareness and engagement across cultural, political, economic and geographical boundaries.
- Conduct further research that measures the efficiency and effectiveness of their programmes, and to act on this information in order to improve their efficiency and impact.
- Further promote dialogue between scientists and the general public so that public opinions on science and technology can be heard and incorporated into decision-making processes.
- Further promote creativity, invention and innovation that leads to more sustainable life styles.
- Work together to ensure that they share their joint experience and knowledge of the most effective methods of engaging with science and technology with other local, regional, national and international bodies that promote science and technology awareness.

Plans to achieve these resolutions will be developed, as appropriate, at institutional, national and international levels. At the 2014 Science Centre World Summit, to be held at Technopolis® in Mechelen, Belgium, in 2014, science centres and museums shall assess the extent to which they have, as individual institutions and collectively, achieved the goals set out here.

6TH SCIENCE CENTRE
WORLD CONGRESS
CAPE TOWN
SOUTH AFRICA

www.6scwc.org

8 September, 2011

CAPE TOWN DECLARATION ENDORSED BY:

ASPAC - Asia Pacific Network of Science and Technology Centres

ASTC - Association of Science-Technology Centers

Ecsite - European Network of Science Centres and Museums

NAMES - The North Africa and Middle East Science centers network

NCSM - National Council of Science Museums, India

Red-POP - Network for the Popularization of Science and Technology in Latin America and the Caribbean

SAASTEC - Southern African Association of Science and Technology Centres

Anexo 2

- **Cuestionario 1 para profesores**
- **Cuestionario 2 para público**

Anexo 2

Estimado Maestro (a):

El Museo de Ciencias de Morelos está desarrollando una sala sobre el tema de cambio climático para lo cual estamos realizando un estudio para conocer las ideas e intereses del público en relación al tema. Su apoyo y sugerencias nos serán de gran utilidad por lo cual se les solicita llenar el siguiente cuestionario.

Nombre_____

Materia que imparte _____

Nivel _____
(preescolar, primaria, nivel medio, medio superior, universitario)

1. ¿Qué temas crees que debe presentar un museo de ciencias en relación al tema del cambio climático? Menciónalos brevemente.

2. ¿Qué sabes sobre cambio climático? (Mencionar ideas generales).

3. ¿Qué te gustaría saber sobre este tema?

4. ¿Crees que exista alguna solución a los problemas que está provocando el cambio climático? Si respondiste afirmativamente menciona alguna de estas soluciones.

5. ¿Crees que nosotros como individuos podamos contribuir a la solución de estos problemas? Explica tu repuesta (aunque sea negativa).

Muchas gracias.

Anexo 2

Estimado visitante (alumno)

El Museo de Ciencias del Estado de Morelos está desarrollando una sala sobre el tema de cambio climático y nos interesa conocer las ideas e intereses del público sobre este tema, por lo cual solicitamos su colaboración respondiendo al siguiente cuestionario:

Edad ____ años Sexo ( )( ) F- Femenino

Nivel de estudios_____ F M M-Masculino

1. ¿Qué temas crees que debe presentar un museo de ciencias en relación al tema del cambio climático? Menciónalos brevemente.

2. ¿Qué sabes sobre cambio climático? (Mencionar ideas generales).

3. ¿Qué te gustaría saber sobre este tema?

4. ¿Crees que exista alguna solución a los problemas que está provocando el cambio climático? Si respondiste afirmativamente menciona alguna de estas soluciones.

5. ¿Crees que nosotros como individuos podamos contribuir a la solución de estos problemas? Explica tu repuesta (aunque sea negativa).

Muchas gracias.

Anexo 3

- **Tablas de datos**

Anexo 3

Tablas

Pregunta 1

Género	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	33	137	121	49	19	151	159	11	103	67	158	12	160	10	159	11
MASCULINO	29	51	52	28	18	62	73	7	50	30	79	1	79	1	75	5

Pregunta 2

Género	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	86	84	143	27	90	80	134	36	90	80	90	80	116	54	158	12	153	17
MASCULINO	44	36	70	10	50	30	59	21	32	48	53	27	62	18	77	3	76	4

Pregunta 3

Género	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	63	107	50	120	80	90	59	111	132	38	144	26	152	18	153	17	158	12	136	34
MASCULINO	39	41	25	55	35	45	35	45	61	19	71	9	71	9	76	4	78	2	71	9

Anexo 3

Pregunta 4

Género	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	164	6	77	93	103	67	65	104	147	23	148	22	157	13	23	147	117	53
MASCULINO	74	6	48	32	50	30	26	54	57	23	74	6	73	7	9	71	57	23

Pregunta 5

Género	A todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde la solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	14	156	117	53	145	25	141	29	111	59	153	17
MASCULINO	9	71	42	38	63	17	58	22	50	30	64	16

Pregunta 6

Género	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones para cambiar hábitos de consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
FEMENINO	161	9	161	9	65	105	115	55	94	76	154	16	145	25	57	113	151	19
MASCULINO	68	12	73	7	39	41	56	24	52	28	72	8	60	20	30	50	67	13

Anexo 3

Pregunta 1

Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	6	8	0	14	11	3	5	9	9	5	10	4	11	3
NO	62	174	167	69	37	199	221	15	148	88	228	8	229	7	223	13

Pregunta 1 (Maestros vs Maestros)

Maestros Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	6	8	0	14	11	3	5	9	9	5	10	4	11	3
NO	44	130	127	47	25	149	163	11	111	63	168	6	167	7	162	12

Anexo 3

Pregunta 2

Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	3	11	12	2	5	9	10	4	7	7	5	9	9	5	13	1	6	8
NO	127	109	201	35	135	101	183	53	115	121	138	98	169	67	222	14	223	13

Pregunta 2 (Maestros vs Maestros)

Maestros Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	3	11	12	2	5	9	10	4	7	7	5	9	9	5	13	1	6	8
NO	91	83	152	22	97	77	136	38	83	91	96	78	119	55	164	10	163	11

Anexo 3

Pregunta 3

Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	0	14	4	10	4	12	6	8	11	3	8	6	7	7	9	5	7	7
NO	102	134	75	161	111	125	90	146	187	49	204	32	215	21	222	14	227	9	200	36

Pregunta 3 (Maestros vs Maestros)

Maestros Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	0	14	4	10	4	10	6	8	11	3	8	6	7	7	9	5	7	7
NO	72	102	54	120	78	96	66	108	134	40	142	32	158	16	162	12	166	8	143	31

Anexo 3

Pregunta 4

Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	13	1	3	11	6	8	2	12	11	3	8	6	5	9	1	13	13	1
NO	225	11	122	114	147	89	89	146	193	43	214	22	225	11	31	205	161	75

Pregunta 4 (Maestros vs Maestros)

Maestros Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	13	1	3	11	6	8	2	12	11	3	8	6	5	9	1	13	13	1
NO	165	9	74	100	106	68	61	112	139	35	157	17	163	11	25	149	126	48

Anexo 3

Pregunta 5

Tomaron el curso	A todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	7	7	6	8	11	3	4	10	5	9
NO	23	213	152	84	202	34	188	48	157	79	212	24

Pregunta 5 (Maestros vs Maestros)

}Maestros Tomaron el curso	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	7	7	6	8	11	3	4	10	5	9
NO	16	158	98	76	143	31	135	39	103	71	151	22

Pregunta 6

Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	14	0	10	4	1	13	13	1	5	9	8	6	9	5	1	13	9	5
NO	215	21	224	12	103	133	158	78	141	95	218	18	196	40	86	150	209	27

Pregunta 6 (Maestros vs Maestros)

Maestros Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	14	0	10	4	1	13	13	1	5	9	8	6	9	5	1	13	9	5
NO	161	13	164	10	64	110	118	56	107	67	159	15	141	33	62	112	153	21

Anexo 3

Pregunta 1 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	38	88	84	42	21	105	116	10	77	49	123	3	122	4	116	10
Pachuca	19	69	67	21	15	73	83	5	58	30	85	3	86	2	85	3

Pregunta 2 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	66	60	99	27	72	54	86	40	56	70	77	49	89	37	116	10	116	10
Pachuca	54	34	81	7	49	39	80	8	50	38	48	40	66	22	85	3	88	0

Pregunta 3 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	64	62	45	81	59	67	48	78	98	28	113	13	116	10	118	8	120	6	107	19
Pachuca	33	55	25	63	44	44	33	55	74	14	75	13	81	7	85	3	88	0	78	10

Anexo 3

Pregunta 4 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	120	6	85	41	78	48	47	78	105	21	117	9	123	3	16	110	82	44
Pachuca	83	5	32	56	55	33	32	56	71	17	79	9	84	4	9	79	60	28

Pregunta 5 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	10	116	70	56	106	20	97	29	88	38	115	11
Pachuca	7	81	72	16	80	8	75	13	56	32	79	9

Pregunta 6 (Pachuca – Morelos)

Lugar de Procedencia	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Morelos	105	21	120	6	76	50	80	46	76	50	119	7	96	30	47	79	115	11
Pachuca	88	0	84	4	19	69	60	28	46	42	80	8	83	5	25	63	75	13

Anexo 3

Pregunta 1 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	20	44	44	20	9	55	58	6	40	24	63	1	60	4	55	9
Público	18	44	40	22	12	50	58	4	37	25	60	2	62	0	61	1

Pregunta 2 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	30	34	50	14	34	30	39	25	24	40	35	29	39	25	58	6	56	8
Público	36	26	49	13	38	24	47	15	32	30	42	20	50	12	58	4	60	2

Pregunta 3 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	34	30	24	40	26	38	24	40	45	19	51	13	59	5	58	6	59	5	50	14
Público	30	32	21	41	33	29	24	38	53	9	62	0	57	5	60	2	61	1	57	5

Anexo 3

Pregunta 4 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	60	4	37	27	37	27	19	44	51	13	60	4	61	3	10	54	47	17
Público	60	2	48	14	41	21	28	34	54	8	57	5	62	0	6	56	35	27

Pregunta 5 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	3	61	16	48	47	17	44	20	34	30	55	9
Público	7	55	54	8	59	3	53	9	54	8	60	2

Pregunta 6 Morelos (Maestros - Público)

Profesión	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Maestro	51	13	60	4	37	27	40	24	42	22	60	4	41	23	23	41	59	5
Público	54	8	60	2	39	23	40	22	34	28	59	3	55	7	24	38	56	6

Anexo 3

Pregunta 1 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	6	8	0	14	11	3	5	9	9	5	10	4	11	3
NO	5	17	16	6	1	21	22	0	13	9	20	2	21	1	22	0

Pregunta 2 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	3	11	12	2	5	9	10	4	7	7	5	9	9	5	13	1	6	8
NO	7	15	21	1	14	8	17	5	9	13	13	9	14	8	21	1	19	3

Pregunta 3 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	0	14	4	10	4	10	6	8	11	3	8	6	7	7	9	5	7	7
NO	5	17	5	17	8	14	9	13	15	7	16	6	18	4	19	3	19	3	15	7

Anexo 3

Pregunta 4 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	13	1	3	11	6	8	2	12	11	3	8	6	5	9	1	13	13	1
NO	22	0	5	17	14	8	10	12	17	5	18	4	18	4	6	16	19	3

Pregunta 5 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	0	14	7	7	6	8	11	3	4	10	5	9
NO	6	16	10	12	16	6	16	6	13	9	18	4

Pregunta 6 D. F (Tomaron el curso - No lo tomaron)

Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
SI	14	0	10	4	1	13	13	1	5	9	8	6	9	5	1	13	9	5
NO	22	0	20	2	8	14	18	4	19	3	19	3	17	5	14	8	19	3

Anexo 4

· Tablas de porcentajes

Anexo 4

Femenino (170)
Masculino (80)
Pregunta 1

Género	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	19.41	80.59	71.18	28.82	11.18	88.82	93.53	6.47	60.59	39.41	92.94	7.06	94.12	5.88	93.53	6.47
MASCULINO	36.25	63.75	65.00	35.00	22.50	77.50	91.25	8.75	62.50	37.50	98.75	1.25	98.75	1.25	93.75	6.25

Pregunta 2

Género	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	50.59	49.41	84.12	15.88	52.94	47.06	78.82	21.18	52.94	47.06	52.94	47.06	68.24	31.76	92.94	7.06	90.00	10.00
MASCULINO	55.00	45.00	87.50	12.50	62.50	37.50	73.75	26.25	40.00	60.00	66.25	33.75	77.50	22.50	96.25	3.75	95.00	5.00

Pregunta 3

Género	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	37.06	62.94	29.41	70.59	47.06	52.94	34.71	65.29	77.65	22.35	84.71	15.29	89.41	10.59	90.00	10.00	92.94	7.06	80.00	20.00
MASCULINO	48.75	51.25	31.25	68.75	43.75	56.25	43.75	56.25	76.25	23.75	88.75	11.25	88.75	11.25	95.00	5.00	97.50	2.50	88.75	11.25

Anexo 4

Pregunta 4

Género	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	96.47	3.53	45.29	54.71	60.59	39.41	38.46	61.54	86.47	13.53	87.06	12.94	92.35	7.65	13.53	86.47	68.82	31.18
MASCULINO	92.50	7.50	60.00	40.00	62.50	37.50	32.50	67.50	71.25	28.75	92.50	7.50	91.25	8.75	11.25	88.75	71.25	28.75

Pregunta 5

Género	A todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde la solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	8.24	91.76	68.82	31.18	85.29	14.71	82.94	17.06	65.29	34.71	90.00	10.00
MASCULINO	11.25	88.75	52.50	47.50	78.75	21.25	72.50	27.50	62.50	37.50	80.00	20.00

Pregunta 6

Género	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones para cambiar hábitos de consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
FEMENINO	94.71	5.29	94.71	5.29	38.24	61.76	67.65	32.35	55.29	44.71	90.59	9.41	85.29	14.71	33.53	66.47	88.82	11.18
MASCULINO	85.00	15.00	91.25	8.75	48.75	51.25	70.00	30.00	65.00	35.00	90.00	10.00	75.00	25.00	37.50	62.50	83.75	16.25

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 1

Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	42.86	57.14	0.00	100.00	78.57	21.43	35.71	64.29	64.29	35.71	71.43	28.57	78.57	21.43
NO	26.27	73.73	70.76	29.24	15.68	84.32	93.64	6.36	62.71	37.29	96.61	3.39	97.03	2.97	94.49	5.51

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 1

Maestros Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	42.86	57.14	0.00	100.00	78.57	21.43	35.71	64.29	64.29	35.71	71.43	28.57	78.57	21.43
NO	25.29	74.71	72.99	27.01	14.37	85.63	93.68	6.32	63.79	36.21	96.55	3.45	95.98	4.02	93.10	6.90

Anexo 4

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 2

Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	21.43	78.57	85.71	14.29	35.71	64.29	71.43	28.57	50.00	50.00	35.71	64.29	64.29	35.71	92.86	7.14	42.86	57.14
NO	53.81	46.19	85.17	14.83	57.20	42.80	77.54	22.46	48.73	51.27	58.47	41.53	71.61	28.39	94.07	5.93	94.49	5.51

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 2

Maestros Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	21.43	78.57	85.71	14.29	35.71	64.29	71.43	28.57	50.00	50.00	35.71	64.29	64.29	35.71	92.86	7.14	42.86	57.14
NO	52.30	47.70	87.36	12.64	55.75	44.25	78.16	21.84	47.70	52.30	55.17	44.83	68.39	31.61	94.25	5.75	93.68	6.32

Anexo 4

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 3

Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	0.00	100.00	28.57	71.43	28.57	71.43	42.86	57.14	78.57	21.43	57.14	42.86	50.00	50.00	64.29	35.71	50.00	50.00
NO	43.22	56.78	31.78	68.22	47.03	52.97	38.14	61.86	79.24	20.76	86.44	13.56	91.10	8.90	94.07	5.93	96.19	3.81	84.75	15.25

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 3

Maestros Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	0.00	100.00	28.57	71.43	28.57	71.43	42.86	57.14	78.57	21.43	57.14	42.86	50.00	50.00	64.29	35.71	50.00	50.00
NO	41.38	58.62	31.03	68.97	44.83	55.17	37.93	62.07	77.01	22.99	81.61	18.39	90.80	9.20	93.10	6.90	95.40	4.60	82.18	17.82

Anexo 4

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 4

Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	92.86	7.14	21.43	78.57	42.86	57.14	14.29	85.71	78.57	21.43	57.14	42.86	35.71	64.29	7.14	92.86	92.86	7.14
NO	95.34	4.66	51.69	48.31	62.29	37.71	37.87	62.13	81.78	18.22	90.68	9.32	95.34	4.66	13.14	86.86	68.22	31.78

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 4

Maestros Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	92.86	7.14	21.43	78.57	42.86	57.14	14.29	85.71	78.57	21.43	57.14	42.86	35.71	64.29	7.14	92.86	92.86	7.14
NO	94.83	5.17	42.53	57.47	60.92	39.08	35.26	64.74	79.89	20.11	90.23	9.77	93.68	6.32	14.37	85.63	72.41	27.59

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 5

Tomaron el curso	A todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	50.00	50.00	42.86	57.14	78.57	21.43	28.57	71.43	35.71	64.29
NO	9.75	90.25	64.41	35.59	85.59	14.41	79.66	20.34	66.53	33.47	89.83	10.17

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 5

Maestros Tomaron el curso	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	50.00	50.00	42.86	57.14	78.57	21.43	28.57	71.43	35.71	64.29
NO	9.20	90.80	56.32	43.68	82.18	17.82	77.59	22.41	59.20	40.80	87.36	12.64

Anexo 4

SI tomaron el curso (14)
No tomaron el curso (236)
Pregunta 6

Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	100.00	0.00	71.43	28.57	7.14	92.86	92.86	7.14	35.71	64.29	57.14	42.86	64.29	35.71	7.14	92.86	64.29	35.71
NO	91.10	8.90	94.92	5.08	43.64	56.36	66.95	33.05	59.75	40.25	92.37	7.63	83.05	16.95	36.44	63.56	88.56	11.44

Maestros que tomaron el curso (14)
Vs Maestros que no tomaron el curso (174)
Pregunta 6

Maestros Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	100.00	0.00	71.43	28.57	7.14	92.86	92.86	7.14	35.71	64.29	57.14	42.86	64.29	35.71	7.14	92.86	64.29	35.71
NO	92.53	7.47	94.25	5.75	36.78	63.22	67.82	32.18	61.49	38.51	91.38	8.62	81.03	18.97	35.63	64.37	87.93	12.07

Anexo 4

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 1

Lugar de Procedencia	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	30.16	69.84	66.67	33.33	16.67	83.33	92.06	7.94	61.11	38.89	97.62	2.38	96.83	3.17	92.06	7.94
Pachuca	21.59	78.41	76.14	23.86	17.05	82.95	94.32	5.68	65.91	34.09	96.59	3.41	97.73	2.27	96.59	3.41

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 2

Lugar de Procedencia	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	52.38	47.62	78.57	21.43	57.14	42.86	68.25	31.75	44.44	55.56	61.11	38.89	70.63	29.37	92.06	7.94	92.06	7.94
Pachuca	61.36	38.64	92.05	7.95	55.68	44.32	90.91	9.09	56.82	43.18	54.55	45.45	75.00	25.00	96.59	3.41	100.00	0.00

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 3

Lugar de Procedencia	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	50.79	49.21	35.71	64.29	46.83	53.17	38.10	61.90	77.78	22.22	89.68	10.32	92.06	7.94	93.65	6.35	95.24	4.76	84.92	15.08
Pachuca	37.50	62.50	28.41	71.59	50.00	50.00	37.50	62.50	84.09	15.91	85.23	14.77	92.05	7.95	96.59	3.41	100.00	.00	88.64	11.36

Anexo 4

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 4

Lugar de Procedencia	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	95.24	4.76	67.46	32.54	61.90	38.10	37.60	62.40	83.33	16.67	92.86	7.14	97.62	2.38	12.70	87.30	65.08	34.92
Pachuca	94.32	5.68	36.36	63.64	62.50	37.50	36.36	63.64	80.68	19.32	89.77	10.23	95.45	4.55	10.23	89.77	68.18	31.82

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 5

Lugar de Procedencia	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	7.94	92.06	55.56	44.44	84.13	15.87	76.98	23.02	69.84	30.16	91.27	8.73
Pachuca	7.95	92.05	81.82	18.18	90.91	9.09	85.23	14.77	63.64	36.36	89.77	10.23

Morelos (126) Vs. Pachuca (88)
Pregunta 6

Lugar de Procedencia	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Morelos	83.33	16.67	95.24	4.76	60.32	39.68	63.49	36.51	60.32	39.68	94.44	5.56	76.19	23.81	37.30	62.70	91.27	8.73
Pachuca	100.00	0.00	95.45	4.55	21.59	78.41	68.18	31.82	52.27	47.73	90.91	9.09	94.32	5.68	28.41	71.59	85.23	14.77

Anexo 4

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 1

Profesión	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	31.25	68.75	68.75	31.25	14.06	85.94	90.63	9.38	62.50	37.50	98.44	1.56	93.75	6.25	85.94	14.06
Público	29.03	70.97	64.52	35.48	19.35	80.65	93.55	6.45	59.68	40.32	96.77	3.23	100.00	0.00	98.39	1.61

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 2

Profesión	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	46.88	53.13	78.13	21.88	53.13	46.88	60.94	39.06	37.50	62.50	54.69	45.31	60.94	39.06	90.63	9.38	87.50	12.50
Público	58.06	41.94	79.03	20.97	61.29	38.71	75.81	24.19	51.61	48.39	67.74	32.26	80.65	19.35	93.55	6.45	96.77	3.23

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 3

Profesión	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	53.13	46.88	37.50	62.50	40.63	59.38	37.50	62.50	70.31	29.69	79.69	20.31	92.19	7.81	90.63	9.38	92.19	7.81	78.13	21.88
Público	48.39	51.61	33.87	66.13	53.23	46.77	38.71	61.29	85.48	14.52	100.00	0.00	91.94	8.06	96.77	3.23	98.39	1.61	91.94	8.06

Anexo 4

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 4

Profesión	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	93.75	6.25	57.81	42.19	57.81	42.19	30.16	69.84	79.69	20.31	93.75	6.25	95.31	4.69	15.63	84.38	73.44	26.56
Público	96.77	3.23	77.42	22.58	66.13	33.87	45.16	54.84	87.10	12.90	91.94	8.06	100.00	0.00	9.68	90.32	56.45	43.55

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 5

Profesión	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	4.69	95.31	25.00	75.00	73.44	26.56	68.75	31.25	53.13	46.88	85.94	14.06
Público	11.29	88.71	87.10	12.90	95.16	4.84	85.48	14.52	87.10	12.90	96.77	3.23

Maestros de Morelos (64) VS. Público de Morelos (62)
Pregunta 6

Profesión	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
Maestro	79.69	20.31	93.75	6.25	57.81	42.19	62.50	37.50	65.63	34.38	93.75	6.25	64.06	35.94	35.94	64.06	92.19	7.81
Público	87.10	12.90	96.77	3.23	62.90	37.10	64.52	35.48	54.84	45.16	95.16	4.84	88.71	11.29	38.71	61.29	90.32	9.68

Anexo 4

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 1

Tomaron el curso	Causas Naturales		Causas Antropogénicas		Efectos, Consecuencias		Investigación		Propuestas Acciones		Impacto Local		Propuestas Locales		Propuestas de Cambio de Hábitos de Consumo	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	42.86	57.14	0.00	100.00	78.57	21.43	35.71	64.29	64.29	35.71	71.43	28.57	78.57	21.43
NO	22.73	77.27	72.73	27.27	4.55	95.45	100.00	0.00	59.09	40.91	90.91	9.09	95.45	4.55	100.00	0.00

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 2

Tomaron el curso	Agentes Contaminantes		Agentes Deforestación		Agente Antropogénico		Efecto Invernadero		Aumento de Temperatura		Cambio de Patrones de Clima		Desequilibrio Ecológico Extinción de Especies		Falta de Educación Ambiental		Uso de modelos Correctos	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	21.43	78.57	85.71	14.29	35.71	64.29	71.43	28.57	50.00	50.00	35.71	64.29	64.29	35.71	92.86	7.14	42.86	57.14
NO	31.82	68.18	95.45	4.55	63.64	36.36	77.27	22.73	40.91	59.09	59.09	40.91	63.64	36.36	95.45	4.55	86.36	13.64

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 3 D. F

Tomaron el curso	Causas		Efectos		Acciones del Gobierno		Acciones Colectivas e Individuales		Escenarios		Propuestas educativas		Líneas de Investigación		Problemas Locales		Propuestas Locales		Otros	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	.00	100.00	28.57	71.43	28.57	71.43	42.86	57.14	78.57	21.43	57.14	42.86	50.00	50.00	64.29	35.71	50.00	50.00
NO	22.73	77.27	22.73	77.27	36.36	63.64	40.91	59.09	68.18	31.82	72.73	27.27	81.82	18.18	86.36	13.64	86.36	13.64	68.18	31.82

Anexo 4

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 4

Tomaron el curso	No Hay Solución		Campañas Educativas		Fuentes Alternas de Energía y Recursos Nat.		Cambio de Hábitos de Consumo		Reglamentar Penalizar		Investigación		Cambio Integral y Mundial		Todos debemos participar en la solución		Manejo Correcto de Basura	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	92.86	7.14	21.43	78.57	42.86	57.14	14.29	85.71	78.57	21.43	57.14	42.86	35.71	64.29	7.14	92.86	92.86	7.14
NO	100.00	0.00	22.73	77.27	63.64	36.36	45.45	54.55	77.27	22.73	81.82	18.18	81.82	18.18	27.27	72.73	86.36	13.64

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 5

Tomaron el curso	A Todos les corresponde la solución		A las autoridades les corresponde la solución		A los Científicos les corresponde la solución		A las Industrias les corresponde la solución		Al Sector Educativo le corresponde las solución		Solución Mundial	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	0.00	100.00	50.00	50.00	42.86	57.14	78.57	21.43	28.57	71.43	35.71	64.29
NO	27.27	72.73	45.45	54.55	72.73	27.27	72.73	27.27	59.09	40.91	81.82	18.18

D. F Tomaron el curso (14) VS. D. F No tomaron el curso (22)
Pregunta 6

Tomaron el curso	Ninguna		Acuerdos Internacionales		Educación Ambiental		Reciclaje y Manejo de Basura		Disminuir Daño a Ecosistemas		Investigaciones		Fuentes Alternativas de Energía		Acciones Para Cambiar Hábitos de Consumo		Reglamentos y Sanciones	
	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%	NO%	SI%
SI	100.00	0.00	71.43	28.57	7.14	92.86	92.86	7.14	35.71	64.29	57.14	42.86	64.29	35.71	7.14	92.86	64.29	35.71

Anexo 5

· Fotografías de la “Sala de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable”

Foto 1. Cédula introductoria

Foto 2. Los ciclos de la vida

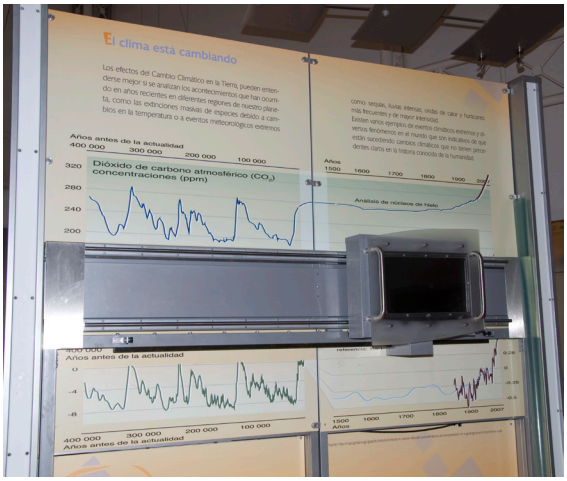


Foto 3. El clima esta cambiando

Foto 4. ¿Qué puede pasar en Mèxico?

Foto 5. Celdas solares

Foto 6. “Buenas ideas”

Foto 7. Horno solar y calentador solar

Foto 8. Talleres en la Sala de usos múltiples