



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES
CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN

UNIVERSUM, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM.
DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN
CON ESPECIALIDAD EN COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL

PRESENTA:

NEFTALÍ GARCÍA LOZADA

ASESOR: MTRO. GUSTAVO DE LA VEGA SHIOTA



MÉXICO, D. F. 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales por todas las oportunidades ofrecidas en mi educación media superior y superior.

Al Maestro y asesor del presente trabajo Gustavo de la Vega por compartir sus conocimientos conmigo, tanto en materia educativa como en la vida diaria, quien siempre creyó en mi labor y confió en mis decisiones, mostrándome siempre su cariño.

Profesora Esperanza Alejandra Cabrera, agradezco tus aportaciones a esta investigación; asimismo aprecio mucho tu confianza y apoyo.

A la Maestra Sandra Fuentes, gracias por su invaluable ayuda desde hace varios años, lo cual, junto con sus consejos, me impulsó a tomar una determinación importante en materia educativa y personal.

A la Maestra Gloria Valek y a los profesores Carmen Guitián, Carlos Ávila y Melchor López por sus valiosas observaciones a la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Mamá, gracias por tu amor, comprensión, apoyo y confianza. Me has impulsado para terminar un ciclo y planear el comienzo de otros.

A quien me ha enseñado a considerar varias explicaciones para un mismo efecto y a creer en mí.

A mis “abues”, Juanita y Cheo, a mi familia, y especialmente a mis primos: “los pedacitos de mi vida”.

A mis amig@s.

A los anfitriones, ex anfitriones y personal de *Universum*, museo de las ciencias UNAM, por sus experiencias para la realización de este trabajo.

Y a todos aquellos quienes me apoyaron para la conclusión de esta tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1. COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL Y TEORÍA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE	8
1.1 Comunicación humana	8
1.2 Comunicación organizacional	12
1.3 Organización	27
1.4 Constructivismo, interactividad e interacción	29
1.5 La interactividad, la interacción y la teoría constructivista en los centros y museos de ciencias	55
CAPÍTULO 2. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA	61
2.1 Por qué y para qué divulgar la ciencia	72
2.2 El divulgador de la ciencia	76
2.3 El proceso de la comunicación humana en la divulgación de la ciencia.....	81
2.4 Dificultades para divulgar la ciencia.....	95
CAPÍTULO 3. <i>UNIVERSUM</i>, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM	103
3.1 Orígenes del museo	103
3.2 Definiciones sobre museo	106
3.3 Clasificación de los museos	110
3.4 Museos de ciencia	114
3.5 <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM	120

3.6 Los medios de comunicación directa para divulgar la ciencia a jóvenes de secundaria y bachillerato en <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM.....	143
CONCLUSIONES	149
PROPUESTA.	
PLAN DE COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL. DIFUSIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE <i>UNIVERSUM</i>, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM	154
1. Estrategia de comunicación interna. Delimitación y conformación de los departamentos de trabajo en <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM. Organización y control de la comunicación interna.....	155
2. Estrategia de comunicación externa. Creación e instrumentación de medios de comunicación externos y formales para informar sobre las actividades de <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM dirigidas hacia el público visitante.....	159
3. Estrategia para la creación e instrumentación de nuevas actividades para apoyar la labor de divulgación de la ciencia en <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM.....	164
FUENTES DE CONSULTA	175

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es analizar el potencial de los medios de comunicación directa en uno de los museos de la UNAM. Se trata del museo de las ciencias *Universum* y su posibilidad para divulgar la ciencia de forma atractiva y entendible a jóvenes de secundaria y bachillerato, y con ello generar una experiencia particular encaminada a propiciar la creación de aprendizajes significativos.

Tal propósito obedece a la escasa investigación de las actividades de comunicación directa para divulgar la ciencia de forma divertida en los museos y propiciar un aprendizaje significativo, pues la mayoría de los estudios se han enfocado en analizar la interactividad de las personas con los objetos o equipamientos de un museo. Una muestra de esto son los textos de museología o museografía, coloquios sobre divulgación científica y diversas tesis.

Además, en estos trabajos se ha aplicado un enfoque semántico donde lo importante es el significado que las personas otorgan a un equipo, el cual no siempre trasciende en un aprendizaje, porque el individuo puede formular una serie de ideas, pero sin crear nuevos conocimientos.

Para que este acontecimiento tenga lugar, se requiere de una guía que facilite la construcción de aprendizajes significativos, y es aquí donde la comunicación desempeña un papel de suma importancia en el proceso de aprendizaje, porque a través del contacto directo entre el emisor y receptor se produce un diálogo y una interacción; lo cual facilita la comprensión de un conocimiento.

Entonces, a través del estudio de los medios de comunicación directa como: conferencias, demostraciones, talleres, visitas guiadas, teatro y proyecciones, es posible divulgar la ciencia y transmitir sus saberes a los jóvenes, en forma atractiva y entendible. Esto formará una experiencia particular que contribuirá a la construcción de aprendizajes significativos y con ello, originará un cambio de actitud.

Por otro lado, este trabajo puede formar parte de investigaciones referentes a la creación e implementación de otros medios para divulgar la ciencia de forma entretenida a los asistentes de los museos y centros científicos, y, de este modo, contar con una diversidad de herramientas para comunicar la ciencia.

Ahora bien, si estos medios de comunicación son promotores de la construcción de aprendizajes significativos, se debe informar su existencia al público asistente del museo *Universum*. Por consiguiente, un objetivo particular en este proyecto es diseñar un plan de comunicación dividido en tres estrategias: una, referente a mejorar la comunicación interna del Museo; la segunda en instrumentar nuevas herramientas para difundir la programación de las actividades y la última, centrada en la propuesta de nuevas acciones para optimizar la transmisión de los mensajes de divulgación científica de la organización.

En esta tesis se utiliza una metodología de tipo cualitativa, porque se emplean técnicas de investigación documental y de observación participante, pues se recupera la experiencia que tuve como anfitriona del Museo, junto con las vivencias de otros becarios y encargados de sala.

La presente investigación es producto de un trabajo de campo efectuado en los años 2007 y 2008, delimitando el universo de estudio a *Universum*, museo de las ciencias UNAM. Las unidades de medición son los estudiantes de educación media básica y media superior, porque éste es el público a quien principalmente está enfocado el centro.

Finalmente, aquí se desarrollan los conceptos de aprendizaje significativo, por lo cual se emplea la teoría constructivista del aprendizaje. También se define a la divulgación de la ciencia, relacionándola con el proceso de comunicación, precisando a este último con un enfoque interaccionista. Se concluye con el tercer y último capítulo, cuyo tema es *Universum* y el análisis de sus medios de comunicación directa.

CAPÍTULO 1. COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL Y TEORÍA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE

1.1 COMUNICACIÓN HUMANA

Antes de explicar qué es la comunicación organizacional se debe comenzar por considerar a la comunicación humana como un proceso de intercambio de información. Esta definición es tomada desde un enfoque interaccionista, el cual pone énfasis en las relaciones de los seres humanos.

La comunicación humana es un proceso intencional porque tiene un objetivo; posee la característica de ser un acto social, pues se realiza entre un grupo de personas quienes se relacionan y actúan dentro de un contexto determinado, marcando así la tercera característica de esta noción, su carácter cultural. Esto obedece a que cada tipo de sociedad posee un lenguaje, un idioma o expresiones específicas para comunicarse, es decir, emplea estructuras sociales creadas por los hombres.

De este modo, se aprecia a la comunicación humana como un proceso de intercambio de información intencional, cultural y social, convirtiéndose en la base de la interacción humana; por lo tanto, este acto se divide en:

- a) Comunicación intrapersonal: es el primer acto de la comunicación, llevado a cabo dentro de uno mismo, donde se ordenan las ideas, los significados y los sentimientos. Se puede semejar a un monólogo.
- b) Comunicación interpersonal (cara-cara): es cuando un individuo se pone en contacto con otra persona; esta comunicación es generadora de relaciones interpersonales porque entran en contacto dos seres humanos.¹

¹ La definición de comunicación interpersonal se basa en el texto de Alejandro Gallardo Cano, *Curso de teorías de la comunicación* (2ª ed.; México, D.F.: Cromocolor, 1998), pp. 63-68; y de Guillermo Tenorio Herrera, *Cuadros sobre nociones de comunicación*, Curso de Introducción a las Teorías de la Comunicación y Teorías de la Comunicación I, México D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Ciudad Universitaria, UNAM, 2001-2002, cuadro 4.

Aunque Carlos Fernández de Collado en “Ritos, roles, reglas y relaciones: ubicación de la persona dentro de la comunicación interpersonal”, *La comunicación humana: ciencia social* (México: Mc. Graw-Hill, 1991), pp. 28-68; expresa que la comunicación interpersonal se define como ocurrente entre dos personas, porque la mayoría de las investigaciones se han enfocado en el estudio de la diada. Además, este autor puntualiza que la comunicación interpersonal también puede ser definida, no sólo por el número de personas interaccionantes, sino por la perspectiva

- c) Comunicación intragrupal: es la originada al interior de las congregaciones de personas, porque en cualquier agrupación humana se lleva a cabo el proceso de comunicación, sirviendo no sólo para fomentar relaciones interpersonales, sino para organizar las tareas, coordinar las acciones y cohesionar al grupo. Así, el resultado final será la consecución de los objetivos organizacionales.
- d) Comunicación intergrupala: se desarrolla entre diferentes tipos de grupos, ya que sus mismos miembros pueden pertenecer a otras redes sociales. Por ejemplo, este tipo de comunicación tiene lugar cuando los empleados de una organización también se encuentran inmersos en una congregación religiosa o el equipo de administración de su localidad.
- e) Comunicación colectiva o masiva: es el intercambio de información generado entre los medios de comunicación colectiva (cine, radio, televisión, Internet, medios impresos) y el público.
- f) Comunicación social: ésta tiene lugar entre los actores de las estructuras o esferas sociales, las cuales son: política, societaria, económica y cultural.²
- g) Comunicación no verbal: consiste en las señales del cuerpo, gestos y proximidad entre el emisor y el receptor; además, se toman en cuenta los accesorios empleados, así como el aspecto físico de las personas y los lugares donde se lleva a cabo el proceso comunicativo humano.

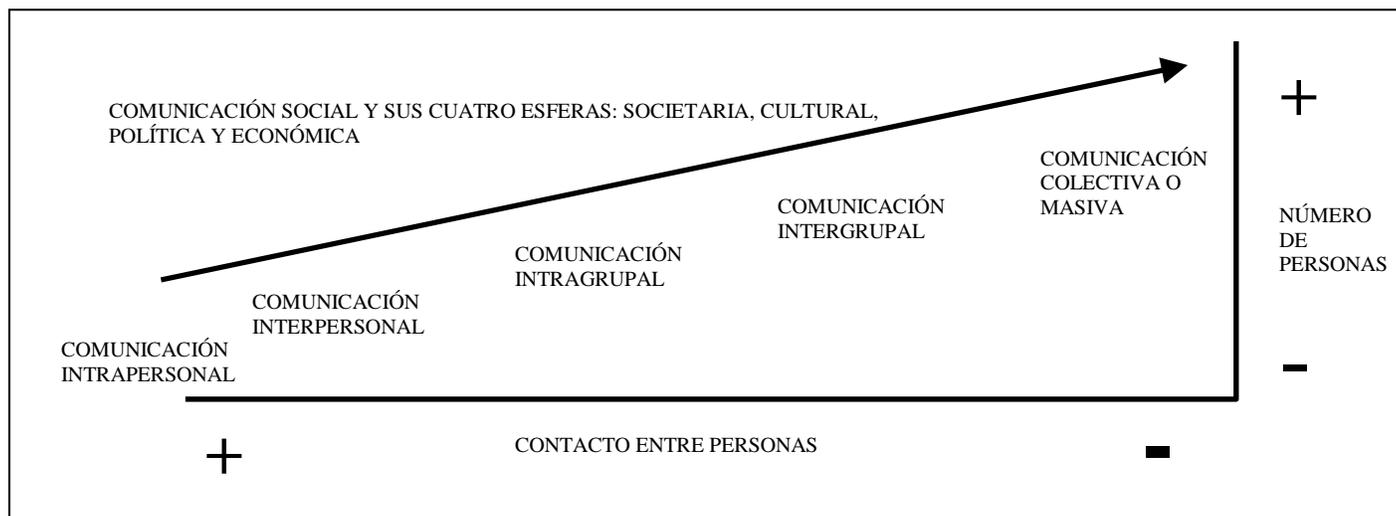
Esta serie de señales puede acompañar o no a la comunicación oral, pero es parte fundamental, porque el ser humano la percibe y es afectado por ella. La comunicación no verbal se divide en: movimientos del cuerpo (comportamiento cinético), características físicas, conducta táctil, paralenguaje, proxémica, artefactos o accesorios y factores del entorno.³ En la figura 1.1 se señalan los tipos de comunicación.

social (la cual establece más de dos comunicadores en el proceso comunicativo interpersonal). Esta tipología también está ligada a los factores determinantes de la impersonalidad en la cantidad y calidad de las relaciones humanas (los factores son: información cultural, información sociológica e información psicológica).

² La base para desarrollar el concepto de comunicación humana fue retomada de las Cátedras impartidas por el Profesor Guillermo Tenorio Herrera y de sus cuadros conceptuales (remitirse al pie de página 1), y del libro de: Gallardo, Curso de teorías, p. 169.

³ Esta división aparece en: Mark L.Knapp, *La comunicación no verbal. El cuerpo y el entorno* (México: Paidós, 1999), pp. 373.

FIGURA 1.1 Comunicación humana



PROCESO DE LA COMUNICACIÓN HUMANA

La comunicación humana es un proceso dividido en diferentes componentes, no tiene un principio ni un fin, es dinámico y sus elementos son:

1. Emisor: es la fuente generadora del mensaje, por medio del cual transmite sus propósitos.
2. Encodificación: cuando el emisor tiene en su mente una serie de ideas por expresar, éstas deben transformarse en un lenguaje claro para el receptor. Es un proceso mental que involucra la metamorfosis del pensamiento para poder expresarlo al, o a los receptores.

Algunos de los factores influyentes en el emisor para que este proceso se efectúe con éxito son: el nivel de conocimiento sobre el tema, la cantidad de información procesada y comprendida, la fuente de comunicación, las habilidades comunicativas, el momento, el canal empleado para comunicarse y lo más importante, la consideración del grado de conocimientos, lenguaje y contexto del receptor.

3. Mensaje: es la idea general, los conceptos y sentimientos transmitidos. En otras palabras es “el producto real físico de la fuente codificadora”,⁴ se encuentra compuesto por el fondo y la forma. El primero consiste en el contenido y el segundo es la manera, la actitud, el contexto y el momento donde es difundido el mensaje.

4. El medio o canal: es el soporte o transporte del mensaje. El emisor es responsable de seleccionar el canal. Por ejemplo, el contenido de un comunicado puede ser sobre la divulgación de la ciencia en México, pero la forma de transmitirse puede ser oral, escrita, audiovisual o por correo electrónico.

5. Receptor: es quien recibe el mensaje y el destinatario final del contenido.

6. La decodificación: cuando el mensaje es recibido por el destinatario, él debe transformarlo en su propio lenguaje y digerirlo en sus propios códigos para poder comprenderlo.

7. Ruido: es el factor que distorsiona la información. Este agente puede situarse en el proceso de la comunicación, como la mala elección de un canal o momento para comunicar; o bien, el ruido puede originarse en la falta de habilidades comunicativas necesarias para la comprensión del mensaje, tanto del emisor como del receptor.

Para explicar el punto anterior, cada uno de nosotros poseemos una serie de valores, estereotipos, significados, educación y un contexto específico que determina la manera en cómo comprendemos los mensajes.

8. Retroalimentación (*feed-back*): es la respuesta del receptor con respecto al mensaje. Por medio de este elemento se puede verificar si la intención del mensaje enviado fue exitosa o no. Muchas personas y teóricos, como David K. Berlo sostienen que la comunicación tuvo éxito solamente cuando hubo respuesta por parte del receptor.

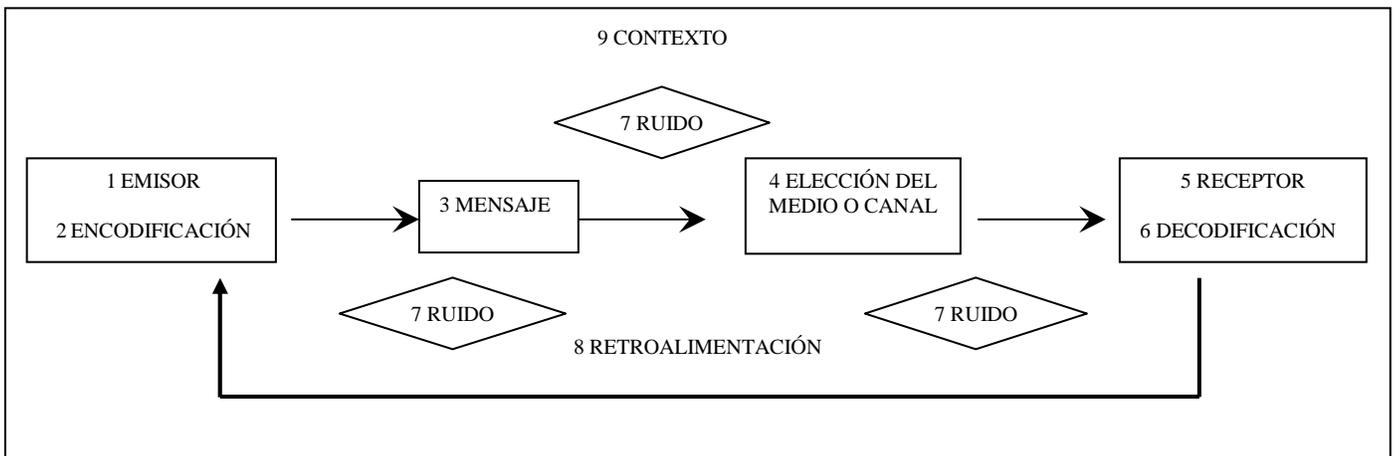
⁴ Stephen P. Robbins, *Comportamiento organizacional* (8ª ed.; México: Prentice Hall, 1999), p. 313.

Sin embargo, la no respuesta también significa una comunicación, porque el receptor recibe la información y es él quien decide en dar o no, una contestación. Simplemente, con el hecho de no responder, se está informando y expresando una actitud. Así se demuestra la inexistencia de la “no comunicación”.⁵

9. Contexto: cada proceso de comunicación humana se desarrolla en un espacio temporal, económico, político, social y cultural específico que determina las características particulares donde tiene lugar el acto social.

El proceso de comunicación queda representado en la siguiente propuesta de modelo, basado en Shannon y Weaver.

FIGURA 1.2 Modelo de comunicación humana



1.2 COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL

Para definir esta disciplina se hizo la revisión de algunos especialistas en el tema. Autores como Ricardo Homs Quiroga y Carlos Fernández de Collado explican a la comunicación organizacional como un fenómeno natural generado en un organismo, constituido por el flujo o conjunto de mensajes que intercambian sus miembros.

⁵ Profesor Guillermo Tenorio Herrera y Luz María Garay Cruz. Cátedras en las materias: Introducción a las teorías de la comunicación y Teorías de la comunicación I, II y III, México D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Ciudad Universitaria, UNAM, 2001-2003.

Analizando la explicación anterior, la comunicación humana no es un fenómeno natural, sino un proceso social, porque es la sociedad quien la creó con sus series de símbolos, significados, lenguas y expresiones, para interactuar y expresarse.⁶

Ahora bien, Fernández de Collado presenta otras dos definiciones:

- a) “Disciplina cuyo objetivo de estudio es... La forma en que se da el fenómeno de la comunicación dentro de las organizaciones y su medio.
- b) ... Se entiende como un conjunto de técnicas y actividades encaminadas a facilitar y agilizar el flujo de mensajes que se dan entre los miembros de la organización, o entre la organización y su medio; o bien, a influir en las opiniones, actitudes y conductas de los públicos internos y externos de la organización, todo ello con el fin de que ésta última cumpla mejor y más rápidamente con sus objetivos.”⁷

Por su parte, Edgar Morin señala: “la comunicación constituye un lazo organizacional que se efectúa por la transmisión y el intercambio de señales”⁸ en una organización.

Con estas definiciones se comprende a la comunicación organizacional como un proceso social de intercambio de información (mensajes, respuestas, significados) surgido al interior y exterior de un organismo. La finalidad de esta disciplina consiste en la creación de estrategias encaminadas a la consecución de los objetivos y metas del ente.

La información generada por y para la organización puede producir desorden y sobreinformación si se desconoce la manera de planearla, organizarla y controlarla; por ello, la comunicación organizacional está encaminada a solucionar estas contrariedades.

⁶ Carlos Fernández de Collado, “Hacia una definición de la Comunicación organizacional”, *La comunicación en las organizaciones* (México: Trillas, 1991), pp. 29-35; y Ricardo Homs Quiroga, “La comunicación organizacional”, *La comunicación en la empresa* (México: Grupo Editorial Iberoamericana, 1998), pp. 61-64.

⁷ Fernández, *La comunicación en las organizaciones*, pp. 30-31.

⁸ Alain Laramée, *La communication dans les organisations. Une introduction théorique et pragmatique* (Canadá, Québec: Télé-Université, 2001), p. 93.

Tal como lo señala Edgar Morin en el libro *La comunicación en las organizaciones. Una introducción teórica y pragmática*⁹, para que los propósitos se cumplan, es imprescindible el papel de la comunicación. De acuerdo con este autor, los tipos de objetivos y su comunicación correspondiente son:

a) Objetivo de operatividad

Éste consiste en la ejecución y cumplimiento del trabajo. Aquí el papel de la comunicación es difundir la información necesaria para la realización de tareas y la transformación de materia en un producto o servicio. La comunicación operacional también es útil para identificar el aumento de las ventas y la distribución de los mercados.

b) Objetivo de mantenimiento

El objetivo reside en apoyar y sostener los esfuerzos de producción. La comunicación ligada al logro de estos propósitos se le denomina estratégica, porque su función es trazar los objetivos de la organización y la manera de conseguirlos; es decir, la planificación y las tácticas para salvaguardar al organismo.

Del mismo modo, esta comunicación informa sobre las reglas y políticas que los integrantes deben seguir para legitimar y perpetuar la organización. Por otra parte, su contenido sirve para fomentar la creación de un clima laboral agradable. En resumen, todas las funciones de la comunicación estratégica están ligadas a la función de mantenimiento.

c) Objetivo de relaciones o dimensiones humanas

Esta finalidad se enfoca en fomentar la red social o relaciones humanas, porque los individuos tienen necesidades sociales de interactuar con otras personas en cualquier contexto. El tipo de comunicación enlazada a esta función adquiere el nombre de comunicación emancipatoria.

d) Objetivo de innovación y cambio

Aquí la intención es la introducción y apropiación, por parte de los integrantes del ente, de la nueva tecnología. Por esta razón es necesaria la comunicación sinérgica, su función consiste en la creación y difusión de información imprescindible para la renovación y el cambio de la

⁹ *Ibid.*

estructura de la organización, así como de los procesos de transformación de bienes o servicios, cuando las exigencias internas y externas lo requieran.

En síntesis, para que una organización pueda desarrollarse y sobrevivir en el entorno, debe cumplir con la realización de estos cuatro objetivos, por lo cual se apoya en la comunicación organizacional. Con esto se concluye que las labores de esta disciplina son: planear, organizar, integrar, dirigir y controlar la comunicación generada al interior y exterior de las organizaciones.

Lo anterior se retoma de las labores de la Administración, pero aplicándolo al área comunicativa, cuya premisa es analizar la información generada en las organizaciones y así poder realizar un diagnóstico, para después elaborar un plan o proyecto de comunicación y, finalmente, ponerlo en marcha.

De lo antecedente se concluye que la importancia de la comunicación organizacional consiste en:

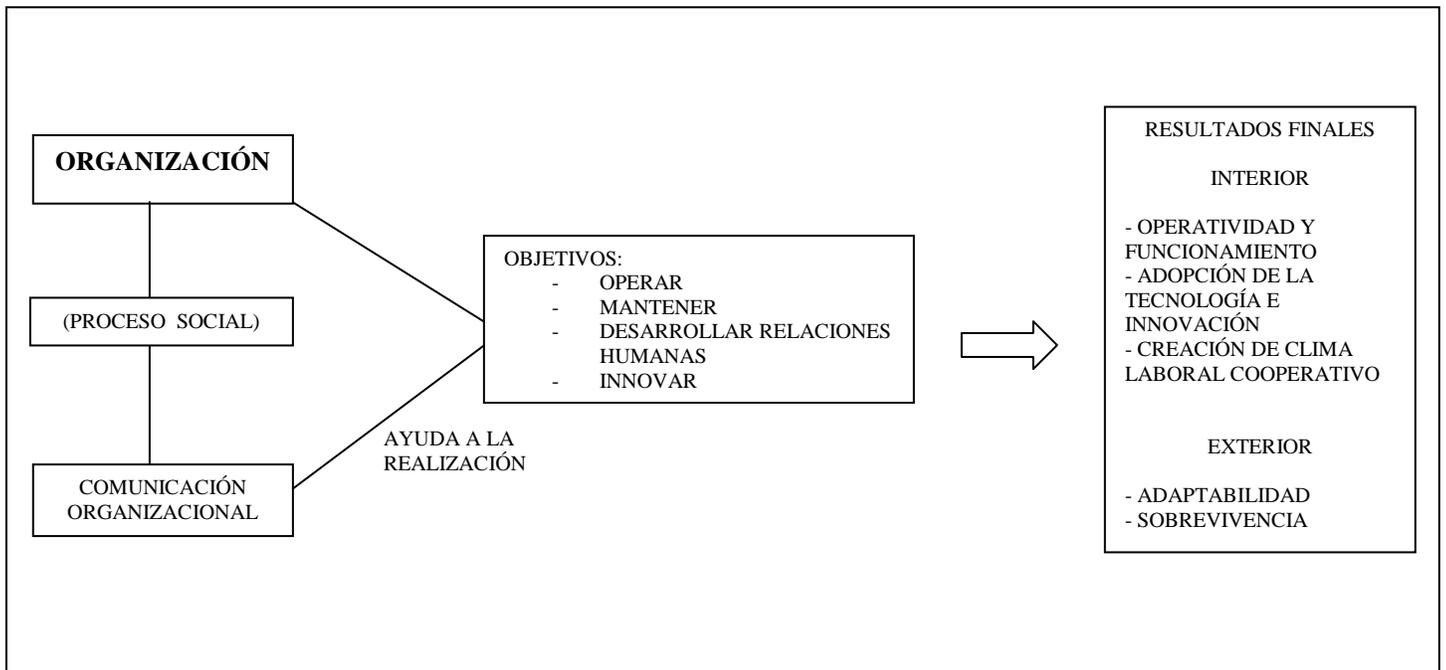
- Crear métodos, técnicas, medios y actividades facilitadoras del proceso de comunicación entre los integrantes de la organización con el propósito de lograr el cumplimiento de los objetivos y metas, así como la adaptación y sobrevivencia del ente en el entorno.
- Facilitar la difusión de la información concerniente al rumbo de la organización. De este modo, sus miembros pueden percatarse de los resultados de su trabajo y esfuerzos. El compartir la información impulsa el sentido de pertenencia, porque se está haciendo sentir a las personas como individuos importantes y activos de un equipo, y no como empleados alienados.
- Mejorar el clima laboral, si éste satisface la mayoría de las expectativas de los miembros, ellos se sentirán agusto con su responsabilidad y con sus compañeros; lo cual beneficiará a la organización porque se obtendrán mayores y mejores resultados de producción.

- Establecer ligas sociales y proyectar una buena imagen con los públicos externos, para fomentar el prestigio y reputación del organismo, de sus productos y servicios. Para ver la representación del papel de la comunicación organizacional en los organismos remitirse a la figura 1.3.

Una vez puntualizada la definición de la comunicación organizacional, esta disciplina se divide en ramas. Tanto Edgar Morin como Carlos Fernández de Collado coinciden en que dichas subdivisiones se enfocan en diferentes públicos o utilizan diversos medios de comunicación. La clasificación es:

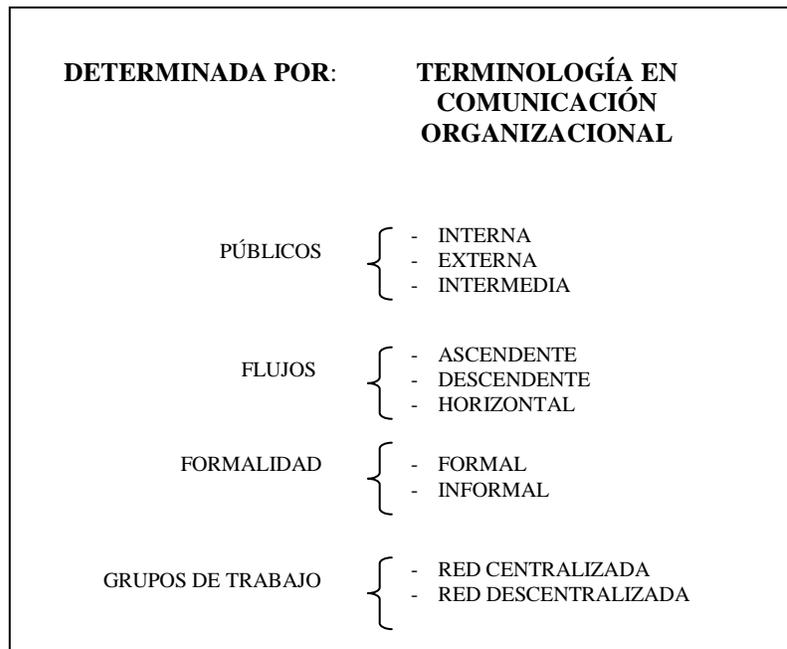
- La comunicación interna, externa e intermedia es determinada por los públicos a quienes se dirige.
- La comunicación ascendente, descendente y horizontal está ligada a los flujos, o el camino recorrido por la comunicación entre los diferentes departamentos y niveles jerárquicos de la organización.

FIGURA 1.3 Organización y sus objetivos. Comunicación organizacional y su importancia



- c) La formalidad de la comunicación da origen a la comunicación formal e informal, pues depende si los canales para la difusión de la información están reconocidos o no, por el organismo.
- d) Las redes de comunicación se encuentran condicionadas por los grupos de trabajo, esto origina la red centralizada y red descentralizada. Ver la figura 1.4.

FIGURA 1.4 Clasificación y tipología de la comunicación organizacional



1.2.1 COMUNICACIÓN INTERNA, EXTERNA E INTERMEDIA

Una vez que se han determinado las clasificaciones de la comunicación en las organizaciones, primeramente se define a la comunicación interna, externa e intermedia. Esta tipificación la determinan los públicos o personas a quienes se dirige la información.

1.2.1.1 Comunicación interna

Es toda la información, la serie de mensajes y la utilización de canales dirigidos hacia el público interno de una organización. Sus principales funciones son:

- a) Formar y coordinar las tareas del personal, lo cual consiste en la capacitación constante de los integrantes de las diferentes áreas operativas con el objetivo de que ejecuten su trabajo. Un ejemplo de esta función la podemos ver en *Universum*, museo de las ciencias UNAM, donde la capacitación para ingresar como anfitriones se realiza mediante conferencias y cursos. En este proceso se involucra el trabajo del Área de Anfitriones, del Área de Atención al visitante y de varios encargados de las salas temáticas.
- b) Comunicar las políticas y reglamentos para la autoperpetuación y la legitimación del ente. Como muestra se encuentran los manuales de bienvenida y procedimientos donde están especificados los lineamientos del organismo.
- c) Informar sobre la situación de la empresa, tanto las noticias positivas como los problemas enfrentados por la organización. Esto último no ocurre por considerarlo perjudicial para la imagen y el sentimiento de seguridad que el personal deposita en una empresa o institución. Los medios comunes para llevar a cabo esta tarea son: revista interna, periódico mural, periódico electrónico, página de Intranet.
- d) Fomentar los valores, informar el objetivo principal de la empresa y dar a conocer los proyectos futuros; con miras a formar o reforzar una identidad organizacional y forjar una cultura organizacional.¹⁰ Para proporcionar este tipo de información se cuenta con: publicaciones internas, Intranet, juntas generales, pizarrón de avisos.

La comunicación interna sirve para fomentar el trabajo en equipo y la cohesión grupal de los empleados; como consecuencia se estimula el auge de un ambiente laboral agradable donde las personas se sienten tomadas en cuenta.

1.2.1.2 Comunicación externa

Es la información enfocada a los no miembros del ente, corresponde a las personas beneficiadas de la producción de bienes y servicios, por ejemplo: los clientes, proveedores, consumidores.

¹⁰ Mariza Del Pozo Lite. *Cultura empresarial y comunicación interna. Su influencia en la gestión* (México: Fragua, 1997), p. 118.

Sus principales funciones son:

- a) Mantener y mejorar las relaciones con los públicos externos.
- b) Difundir una imagen favorable del organismo entre sus públicos, y con esto fomentar su confianza.
- c) Promover sus productos o servicios para que sean consumidos.

Esta comunicación se enfoca en promover la imagen de la organización ante los públicos externos, con la finalidad de crear una aceptación en la sociedad y poder formar ligas o alianzas para beneficio mutuo; además, es un punto clave en la toma de decisiones que atañan a la localidad donde esté establecida. Por ejemplo: una alianza hecha por productores y proveedores de la rama azucarera con las instituciones financieras interesadas en este giro. En un momento dado, la alianza podría reaccionar e influir en la aprobación o derogación de leyes concernientes a la alimentación y en el alza en los precios de la canasta básica.

1.2.1.3 Comunicación intermedia

Ésta se enfoca en informar constante y continuamente a los públicos más cercanos de la organización, tales como: inversionistas, instituciones financieras, socios, el gobierno, los sindicatos, los estudiantes, la bolsa de trabajo, auditores, asesores. El propósito de esta comunicación es propiciar la adaptabilidad y sobrevivencia de la organización al medio ambiente ante sus exigencias y su rapidez de cambio.

Principales funciones:

- a) Generar un entorno próspero para la organización.
- b) Tener influencia social sobre grupos específicos, con el propósito de coadyuvar al desarrollo y perpetuación de la organización. Éste es el caso de las instituciones financieras, las bolsas de trabajo y el gobierno.
- c) Generar y difundir una imagen favorable de la organización y así ganar la confianza de los públicos meta.

1.2.2 COMUNICACIÓN DESCENDENTE, ASCENDENTE Y HORIZONTAL

Esta clasificación se denomina así por el sentido del flujo de información en una organización a través sus diversos departamentos. Se divide en: descendente, ascendente y horizontal.

1.2.2.1 Comunicación descendente

Es la emitida por los altos niveles de una organización hacia las áreas medias, inferiores y de la base. Se le llama descendente porque va desde la punta de la organización (dirección) hacia abajo (departamentos). De acuerdo con el *Curso de habilidades directivas*¹¹ sus tareas son:

- a) Función informativa: difundir datos referentes a la organización y de importancia para los empleados, lo cual evita el sentimiento de no sentirse tomados en cuenta y reduce la incertidumbre.
- b) Función explicativa: va encaminada a auxiliar la comprensión de los procedimientos y las nuevas técnicas (métodos, equipamientos e inclusión de nueva tecnología) implementadas en la organización.
- c) Función interrogativa: tiene el propósito de supervisar y conocer cómo se están efectuando las labores y modos de trabajo por parte de los integrantes. Además, es una herramienta de medición del clima laboral que impera en el lugar.

Una vez más, la razón de esta comunicación es la productividad. Igualmente ayuda a los empleados a ver y comprender la relación existente entre el trabajo efectuado cotidianamente, con la obtención de los objetivos y metas propuestas por la organización. Los medios comúnmente empleados para dar a conocer estos datos son: memorando, informes periódicos, circulares, reuniones formales, revistas internas, pizarrón de avisos e Intranet.

Uno de los principales problemas enfrentados por esta comunicación es la distorsión de la información que haga cada empleado, pues cada persona interpreta de forma diferente un mismo mensaje. Otro factor causante del ruido es el tipo de dirección imperante en la organización: autoritaria, déspota, paternalista; porque en un estilo como los dos primeros es imposible cuestionar un mensaje u orden.

¹¹ CEAC, *Curso de habilidades directivas* [s. p. i.], pp. 43-44.

1.2.2.2 Comunicación ascendente

Ésta sigue el camino de abajo hacia arriba, es decir, son los mensajes emitidos por los niveles inferiores, hacia los niveles intermedios y altos. Sus labores residen en:

- a) Responder a la comunicación descendente. Es un medio para la retroalimentación de los niveles superiores, porque favorece la detección de las interpretaciones (correctas o equivocadas) de los mensajes emitidos por la dirección. Asimismo, informa sobre la marcha del trabajo, las quejas, los problemas y conflictos generados en los diversos departamentos.
- b) Favorecer la aceptación en la dirección, de proyectos, decisiones ejecutivas y la introducción de nuevos métodos de trabajo.
- c) Ayudar a la generación de un acercamiento entre los niveles jerárquicos.
- d) Propiciar en el personal de diferentes departamentos, la creación de sugerencias sobre el proceso y mejoramiento del trabajo.

Tal comunicación sirve como respuesta y retroalimentación a la comunicación descendente; es evaluadora de ésta porque mide el nivel de aceptación y ejecución de las instrucciones; igualmente, verifica la planificación y dirección efectuada por las altas jerarquías.

Un punto a favor de esta categoría consiste en ser generadora de comunicación, ideas y sugerencias por parte de los empleados de jerarquías inferiores, para su revisión y aprobación por los gerentes y directivos. El meollo está en si realmente esto se hace; sino se lleva a la práctica, de nada sirven las sugerencias, ideas y proyectos pensados por el personal operativo.

Los medios de comunicación empleados en este tipo de comunicación son: buzón de sugerencias, entrevistas informales, levantamiento de encuestas, sondeos y cuestionarios, notas de evaluación o desempeño.

Algunos de los problemas enfrentados por esta comunicación son la lentitud de la transmisión de la información, debida a la cantidad de niveles jerárquicos que atraviesa hasta llegar a los niveles superiores. Aunado a esto, en muchas ocasiones, los gerentes prefieren

omitir los datos negativos, por considerarlos un reflejo de ineptitud y falta de control de mando de cada departamento. Este suceso es denominado filtración de la comunicación.

1.2.2.3 Comunicación horizontal

Es generada entre los miembros de un mismo departamento o entre los integrantes de diferentes áreas operativas. Esta comunicación es consecuencia del trabajo interdepartamental en el interior de la organización y, por otra parte, obedece a las necesidades de relacionarse entre los seres humanos. A continuación se enlistan sus principales funciones:

- a) Formar un ambiente próspero para la transmisión de información entre el personal de diferentes áreas, propiciando un medio de coordinación y solución de problemas, lo cual se traduce en trabajo de equipo.
- b) Crear el sentimiento de confianza entre los miembros de un departamento.
- c) Integrar al nuevo personal en las dinámicas del trabajo.

Este tipo de comunicación es útil para las tareas grupales donde se requiere de la colaboración interdepartamental. Así se satisface -en cierta medida- el sentido de pertenencia a un grupo y el lazo de compañerismo.

La comunicación interdepartamental generalmente es de tipo oral, por lo tanto no existen tantos medios de comunicación formales; los más usuales son: juntas de equipo, entrevistas, correos electrónicos.

El intercambio de información es más espontáneo, se genera entre iguales, es rápido y fácil de emitir y recibir. Sin embargo, también tiene sus inconvenientes como la competencia surgida entre los equipos de trabajo que conlleva al individualismo y a la fragmentación de la cooperación. Igualmente, al colaborar en redes interdisciplinarias, los niveles y tipos de conocimientos diferentes pueden interferir en el entendimiento de los participantes para enfocarse en una situación.

1.2.3 COMUNICACIÓN FORMAL E INFORMAL

Ahora bien, ya vista la comunicación determinada por sus públicos y por los flujos, se tiene a la comunicación formal o informal, cuya tipificación obedece a los canales de comunicación empleados por la organización para transmitir la información.

1.2.3.1 Comunicación formal

En este tipo se utilizan los canales y medios establecidos, reconocidos y registrados por el organismo; atañe tanto a la comunicación escrita como oral. Por ejemplo, juntas programadas donde se lleve a cabo un control sobre los temas a tratar y las conclusiones o planes concebidos; también se tiene la revista interna, el periódico mural o pizarrón de avisos. Del mismo modo, esta comunicación se encuentra conformada por el uso de la papelería oficial como: las hojas membretadas, folletos, tarjetas de presentación, cartas de bienvenida o de reconocimiento...

1.2.3.2 Comunicación informal

Es la información transmitida entre las personas de una organización que no obedece a los canales formales ni procedimientos establecidos, no es planeada ni registrada por la organización. El contenido de interés en la comunicación informal es la referente al funcionamiento, la situación, la innovación, los procesos y problemas ligados a la empresa o institución.

Se hace esta precisión porque se podría pensar que ésta es la comunicación predominante en la organización, pues se origina por la necesidad de información y de establecer conexiones sociales entre las personas.

Entre las principales causas de la comunicación informal se tienen cuando:

- a) Los canales formales de comunicación de la organización no informan sobre las situaciones importantes para el personal (objetivos, actividades, problemas, despidos,

disminución de sueldo) entonces, se manifiesta el hecho de cubrir los vacíos de información.

- b) Se reciben noticias recientes y como consecuencia las personas quieren comunicarlas inmediatamente.
- c) Existe el sentimiento de entrar en contacto con los emisores clave, quienes por su cargo se enteran primeramente de las noticias, por ejemplo: secretarías, asistentes personales, jefes de departamento.

La mayoría de los individuos considera a la comunicación informal como imprecisa; no obstante en el texto de *Comunicación organizacional práctica. Manual gerencial* dice que las tres cuartas partes de esta comunicación son precisas.¹²

La comunicación informal no es solamente el rumor, porque puede informar sobre noticias de un suceso reciente, o no emitido por una fuente formal; puede expresar comentarios o interpretaciones sobre noticias o informaciones dadas a conocer anteriormente por canales formales, disminuyendo así tensiones entre el personal.

Ésta información es más rápida y flexible en comparación con la formal, sin embargo es incompleta y transmite información filtrada (o interpretada) sobre el mensaje original, lo cual conduce a los malos entendidos. Asimismo, tiene la ventaja de traducir los mensajes formales a una manera sencilla y de fácil entendimiento para todo el personal.

Con respecto al rumor, se transmite indiscriminadamente sin elegir a sus receptores, atraviesa los límites de los departamentos y de los niveles altos; por lo tanto, el mensaje es totalmente diferente al original.

1.2.4 REDES DE COMUNICACIÓN

Una red de comunicación es un equipo de trabajo que tiene objetivos por cumplir, por ello se crea un tipo de intercambio de información:

¹² Alberto Martínez de Velasco y Abraham Nosnik, *Comunicación organizacional práctica. Manual gerencial* (México: Trillas, 2001), p. 63.

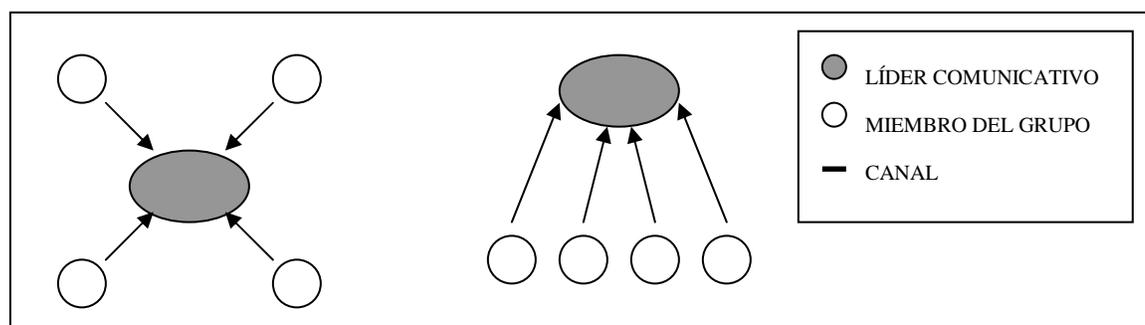
“...Cada red tiene un determinado número de *componentes*, un determinado conjunto de *canales* disponibles para que circule la información y una *estructura* concreta. El propósito de su análisis es conocer los efectos que tiene la comunicación de un mensaje sobre sus diferentes destinatarios.”¹³ Las redes se clasifican en centralizadas y descentralizada.

1.2.4.1 Red centralizada

Es cuando los integrantes del grupo se comunican a través de una sola persona a quien se le denomina el líder comunicativo, su labor consiste en transmitir la información de un miembro a otro. El líder es quien focaliza y transmite los datos.

Este tipo de centralización es efectiva para resolver los problemas simples de manera rápida, porque la cabeza comunicativa los soluciona con las ideas pensadas por los integrantes del grupo de trabajo; aunque el inconveniente radica en la insatisfacción de las personas por no participar activamente en la toma de decisiones. Ver la figura 1.5.

FIGURA 1.5 Red centralizada



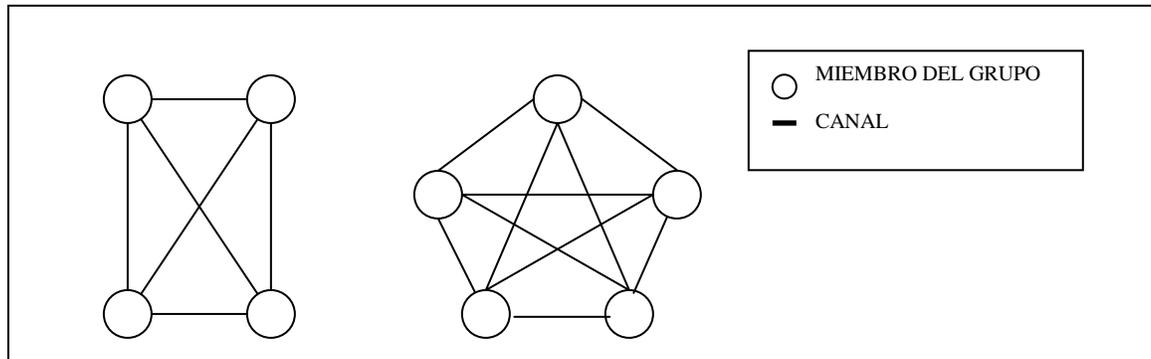
1.2.4.2 Red descentralizada

En esta red, sus miembros pueden comunicarse con cualquiera de los integrantes de manera aleatoria o lineal, sin tener que dirigirse primero a una persona. Aquí los individuos participan activamente y cualquiera puede asumir el papel de líder.

¹³ *Curso de habilidades directivas*, p. 48.

Aquí la resolución de problemas es más lenta, porque para plantearla se vierte una lluvia de ideas donde alguien las debe ordenar y después hacerlas aprobar por el equipo. Sin embargo, este proceso satisface a sus participantes, porque los considera a todos. Ver la figura 1.6.

FIGURA 1.6 Red descentralizada



FUENTE DEL CUADRO 5 Y 6: *Curso de habilidades directivas*, CEAC [s. p. i.], p. 48.

La clasificación de la comunicación organizacional es determinada por diferentes factores como público, flujos de información, formalidad y grupos de trabajo. Pero, todas ellas tienen una finalidad común como proceso social que es coadyuvar al ente en la consecución de sus objetivos para el desarrollo y funcionamiento interno. Mientras que externamente los propósitos son la adaptabilidad y la sobrevivencia.

Por estas razones, es importante para el comunicólogo organizacional identificar los tipos de comunicación y la manera en cómo se llevan a cabo, con el propósito de poder realizar un diagnóstico, poner en acción un plan de trabajo y solucionar los problemas comunicacionales.

Hasta este apartado se ha analizado a la comunicación organizacional y su tipología, por lo cual es importante considerar y definir a la "organización". Ello proporciona a los comunicólogos organizacionales un antecedente y una pista del tipo de comunicación desarrollada.

1.3 ORGANIZACIÓN

Como seres humanos societarios nuestra vida se desarrolla en organizaciones físicas y sociales, por ejemplo: la familia, el grupo de amigos, las instituciones, lugares que frecuentamos como bancos, bibliotecas, cines, teatros.

Para explicar qué es una organización existen diferentes teorías y postulados, pero todas ellas coinciden en las siguientes características:

- “Conjuntos de individuos o de grupos
- orientados al logro de unos objetivos o metas
- diversificados en las funciones a desempeñar y una jerarquía de autoridad
- coordinados por una orientación racionalizadora de todo el comportamiento
- con una cierta continuidad en el tiempo.”¹⁴

La descripción más común del término es la definición operativa; desde esta perspectiva un grupo de personas se unen para la consecución de objetivos comunes, mediante la coordinación racional de sus acciones y actividades; para ello, es de suma importancia la división de tareas y de mandos, comúnmente conocido como jerarquización de autoridad.

Este concepto, ampliamente difundido por los administradores y desarrollado en la mayoría de la literatura organizacional¹⁵, enfatiza la obtención de un fin que todos los miembros del grupo conocen y comparten; por consiguiente, ellos se encuentran dispuestos a colaborar mutuamente para la realización de los propósitos, aceptando así una jerarquía.

Por otra parte, se halla la definición estructuralista-funcionalista, donde la finalidad de la congregación de las personas se enfoca en el mantenimiento y la continuidad de la organización; por ello se delimitan líneas de autoridad, se crean redes de comunicación y se establecen funciones determinadas.

¹⁴ José Ignacio Ruiz Olabuénaga, *Sociología de las organizaciones* (España: Universidad de Deusto, 1995), p. 56.

¹⁵ Carlos Bonilla, *La comunicación. Función básica de las relaciones públicas* (México: Trillas, 2001), p. 16; Agustín Reyes Ponce, *Administración Moderna* (México: Limusa, 2005), p. 276; Richard L. Daft, *Organizaciones: el comportamiento del individuo y de los grupos humanos* (México: Limusa, 1992), p. 31; Robbins, p. 2.

Todas estas definiciones se basan en el orden y funcionamiento de una organización, con sus roles y tareas definidas, en busca de la obtención de un objetivo y la perpetuidad del organismo. Pero, también existe la teoría del conflicto, cuyos exponentes son J. K. Benson, Gérard Labounoux y Philippe Bernoux. Ellos postulan que una organización se encuentra formada por “actores”, quienes poseen una conciencia, raciocinio, pensamiento, decisiones y acciones propias, los cuales dotan de autonomía a los individuos.

Dentro de la teoría del conflicto no se afirma que todos los participantes persiguen la obtención de objetivos y metas comunes; por el contrario, éstos son trazados por los líderes oficiales con poder de mando y decisión (los directores y gerentes de la organización), porque cada actor posee intereses propios y un significado particular del ente.

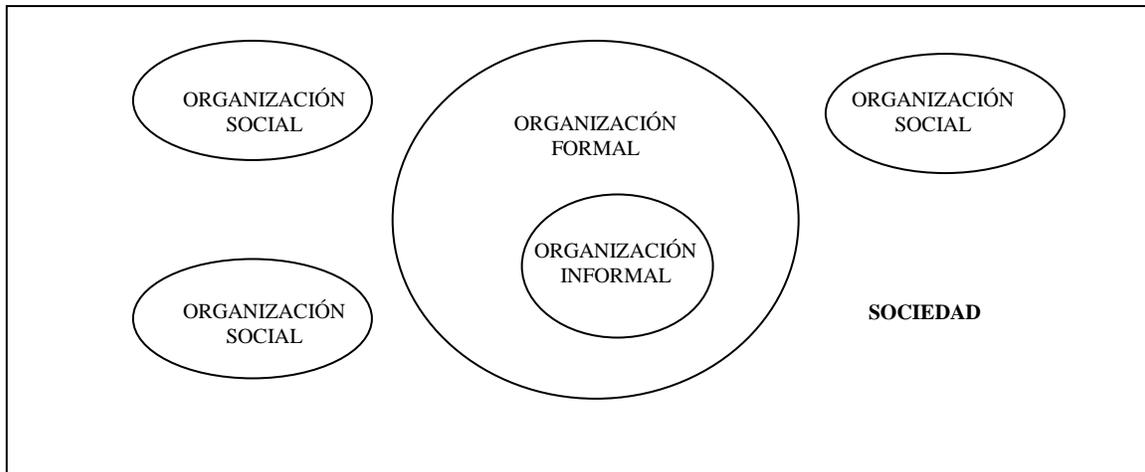
Hasta este punto se describen diferentes definiciones de la organización, sin destacar una perspectiva sobre otra, cada enunciación intenta desarrollar diferentes características de las relaciones, problemas y actitudes originados en el objeto de estudio.

En las definiciones de la organización se encuentran las concernientes a las relaciones e interacción entre sus miembros:

- a) Organización formal: constituida por normas, relaciones de trabajo y objetivos establecidos por el organismo para el desempeño y cumplimiento del trabajo, donde existe una jerarquía y división del trabajo.
- b) Organización informal: son las relaciones surgidas entre los integrantes de la organización formal, sin un control o estructuras definidas. El propósito es fomentar la cohesión de este grupo, el compañerismo y el sentido de pertenencia. Las organizaciones informales -de acuerdo con José Ignacio Ruiz Olabuénaga¹⁶- sólo se desarrollan en el seno de las organizaciones formales.
- c) Organizaciones sociales: se encuentran compuestas por las relaciones de los individuos en su vida cotidiana. No hay una estructura racional y no existe un plan ni proyecto para la consecución de objetivos. Ejemplos de esto: la familia y grupos de amigos. Ver la figura 1.7 donde se hace un ordenamiento del tipo de organizaciones.

¹⁶ Ruiz, Sociología, p. 55.

FIGURA 1.7 Tipos de organizaciones dependiendo de las relaciones e interacción de sus miembros



Un tipo de organización formal es *Universum*, museo de las ciencias UNAM, cuya finalidad es divulgar la ciencia. Para hacer esto posible se debe considerar al proceso de aprendizaje y la comunicación humana. Por tal motivo, una de las teorías que explica cómo se aprende es la teoría constructivista, la cual se desarrolla en el siguiente apartado.

1.4 CONSTRUCTIVISMO, INTERACTIVIDAD E INTERACCIÓN

En la presente tesis se aplica la teoría constructivista en el proceso de aprendizaje porque uno de los objetivos de la divulgación científica es que la gente comprenda y aprenda la ciencia de forma sencilla (los objetivos de la divulgación científica se desarrollan en el siguiente capítulo). Para ello existen diferentes lugares y medios para lograrlo, como un museo o centro científico.

En esta investigación se trabaja con *Universum*, museo de las ciencias UNAM cuyo público principal consta de los alumnos de secundaria y preparatoria, con su proceso de aprendizaje, a través de la visita museística. Dicho centro se basa en la teoría constructivista del conocimiento para exponer su contenido, pues se parte del hecho de que su público ya posee saberes previos sobre la ciencia y sus disciplinas; así, mediante la visita al sitio y la presencia en sus actividades, el estudiante complementa y reorganiza la información

desarrollada en la escuela, con lo didáctico e interactivo del museo y con ello construye nuevos conocimientos.

Las actividades abiertas al público en un museo (talleres, visitas guiadas, exposiciones verbales de los divulgadores) son un aspecto atractivo para acercar la ciencia a un auditorio del cual es difícil captar su atención. Mediante esto, aparte de facilitar información, también proporciona a los receptores vivir experiencias por medio de la interacción con las actividades y con otras personas.

La teoría constructivista es empleada por la ciencia cognitiva, la pedagogía, la psicología del desarrollo, la psicología clínica y también por las ciencias sociales. Los postulados de esta teoría intentan explicar la manera cómo los seres humanos conocen y aprenden del mundo y su contexto, ya sea en situaciones cotidianas o en un entorno escolar. Antes de desarrollar este postulado, se definen los términos de conocimiento, interactividad e interacción, porque sus precisiones son piezas fundamentales para entender al constructivismo.

Desde el momento de su nacimiento el ser humano se encuentra inmerso en un mundo físico y en un contexto social. La sociedad, a través de su historia, ha generado conocimientos los cuales deben ser adquiridos por el nuevo ser mediante el proceso de aprendizaje, porque estos saberes le permitirán adaptarse, sobrevivir y desarrollarse en el grupo social.

Un conocimiento es la representación o suplencia mental de un objeto concreto o abstracto, o como coloquialmente se dice “es tener algo en la mente”. El proceso de conocer no es lineal ni sencillo, porque comienza desde el exterior con los estímulos (datos o información).

Cuando el individuo recibe la información, la cual es seleccionada o discriminada por el cerebro, la organiza, transforma y codifica en señales para su comprensión y utilización posterior. El producto final es una representación o apropiación mental particular de cada individuo.

El meollo del asunto estudiado desde diferentes posturas epistemológicas y disciplinas, es cómo los humanos representan los objetos e ideas en su cerebro, cómo se forman las imágenes o suplencias mentales; porque, por ejemplo, cuando una persona dice “manzana”, algunos hombres y mujeres pueden tener la representación de un objeto semicircular grande o pequeño, rojo, verde o amarillo; pero, al final de cuentas, quienes han tenido la experiencia de ver, oler, probar y sentir una manzana, conocen el objeto aludido.

Aquí se ha entrado a un primer punto: el conocimiento humano es sensorial y experiencial porque con los sentidos, se entra en contacto con el universo. Desde un punto de vista pedagógico y psicológico, se está interaccionando con el medio ambiente al manipular los objetos. Entonces, la interactividad es la acción de experimentar con objetos o cosas del medio ambiente; es una relación objeto-ser humano.

Para poder adquirir conocimientos, el hombre o mujer conoce y aprende con ayuda de otras personas, es decir interacciona¹⁷ con los seres de su misma especie. La interacción social es un proceso social básico desarrollado a partir del contacto entre dos o más actores, donde se origina un intercambio de información y una influencia recíproca; esto tiene efecto sobre las conductas, experiencias, expectativas y pensamientos de los participantes.

Este intercambio de comportamientos, comunicación verbal o no, junto con las expresiones orales y corporales, hace que tanto los sujetos se modifiquen mutuamente así como al marco social donde se produjo el acto.

La interactividad es una actividad sujeto-objeto, la interacción es una acción sujeto-sujeto y a través de ambos se conoce el entorno y se aprende. La diferencia entre éstos consiste en que el aprender depende del acto de conocer, porque es la obtención de conocimientos sobre algo o alguien; es la adquisición de información para la adaptación a nuevos contextos, es la solución para responder a los requerimientos planteados por una situación desconocida. El aprendizaje, su proceso, progreso y resultados es estudiado por una perspectiva constructivista, la cual se menciona a continuación.

¹⁷ Se emplea el verbo interaccionar, porque de acuerdo con la Real Academia de la Lengua, el verbo “interactuar” no existe.

EL CONSTRUCTIVISMO

Varios filósofos e investigadores -desde Aristóteles hasta los actuales fundamentos de la Psicología- han desarrollado teorías sobre cómo el ser humano forma los conocimientos. En tiempos recientes tenemos a Jean Piaget, biólogo y psicólogo, quien se enfocó en el estudio de la psicología genética de la construcción del conocimiento. Sus investigaciones se orientaron hacia el estudio del desarrollo intelectual, de acuerdo con las diferentes etapas y edades del individuo.

De hecho, algunos de los postulados de Piaget son la base de la teoría constructivista, pero su enfoque es diferente y no se le considera como fundador de la teoría citada, porque en sus modelos y métodos epistemológicos no tomó en cuenta los factores sociales influyentes en el aprendizaje y en el desarrollo humano.

Posteriormente aparece otro investigador del aprendizaje, Lev Vigotsky. Con su formación como abogado, se enfocó en el estudio del comportamiento y acciones humanas, diciendo que éstas son mediadas por la cultura, la historia y las instituciones; como consecuencia, el aprendizaje es enfocado desde una perspectiva sociocultural.

Otro estudioso del proceso de aprendizaje y elaboración del conocimiento fue David P. Ausubel, cuyos postulados se encuentran influenciados por la informática, pues en los años 70, en Estados Unidos comenzaba a consolidarse esta disciplina por el uso de los ordenadores; ante este hecho, él hizo la analogía del funcionamiento del cerebro con un procesador de datos.

Este pensador no consideró al cerebro humano como un almacén de datos. Él no concebía al aprendizaje como un proceso pasivo de acumulación de información; más bien pensaba en el sujeto como un ser altamente activo, quien transformaba y estructuraba los datos (o estímulos externos) junto con las experiencias vividas, lo cual daba como resultado un conocimiento; para él, el aprendiz era “un procesador activo de la información”¹⁸. Por este postulado Ausubel es considerado un constructivista.

¹⁸ Frida Díaz Barriga Arceo y Gerardo Hernández Rojas, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (México: Mc. Graw-Hill, 2001), p. 35.

La aplicación eminente del constructivismo es en el aprendizaje formal de la escuela. Esta institución cumple una función social porque su cometido es enseñar a los alumnos conocimientos, habilidades, destrezas y valores, para que puedan insertarse y desarrollarse en la sociedad, con el objeto de asegurar el funcionamiento y la perpetuación de esta última.

La serie de ideas, concepciones, hechos, habilidades enseñadas y transmitidas en una escuela son construcciones sociales, puesto que son avaladas y acordadas con un grupo de personas. Por ende, la naturaleza del conocimiento es cultural y se emplean herramientas e instrumentos culturales como el lenguaje.

El constructivismo parte de que los actores sociales poseen conocimientos previos adquiridos mediante su interactividad con el medio ambiente, la interacción con otros actores, la información recibida por los medios de comunicación y por su instrucción escolar en grados anteriores. Es decir, por una serie de información ya procesada y convertida en representaciones mentales.

El individuo es el creador de su propio conocimiento pues relaciona sus experiencias, concepciones e ideas previas de forma sustantiva y no arbitraria con la información novedosa o con el objeto del aprendizaje¹⁹. En este acto el aprendiz experimenta un cambio de estado de “equilibrio-desequilibrio-reequilibrio”.²⁰

En primera instancia, el estudiante se encuentra en armonía con sus saberes y está en estado de equilibrio, pero, cuando entra en contacto con información nueva se produce una crisis -entendiéndola como un cambio de la situación de sus ideas- esto es el desequilibrio; el cual debe ser resuelto para formar un conocimiento y así llegar al reequilibrio.

Lo idóneo para alcanzar el reequilibrio es que el aprendiz no se encuentre solo; es necesaria la intervención de una guía quien lo apoye en la formación de un saber acorde al conocimiento del grupo social del cual formen parte.

¹⁹ En la institución educativa esto es el currículo escolar o programa de estudios.

²⁰ Teresa Mauri, “¿Qué hace que el alumno aprenda los contenidos escolares?”, en César Coll y Teresa Mauri, *El constructivismo en el aula* (Barcelona, España: Graó, 1997), p. 81.

Para ilustrar lo anterior, una situación común a todos nosotros fue el aprender a escribir y a leer. Primeramente aprendemos a hablar por imitación; de pequeños sólo utilizábamos el lenguaje oral para expresarnos; nos encontrábamos en un estado de equilibrio. Pero cuando nos enseñaron las vocales y consonantes, entramos en un desequilibrio; nuestra mente debió construir enlaces para comprender que a cada sonido le correspondía una grafía. Si esto se procesó, pudimos conseguir el reequilibrio y éste se reforzó y es reforzado con la práctica. Con el hecho anterior se demuestra que nosotros somos los responsables de construir nuestro “propio” conocimiento -un conocimiento cultural-.

Lo esperado en el proceso de aprendizaje es llegar al reequilibrio. Aunque muchas veces no tiene lugar porque el contenido nuevo es muy diferente a las ideas previas y no puede relacionarse con éstas. Esto pondrá en jaque al aprendiz, ocasionándole más dudas y frustrará el proceso de aprendizaje significativo, por ello el individuo preferirá recurrir a un aprendizaje repetitivo y sin análisis.

Al tipo de aprendizaje adquirido de forma constructivista es denominado nuevo significado, significados reales o psicológicos. De acuerdo con César Coll, puede pensarse que se aprende algo nuevo, pero de hecho se interpreta de manera particular los significados o conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva.

En resumen, “el aprendizaje significativo es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas del individuo”.²¹ De acuerdo con Coll, el aprender un contenido es atribuir un significado a la información, es construir una representación mental mediante proposiciones verbales, o bien, es elaborar un modelo mental o teoría.

Ausubel explicó el modo como los alumnos de un aula adquieren un conocimiento y la forma de apropiación e incorporación en su estructura cognitiva. Esto ocurre en dos dimensiones:

- a) Primera dimensión, el modo como el aprendiz *adquiere* la información, puede ser por recepción o descubrimiento. Recepción: la información se presenta de forma final; es

²¹ Díaz y Hernández, p. 39.

una serie de hechos o fenómenos que en un principio, parecen carentes de referentes concretos y el alumno no comprende de primera instancia. Este es un tipo de aprendizaje verbal, porque se refiere a cuestiones abstractas. Por ejemplo: los postulados de la ley de la gravedad, o las partes de una oración.

Descubrimiento: el contenido del aprendizaje tiene que ser encontrado por la persona; no se proporciona la información en su conjunto ni finalizada. Este aprendizaje se aplica desde el nacimiento, pues por medio de las experiencias, de la experimentación, manipulación y la inducción, aprendemos de nuestro medio. Por ejemplo, cuando en una práctica dejamos caer objetos se conoce qué es la gravedad y se comprende cómo tiene lugar.

- b) Segunda dimensión, forma como el alumno *incorpora* el conocimiento en la estructura cognitiva, es de modo significativo o repetitivo. Significativo: tiene lugar cuando la información nueva se relaciona de forma sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos de la estructura cognitiva. Aquí se construye una red conceptual, donde el estudiante puede extraer el significado de lo aprendido. Continuando con el ejemplo de la gravedad, el escolar es capaz de aplicar la fórmula $F: m \cdot a$ (Fuerza de gravedad es igual al resultado de la masa o peso por su aceleración), pero éste mismo principio lo comprende y es capaz de sustraerlo y aplicarlo a demás casos.

Repetitivo: es la memorización de datos; son asociaciones arbitrarias o sin sentido entre los conocimientos previos y los datos novedosos. O puede darse el caso cuando el aprendiz no cuenta con conocimientos básicos para comprender el conocimiento, o no encuentra conexiones entre lo aprendido anteriormente con la nueva información. Por ejemplo, al momento de memorizar las tablas de multiplicar. O en el caso de la gravedad, cuando el alumno sólo retiene la fórmula “es el resultado de la masa por su aceleración”, pero sin entenderla ni ponerla en práctica. Ver la figura 1.8.

FIGURA 1.8 Situaciones del aprendizaje del alumno planteadas por David P. Ausubel

A. Primera dimensión: modo como los alumnos <i>adquieren</i> la información.	
Recepción	Descubrimiento
- La información se presenta de forma finalizada.	- La información no se presenta de forma finalizada.
- La información es un conjunto de hechos y fenómenos carentes de referencias.	- La información se refiere a la solución de problemas, formación de conceptos y operacionalización de procedimientos.
- El tipo de aprendizaje es verbal e hipotético.	- Este tipo de aprendizaje se pone en práctica desde etapas iniciales del desarrollo cognitivo.
- El alumno debe integrarlo a sus estructuras del conocimiento, pero esto no es sinónimo de memorización.	- El alumno debe encontrar el contenido principal por aprender.
- Se emplea para el aprendizaje de leyes y constantes, como en las disciplinas de Física e Historia.	- Se emplea en actividades experimentales o relacionadas a las etapas de un procedimiento, como aprender computación o en experimentos en laboratorios de Química o Física.
B. Segunda dimensión: modo como los alumnos <i>incorporan</i> los conocimientos a la estructura cognitiva.	
Significativo	Repetitivo
- El alumno cuenta con conocimientos previos.	- El alumno no recuerda ni recupera conocimientos previos, o no cuenta con ellos.
- Los conocimientos previos se relacionan con la nueva información de manera sustancial, no arbitraria.	- Los conocimientos son asociaciones sin sentido y arbitrarias.
- Se pueden establecer varias relaciones entre las estructuras cognitivas.	- Se pueden construir conocimientos factuales.
- Se emplean estrategias de aprendizaje como mapas conceptuales, organizadores...	- Es aprendizaje mecánico como en el caso de algoritmos, símbolos, convenciones.

FUENTE: Adaptación del cuadro "Situaciones del aprendizaje (D. Ausubel)", Frida Díaz Barriga Arceo y Gerardo Hernández Rojas, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (México: Mc. Graw-Hill, 2001), p. 35.

Ausubel consideraba que el aprendizaje por descubrimiento se realiza desde la infancia, porque este proceso inductivo depende de la experiencia; en esta fase del desarrollo humano se forman los conceptos y proposiciones básicas del conocimiento social. Posteriormente, cuando una persona ingresa a la escuela y va madurando cognitivamente y físicamente, ella desarrolla la habilidad de comprender conceptos e ideas abstractas. Conforme se avanza en grados escolares, es posible manejar proposiciones verbales y así entender conceptos difíciles como los empleados por las ciencias y sus disciplinas.

Estas dimensiones del aprendizaje escolar se complementan; no se hallan aisladas. En muchas ocasiones se aprende por repetición, pero subsiguientemente enlazamos esos datos inconexos y carentes de sentido cuando los aplicamos en la práctica.

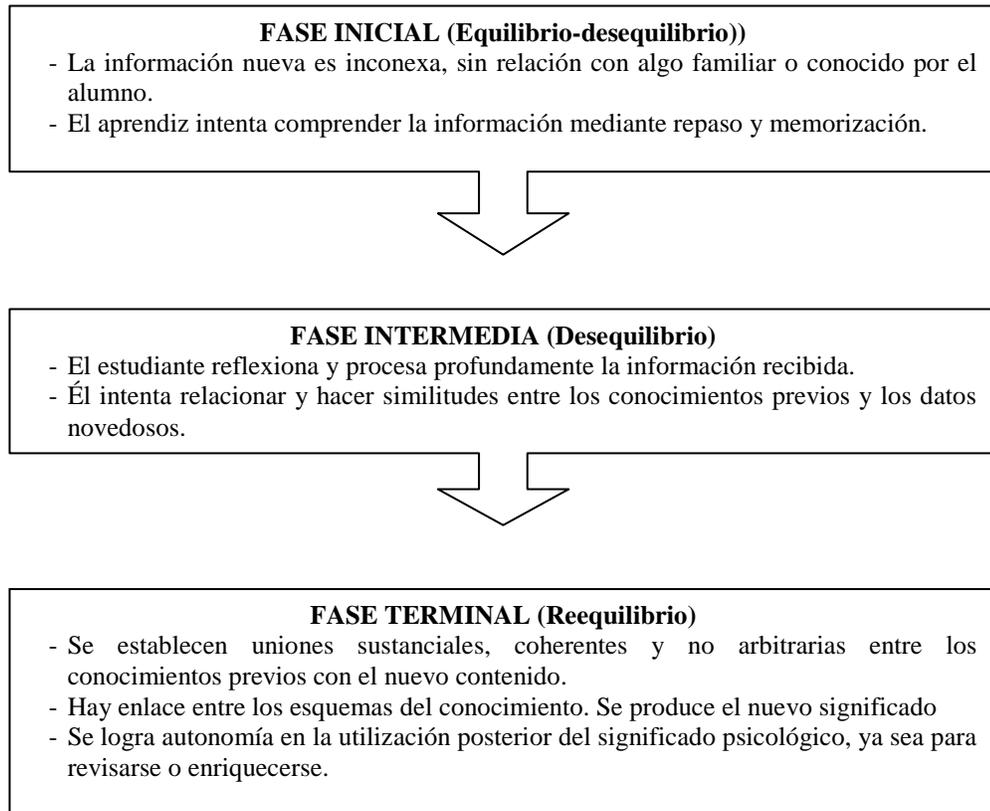
De las abstracciones e ideas se produce un hallazgo científico, sea por casualidad o causalidad. Imaginemos la abstracción de los físicos en los años 70 para concebir y definir a la “materia y energía oscura”; pensemos en el grado de proposiciones verbales, ideas y conocimientos que debieron ajustar estas personas para comprender y explicar esta teoría.

De acuerdo con Shuell, citado por Frida Díaz y Gerardo Hernández, la construcción del aprendizaje significativo se divide en tres fases. Ver figura 1.9:

- a) Fase inicial (estado de equilibrio, comienzo del desequilibrio): el aprendiz recibe información que le parece inconexa, fragmentada y sin relación con algo familiar. Entonces intenta comprender la información mediante el repaso o la memorización; con ello comienza a construir suposiciones y analogías con ayuda de ideas y conceptos ya conocidos.
- b) Fase intermedia (estado de desequilibrio): tiene lugar la reflexión y procesamiento profundo de la nueva información. Se intenta relacionar lo nuevo con los saberes previos e identificar las similitudes con la información hallada en los esquemas cognitivos. Para ayudarse, el educando puede hacer uso de resúmenes, cuadros sinópticos y mapas mentales.
- c) Fase terminal (estado de reequilibrio): el material del nuevo contenido se enlaza con los conocimientos anteriores en los esquemas del conocimiento, se establecen más relaciones entre los esquemas; los conocimientos son coherentes e integrados. El

aprendizaje ocurre porque tiene lugar una acumulación y procesamiento de datos. Hay una autonomía de la utilización del nuevo significado en situaciones posteriores.

FIGURA 1.9 Fases de la construcción del aprendizaje significativo de acuerdo con Shuell



1.4.1 Los conocimientos previos

Son la serie de conceptos, hechos, sucesos y fenómenos construidos a través de las experiencias obtenidas por la interacción con el entorno y con los seres humanos. De acuerdo con Coll, citado por Mariana Miras “son la representación que posee una persona en un momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad.”²²

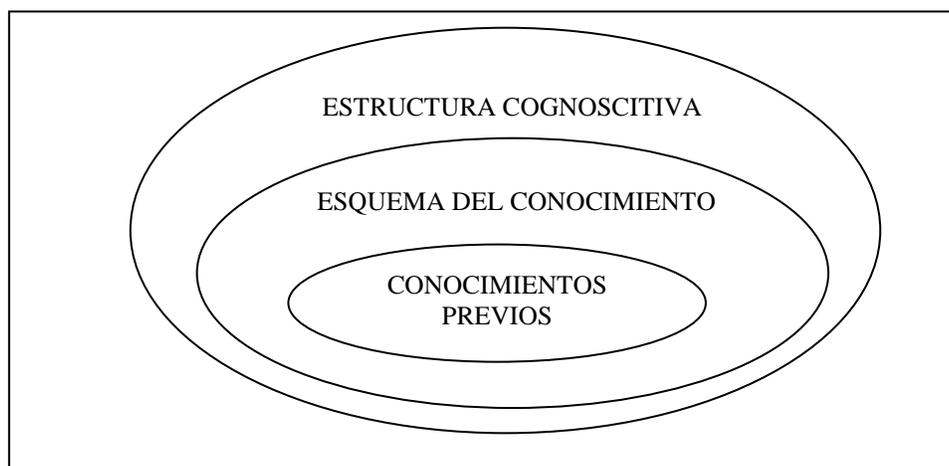
²² Mariana Miras, “Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos, los conocimientos previos” en Coll y Martín, p. 52.

Lo anterior quiere decir que de acuerdo a nuestro desarrollo físico, nivel de inteligencia, edad y en determinado caso, preparación académica, contamos con una cantidad y calidad de conocimientos sobre fenómenos y hechos, los cuales no engloban todo el conocimiento humano, sino sólo una parte. Por citar, no son los mismos conocimientos de un médico al de un sociólogo, o de un estudiante de bachillerato comparado con uno de primaria.

Los hechos, representaciones y conceptos anteriores adquiridos por el aprendiz son un producto procesado proveniente de las experiencias y de la información recibida de la familia, amigos, profesores, medios de comunicación, entre otros. Esta serie de saberes se ordenan dentro de los esquemas de conocimiento y, a su vez, éstos están organizados dentro de la estructura cognoscitiva. Ver figura 1.10.

Lo importante de los conocimientos previos no es su cantidad, sino su organización y relación dentro de los esquemas cognitivos. Esto quiere decir que un aprendizaje es más significativo mientras más relaciones se establecen entre los saberes anteriores, con el nuevo contenido.

FIGURA 1.10 Conocimientos previos, esquemas de conocimiento y estructura cognoscitiva



Ejemplo de lo anterior, si un alumno de secundaria aprendió sobre los sismos y posteriormente visita la sala de “Conciencia de nuestra ciudad” de *Universum*, museo de las ciencias UNAM (sala donde se exponen los antecedentes de la fundación ciudad de México, su relieve y el porqué es una zona propensa a terremotos; para concluir con la exposición de los acontecimientos suscitados por el sismo de 1985) y enlaza lo visto en la escuela con lo exhibido en la sala, esto será un aprendizaje significativo o psicológico porque está estableciendo varias relaciones entre saberes previos y obtiene nuevas representaciones.

No únicamente es importante la relación de los conocimientos previos en los esquemas del conocimiento, también cuenta su coherencia, determinada ésta por las creencias y costumbres del grupo social donde vive el aprendiz. Para ilustrar lo anterior, una persona muy religiosa perteneciente a la comunidad católica, quien no ha conocido otras posturas teóricas - sean científicas, filosóficas o de otras religiones- cree que el origen de la especie humana se debe a los hijos engendrados por Adán y Eva cuando fueron expulsados del paraíso.

Ahora bien, aunque el estudiante cuente con conocimientos previos no se garantiza la obtención de un aprendizaje significativo, porque, para llevar a cabo tal proceso, se requiere de la disponibilidad y recuperación de estos saberes. Por lo tanto, un aprendizaje con significado está ligado a una memoria comprensiva o constructiva, lo cual posibilita la disponibilidad y funcionalidad de los saberes en diversas situaciones, diferentes a las condiciones donde se produjo el conocimiento. La funcionalidad de un nuevo significado no se mide por su utilización para satisfacer las necesidades inmediatas, sino por aplicarlo en diversos contextos.

Referente a la disponibilidad de los saberes previos, los docentes pueden creer que los educandos no cuentan con éstos; ello puede ocurrir cuando los conceptos y representaciones anteriores de los estudiantes están arraigadas a ideas y costumbres erróneas, o poseen conocimientos contradictorios que no han podido comprender porque no encuentran la relación y equilibrio con los nuevos contenidos.

Ante este punto, el orientador debe determinar cuáles son los conceptos e ideas necesarias para poder enseñar su programa de estudio y tiene que replantearse sus objetivos de enseñanza, pues muchas veces el problema no se centra en la carencia de los conocimientos previos, sino en el estado cómo se encuentran.

Los conocimientos previos son el factor determinante para obtener un aprendizaje significativo. Ausubel afirmaba: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello”.²³

De acuerdo con Mariana Miras²⁴ no sólo deben explorarse los conocimientos previos, sino las relaciones dentro de las estructuras del conocimiento. Es decir, la aplicación y unión de los conocimientos en diferentes áreas, porque muchas veces se tiende a tomar las materias escolares como inconexas, sin considerarlas como un componente de un mismo sistema. Ejemplo, cuando se habla de átomo en clase de Química no se relaciona con los elementos químicos de la célula estudiada en clase de Biología y una célula no se concibe como la parte fundamental y primigenia del cuerpo humano (contenido escolar de la materia de Anatomía).

Aunque el pedagogo evalúe la situación de los conocimientos previos, los alumnos suelen olvidar lo aprendido anteriormente. Existen posibles causas a este efecto; una de ellas es que el pupilo ha aprendido de forma repetitiva los nuevos contenidos, no ha encontrado una relación con lo conocido y se ha quedado estancado en la fase de desequilibrio; por consiguiente, no ha interiorizado ni procesado los datos.

También esto se presenta cuando los aprendices poseen conocimientos sobre un tema, pero no pueden expresarlos en sus propios términos ni aplicarlos; esto dificulta la relación con los datos novedosos. Del mismo modo, ellos olvidan la información previa porque no le hallan alguna utilidad con la vida cotidiana, ni satisface una necesidad en el contexto inmediato.

²³ Díaz y Hernández, p. 40.

²⁴ Véase Coll y Martín, p. 52.

Otro origen del problema consiste en la distancia temporal. Pudo haber transcurrido mucho tiempo cuando se adquirieron unos conocimientos y ahora, cuando se intenta recuperarlos, se dificulta; o bien, el actor social no tiene interés y no se esfuerza por recobrarlos. Otra explicación puede ser la presencia de problemas físicos o biológicos para el aprendizaje.

1.4.2 Factores inherentes al aprendiz implicados en el proceso de aprendizaje

Cuando se construye el conocimiento los saberes previos no son los únicos factores implicados en el proceso; también intervienen otros elementos como la autoestima, experiencias previas del aprendizaje en los grados escolares cursados, las capacidades cognitivas, las herramientas y destrezas del alumno. En resumen, entran en juego factores psicológicos, sociológicos y biológicos. Los componentes que influyen en el alumno al momento de implicarse en el proceso de aprender son:

1. Disposición del actor social por aprender (factor psicológico). Es la determinación para llevar a cabo el acto del aprendizaje. La disposición es el resultado de la conjunción de elementos personales y relacionales.

Los primeros consisten en la autoestima y la autoimagen. Los elementos relacionales son las representaciones de la situación del aprendizaje y las expectativas sobre el carácter y comportamiento con quienes se interaccionará.

El autoconcepto es la manera de verse uno mismo; es la representación sobre nuestra persona y está ligada a la autoestima, definida como el respeto y amor hacia nosotros. Es un aspecto sentimental, valorativo, el cual no es racional ni neutral.

La autoestima y el autoconcepto son parte de la constitución de la personalidad y conducen a la creación de la confianza, o la creencia y convicción en uno para tomar riesgos. Todos estos factores no son constantes, cambian con el tiempo y con las situaciones sentimentales y valorativas afrontadas en el ciclo de la vida.

En el contexto educativo tienen una gran repercusión, porque dependiendo de todos estos factores personales y psicológicos, el ser humano puede sentirse preparado o no, para enfrentarse y comprometerse con el aprendizaje. Una persona con baja autoestima y por ende, con poca confianza en sí, creerá no ser suficientemente astuto para aprender los nuevos contenidos.

En cambio a la situación anterior, un sujeto con alta autoestima podrá comprometerse más en el proceso educativo. Aunque en este punto hay un debate que radica en determinar si la autoestima se fortalece por el buen aprovechamiento y rendimiento escolar del alumno, o viceversa.

En cuanto a los elementos interpersonales o relacionales (factores sociológicos), en primera instancia se hallan las representaciones. Éstas son la conjugación de la imagen, ideas y conceptos contruidos sobre algo o alguien. En este caso, el aprendiz imagina la personalidad o el carácter, y actitudes de los guías y compañeros de clase con quienes tendrá relación. Por otra parte, también se encuentran las representaciones de los educadores sobre sus pupilos.

Una vez teniendo las representaciones, se pasa a la formación de expectativas o creencias y suposiciones sobre una situación a futuro. En lo referente a las clases escolares, se forman por la información recibida de los compañeros de clase con respecto al orientador, o bien, el educador se las crea por los datos otorgados de sus colegas. Todo esto conlleva a la conformación de juicios y valoraciones en torno al comportamiento y actitudes de los actores.

Las expectativas pueden influenciar el desempeño de los estudiantes, dependiendo de la importancia que éstos últimos otorguen a esas opiniones, pues esto depende de su confianza en ellos mismos. En experimentos efectuados por Rosenthal y Jakcobson²⁵ concluyeron que las expectativas de los educadores sobre los discípulos inciden directamente en el rendimiento del alumnado y hasta pueden llegar a modificarlo.

²⁵ Véase Coll y Martin, p. 38.

2. Capacidades intelectuales y cognitivas (factores biológicos). Estas capacidades también son llamadas niveles de inteligencia. Son las habilidades determinadas por la edad física, el grado de conocimientos adquiridos por la convivencia con el grupo social, la interactividad con el medio ambiente y la formación escolar. La memoria y el razonamiento también se integran dentro de estos aspectos, la primera es capacidad de rescatar un conocimiento; el segundo consiste en la aptitud de dar razones y seleccionar las opciones más adecuadas para la resolución de problemas.
3. Instrumentos culturales, estrategias y habilidades (factores socioculturales). Son el nivel del lenguaje oral y escrito poseído y puesto en práctica por el individuo. También es el grado de comprensión de lectura, las representaciones gráficas y numéricas, estrategias para resaltar la información importante y discriminar aquella no útil.
4. Motivación (factor psicológico). Es sentir interés para realizar una determinada acción, o bien para satisfacer alguna necesidad. La motivación del ser humano por aprender, idóneamente sería satisfacer sus deseos por conocer el mundo. Sin embargo, otras motivaciones pueden consistir en pasar de grado escolar, entregar las tareas, obtener notas altas.
5. Sentido del aprendizaje (factor psicológico). Dar sentido a alguna situación se traduce en conocer el propósito de una tarea y los resultados por obtener. Para que el aprendizaje tenga sentido para los individuos es indispensable explicarles los objetivos perseguidos, se debe involucrar a los discípulos en el proceso y sean ellos sujetos activos, más no reactivos.

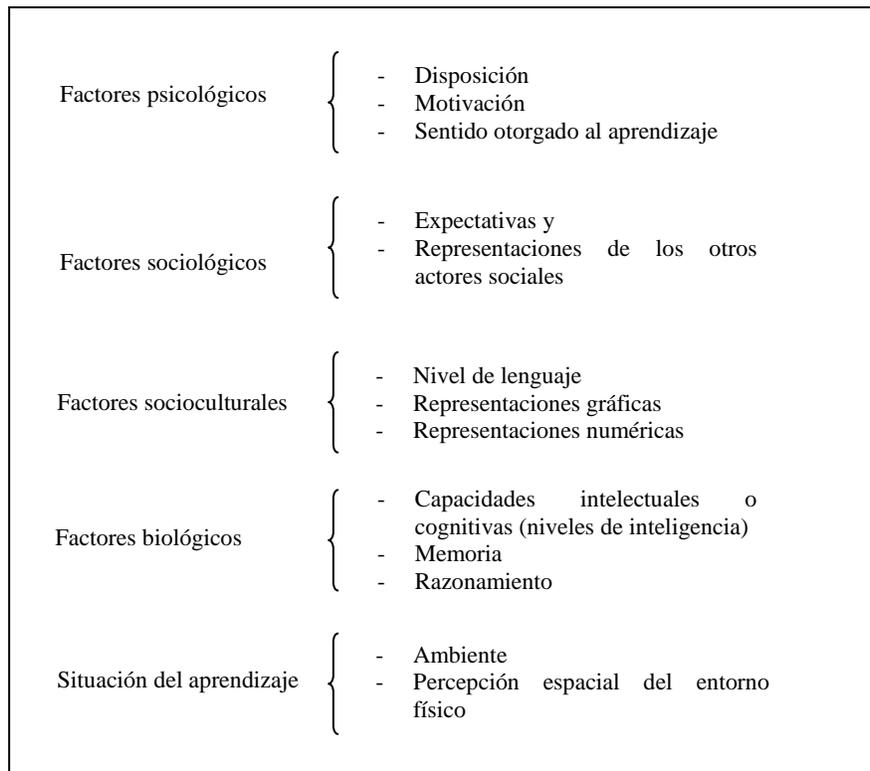
En este punto, Isabel Solé²⁶ opina que un requerimiento para encontrar sentido a la situación del aprendizaje por parte de los estudiantes, consiste en crear su interés por conocer. Esto sería la situación ideal, sin embargo, ver al aprendizaje y la adquisición de conocimientos como un medio para satisfacer la necesidad de conocer, comprender, experimentar y manejar ciertos fenómenos naturales y hechos sociales, no siempre se

²⁶ Isabel Solé, “Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje”, en Coll y Martín, p. 41-45.

pone en práctica en las instituciones escolares. Para satisfacer una necesidad, se requiere de la presencia de motivos, los cuales muchas veces son desconocidos por los docentes con respecto a sus pupilos.

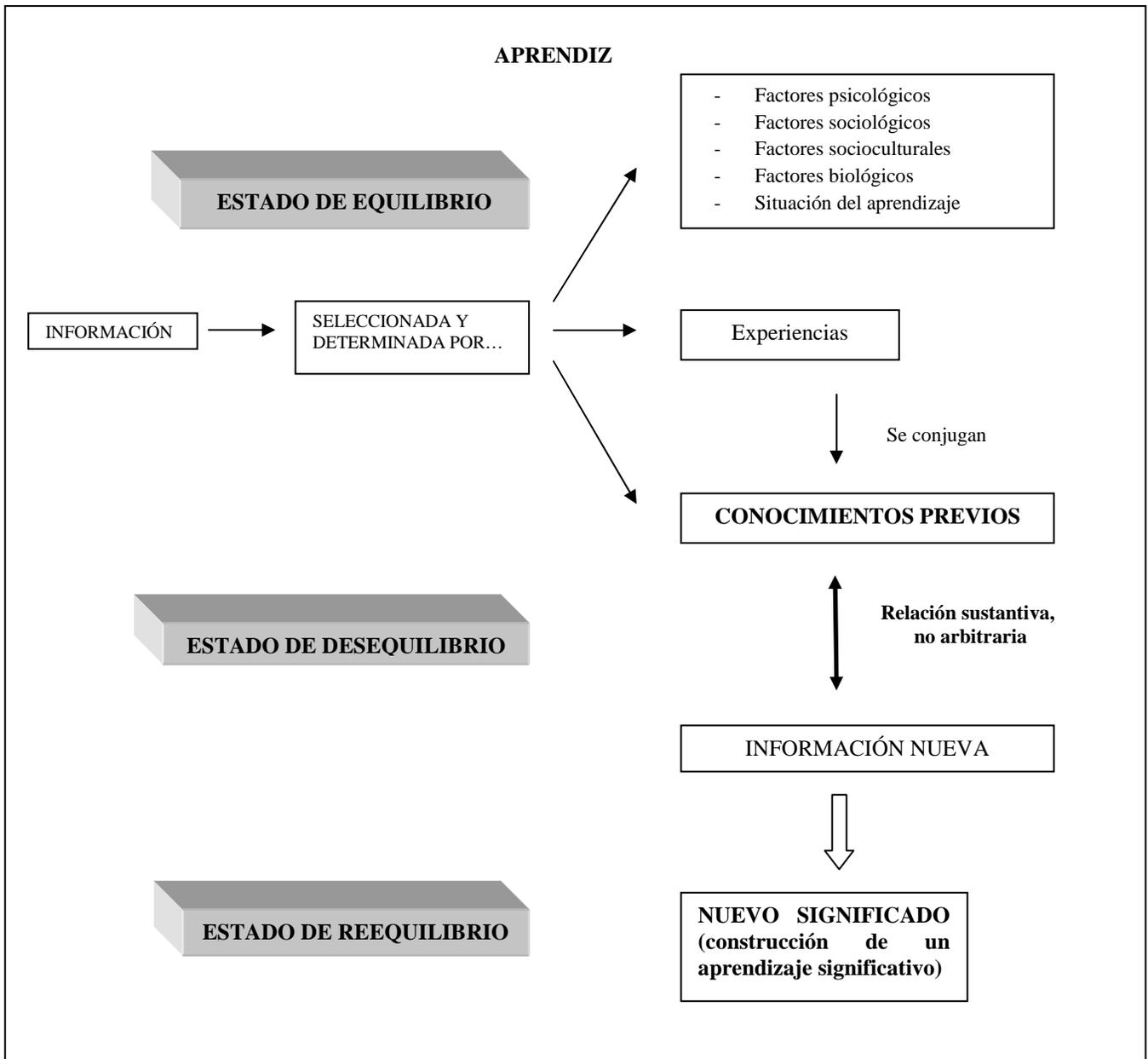
6. La situación del aprendizaje. Es el clima o el ambiente donde se lleva a cabo este proceso. Son las apreciaciones del entorno, como el tamaño, la forma del edificio escolar o la apariencia del salón de clases. A todo esto el educando le concede un valor, ya sea un ambiente agradable, desagradable o descuidado. Ver la figura 1.11, concerniente a los elementos del proceso de aprendizaje.

FIGURA 1.11 Factores inherentes al aprendiz en el proceso de aprendizaje



En el proceso de aprendizaje confluyen varios factores lo cual denota su carácter sistémico. Este es un hecho social y no individual, donde el peso, éxito o fracaso del aprendizaje no recae exclusivamente en el aprendiz. A continuación se desarrolla la figura 1.12 para ilustrar el proceso del aprendizaje significativo.

FIGURA 1.12 La construcción del aprendizaje significativo



1.4.3 El papel del educador en la construcción del aprendizaje significativo

El profesor en la teoría constructivista no es considerado un transmisor de conocimientos, ni tampoco la persona con poder de información quien impone el contenido escolar a los alumnos. En el proceso de aprendizaje significativo, él es la guía, facilitador, orientador que ayuda al aprendiz a relacionar –o reinterpretar, de acuerdo con César Coll- sus conocimientos previos con la nueva información y así construir un nuevo significado.

Para definir cuales conocimientos previos serán empleados, el docente determina los objetivos por cumplir mediante la enseñanza del contenido escolar. A partir de allí, él tiene la tarea de ubicar si éstos se hayan o no disponibles en el estudiante. Muchas veces el problema no es la falta de conocimientos previos, sino el estado como se encuentran; ante esta situación, el orientador debe seguir una de las reglas del constructivismo: trabajar con aquellos saberes accesibles en los aprendices.

Una vez hecho esto, el pedagogo enseña el contenido a los estudiantes, pero él es un facilitador en el proceso individual de equilibrio-desequilibrio-reequilibrio de los aprendices en su producción de saberes. Él apoya en el establecimiento del estado de reequilibrio, pues conduce a la interpretación individual del alumno para que no sea arbitraria, sino coherente con el contenido escolar acordado y diseñado por el grupo social.

Para orientar el proceso de reequilibrio, la guía debe planificar las clases, las materias, las sesiones, el material o las herramientas necesarias para llevar a cabo el cometido. No se debe tratar al conocimiento como un material aislado de la vida cotidiana de los educandos; el aprendizaje debe considerarse como una tarea cotidiana presente en la vida y aplicable en situaciones diferentes de donde se produjo el proceso (en muchos casos es el salón de clases).

Con este punto se entra a otra tarea a ejecutar por parte del educador, consistente en mostrar a sus alumnos las técnicas y herramientas para aprender significativamente; con esto, dotará de autonomía a los escolares para ser los productores de sus conocimientos en un futuro. Estas estrategias se centran en identificar la información relevante y, procesarla por medio de los saberes previos. Ejemplos: resúmenes, cuadros sinópticos, apoyos visuales

(gráficas, ilustraciones, maquetas), visitas a museos, resolución de cuestionarios, entrevistas con los expertos de un tema, investigación documental y de fuentes vivas.

Lo anterior sí se pone en práctica en el proceso de formación escolar, aunque no es tan detallado como lo exponen los constructivistas. En la educación primaria y secundaria, los profesores son más cercanos a los alumnos, les enseñan los conceptos, ideas y procedimientos básicos de la ciencia y sus disciplinas. Más tarde, cuando se acude a la universidad o estudios superiores, el alumno tiene mayor responsabilidad de su aprendizaje y aprovechamiento; es él quien se vuelve autónomo en la búsqueda de su material de apoyo.

Un profesor constructivista pone énfasis en los aprendices y no en el contenido escolar. Él tiene una atención individualizada con cada escolar, porque un estudiante puede tener mayor facilidad o dificultad para hacer las relaciones entre la información disponible con la nueva. Ante ello, el educador puede actuar ofreciendo mayor información sobre un tema, ejemplificando, haciendo analogías, imitar modelos, mejorando el orden de la información.

1.4.4 La comunicación humana en el proceso de aprendizaje significativo

En las clases escolares se pone en práctica el acto comunicativo, sea cuando el docente expone información o bien, cuando el aprendiz se relaciona con él o con sus compañeros de clase. En este proceso tienen lugar dos procedimientos claves para la consecución del aprendizaje significativo: la encodificación y decodificación.

La encodificación es cuando el emisor convierte un mensaje en términos accesibles para el receptor, aquí el educador transforma los contenidos escolares en códigos comprensibles para el estudiante. Para hacer llegar su mensaje, la guía puede recurrir al empleo de estrategias para la promoción de aprendizajes significativos tales como: planteamiento de objetivos, ilustraciones, analogías, ejemplos, resúmenes.

Consecuentemente la información llega al receptor quien la decodifica y comienza a relacionar esta información novedosa con sus conocimientos previos; entra en el proceso de equilibrio-desequilibrio-reequilibrio lo cual le llevará a la construcción de un significado nuevo.

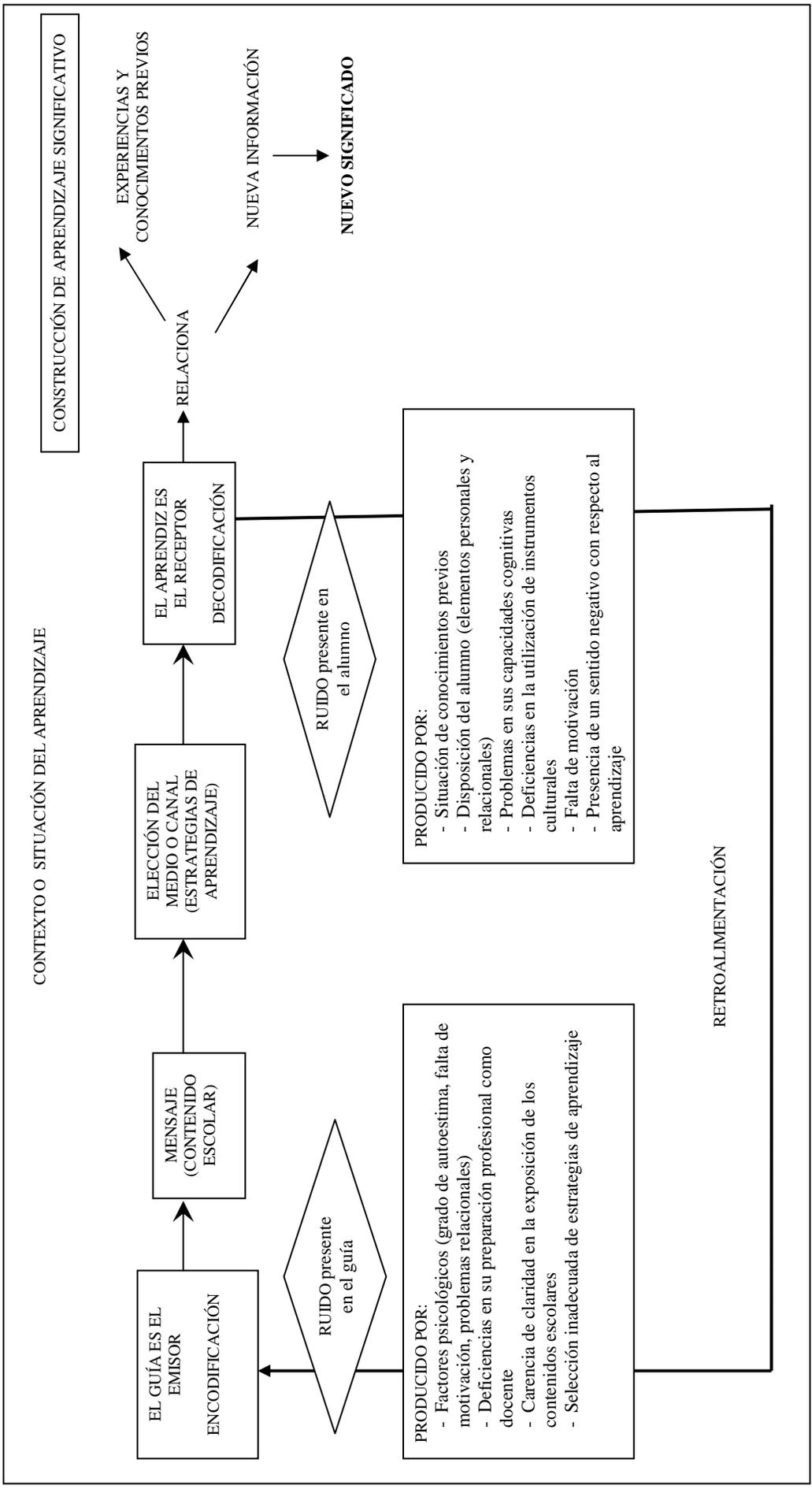
Si no se establece el reequilibrio se generarán dudas. Ante ello, el alumno estará en la posibilidad de preguntarle al profesor y retroalimentar la comunicación. Caso contrario, si él aprendiz no expresa sus inquietudes, esto no es sinónimo de ausencia de retroalimentación, porque la no respuesta se considera una actitud comunicante.

Continuando con el proceso de comunicación humana en el acto de enseñanza-aprendizaje un factor distorsionante es el ruido. Por una parte, éste proviene del facilitador originado por factores psicológicos como, su grado de autoestima, falta de motivación para ejercer su profesión, problemas para relacionarse con otros sujetos y expectativas negativas de sus estudiantes. También se hallan elementos como la deficiencia en su preparación docente, carencia de claridad en su exposición sobre los contenidos escolares, o elección inadecuada de las estrategias de aprendizaje.

Por el lado del aprendiz se tienen como elementos constituyentes del ruido: la situación de sus conocimientos previos; si cuenta o no con la disposición para realizar el acto de aprendizaje; elementos personales (autoconcepto, autoestima), elementos relacionales (expectativas y representaciones), problemas en sus capacidades intelectuales y cognitivas, deficiencia en la utilización de instrumentos culturales, falta de motivación y la presencia de un sentido negativo con respecto al aprendizaje.

En la elaboración de aprendizaje significativo es fundamental el proceso de la comunicación humana porque a través de él se hace posible la transmisión, recepción, procesamiento, actualización y retroalimentación de la información. Este hecho queda esquematizado en la figura 1.13.

FIGURA 1.13 Modelo del proceso de comunicación humana en la construcción del aprendizaje significativo



1.4.5 Las estrategias de enseñanza en el aprendizaje significativo

Éstas son las herramientas o medios empleados por el educador para promover y facilitar el proceso de aprendizaje significativo. De acuerdo con Frida Díaz y Gerardo Hernández²⁷, para aplicar las estrategias es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Consideración de las características de los aprendices: factores psicológicos, biológicos, sociológicos y socioculturales.
- b) Conocimiento de los saberes generales y específicos del contenido curricular, así como del grado escolar de los aprendices.
- c) Delimitación de los objetivos del contenido escolar y planificación de las actividades pedagógicas.
- d) Monitoreo o vigilancia constante de la interacción entre el guía y aprendiz.
- e) Contemplación de la situación de enseñanza: el salón de clases, tiempo, disponibilidad de materiales para la enseñanza, clima del grupo...

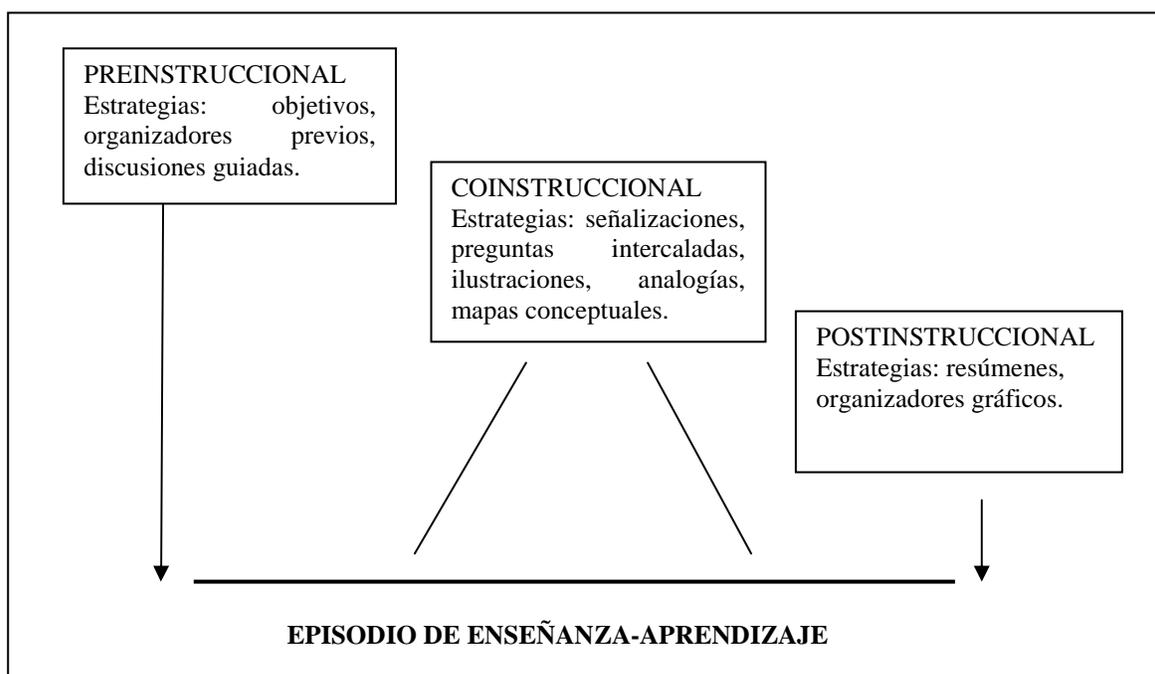
Tomando en cuenta las circunstancias anteriores, las estrategias de enseñanza pueden aplicarse en una sesión o secuencia de enseñanza-aprendizaje, la cual se divide en tres episodios: el preinstruccional, coinstruccional y postinstruccional. El primero consiste en el inicio del proceso, donde el alumno cuenta con su información previa, necesita recordarla y hacerla disponible, para ello las estrategias preinstruccionales preparan al sujeto a rescatar sus conocimientos previos. Tales herramientas consisten en la presentación de los objetivos y organizadores previos.

El episodio coinstruccional es cuando la persona recibe la información nueva para ser relacionada con sus esquemas del conocimiento. El papel de las estrategias coinstruccionales es facilitar la atención y detección de la información importante para su codificación y relación con los saberes y experiencias previas. En este caso, las estrategias consisten en ilustraciones, analogías, redes y mapas conceptuales.

²⁷ Díaz y Hernández, p. 40.

Por último se encuentra el episodio postinstruccional, aquí la información ya ha sido procesada y el educando forma una visión integradora entre los datos y experiencias previas con las nuevas referencias. Las estrategias postinstruccionales tienen por objetivo valorar el aprendizaje; ejemplos de ellas son los resúmenes, organizadores gráficos, redes y mapas conceptuales. Ver la figura 1.14 donde se enlazan los episodios de enseñanza-aprendizaje con las estrategias. En la figura 1.15 se describen éstas últimas.

FIGURA 1.14 Episodios de enseñanza



FUENTE: Adaptación de la figura de “Tipos de estrategias de enseñanza, según el momento de su presentación en una secuencia enseñada” en Díaz y Hernández, p. 37.

FIGURA 1.15 Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos

A. Preinstruccionales	
- Objetivos	Describen las intenciones y resultados que se pretenden lograr por parte de los educandos al término de la sesión de enseñanza-aprendizaje.
- Organizadores previos	Conjunto de proposiciones y enunciados cuyo contenido es la información referente a conocimientos previos. Este recurso puede combinarse con el uso de imágenes.
- Discusiones guiadas	Son similares a debates, el profesor funge como moderador dando oportunidad al diálogo y expresión de los alumnos sobre la información previa necesaria para el aprendizaje del contenido escolar.
B. Coinstruccionales	
- Señalizaciones	Son de dos tipos, de forma oral o escrita. En el discurso oral se emplean frases para indicar la información más relevante para el aprendizaje del estudiante. En cuanto a su uso en textos escritos, éstas pueden resaltarse mediante el empleo de cursivas, o subrayar la letra de los conceptos y definiciones más importantes; también se emplean símbolos como de interrogación, o figuras de un foco o de estrellas.
- Preguntas intercaladas o insertadas	El docente formula preguntas referentes al tema desarrollado, así los aprendices deben focalizar su atención. Esta estrategia no debe confundirse con los cuestionarios de evaluación.
- Ilustraciones	Consisten en representaciones o reproducciones gráficas de la información por aprender. Son muy útiles porque complementan el discurso oral o escrito al comunicar ideas, objetos y procedimientos que no se encuentran disponibles en forma física en el salón de clases. Las ilustraciones van desde fotografías, dibujos, pinturas y gráficos. Los gráficos representan y relacionan información cuantitativa con cualitativa.
- Analogías	Es la comparación de dos o más objetos, procesos o procedimientos. Sirven para hacer un símil entre una cosa u otra y así facilitar su comprensión.
- Mapas y redes conceptuales	En éstos se relacionan los conceptos y proposiciones relevantes de un tema. Un concepto es la palabra o término concreto que hace referencia a la definición de una idea u objeto, mientras una proposición es la vinculación de dos o más conceptos, construyendo así un enunciado. Los mapas conceptuales relacionan conceptos y proposiciones de manera jerárquica mediante flechas o líneas. En una red conceptual no necesariamente se sigue una jerarquía determinada, pero sí una coherencia para explicar el tema desarrollado, también se hace uso de flechas, líneas o curvas para enlazar ideas.
C. Postinstruccionales	
- Resúmenes	Es la síntesis de información trascendente de un discurso oral o texto escrito. Aquí se remarcan ideas, conceptos, proposiciones claves, las cuales el escolar debe aprender y recordar.

- Organizadores gráficos	Comúnmente conocidos como cuadros sinópticos, su forma es similar a una tabla con sus filas y columnas donde se organizan los conceptos, sus particularidades o definiciones. Dentro de estos organizadores también se consideran a los mapas y redes conceptuales.
--------------------------	---

1.4.6 La evaluación del aprendizaje significativo

En el Siglo XXI se está enfatizando el hecho de pedir resultados cuantificables de la mayoría de las actividades humanas, ejemplo de ello es la certificación de organismos públicos y privados, y, por ende, en materia de educación.

Los constructivistas sostienen la postura de que la evaluación del conocimiento no es una tarea sencilla, porque se debe medir el grado de significatividad de los conocimientos; esto es la complejidad, la coherencia y la cantidad de relaciones construidas entre los esquemas de conocimiento. Ello está en revisión permanente, pues los educandos deben recuperar sus saberes previos para incorporar la nueva información.

Por otra parte, cuando se evalúa a los estudiantes a través de exámenes, los resultados miden conocimientos aprendidos, en su mayoría, por memorización, carentes de una reflexión. Los resultados sólo proporcionan una fotografía instantánea que cuenta para un momento y tiempo determinado, mide los saberes de ese grado escolar, pero no la verdadera apropiación.

Los exámenes escolares son un paso en materia educativa, debe haber instrumentos encargados para medir los resultados y evaluar si los alumnos han comprendido y se han apropiado de algo. La discusión entre los pedagogos se centra en el diseño y utilidad de los materiales disponibles para evaluar, así como en la confiabilidad de sus resultados.

Los constructivistas mencionan que al evaluar al aprendiz también se está evaluando al guía, porque es quien diseña las estrategias de la enseñanza, delimita los conocimientos previos necesarios para su comprensión y es un orientador en el aprendizaje significativo. En el aprovechamiento del escolar se refleja la labor del docente.

En síntesis, una evaluación tipo constructivista propone tomar en cuenta factores del proceso enseñanza-aprendizaje tales como: las relaciones significativas establecidas por el educando entre los datos ya existentes y los nuevos, la capacidad del educador para enseñar (junto con sus estrategias, materiales y herramientas empleadas), el contexto donde se produjo la situación del aprendizaje y por último, el grado de sentido otorgado por el alumno al acto de aprendizaje.

Medir todo esto es una tarea compleja, pero lo importante es que el resultado de un aprendizaje se pueda evaluar por su funcionalidad, entendiéndola como la posibilidad de recuperar los aprendizajes significativos para su utilización en la producción de nuevos significados a lo largo de la vida.

Además, la utilidad se traduce en la aplicación de estos aprendizajes en atmósferas diferentes a donde se construyeron. Se debe aprender a no desfasar lo aprendido en la escuela, con respecto a situaciones comunes.

1.5 LA INTERACTIVIDAD, LA INTERACCIÓN Y LA TEORÍA CONSTRUCTIVISTA EN LOS CENTROS Y MUSEOS DE CIENCIAS

La teoría del constructivismo tiene una eminente aplicación en el aprendizaje de los visitantes de museos. Varios de estos lugares se han creado con la característica de ofrecer a los visitantes una variedad de equipos interactivos. Numerosas personas piensan en este punto como el contacto manual o la acción de manipular algún dispositivo; pero, para establecer una interactividad no sólo basta con esto, el equipamiento debe transmitir un mensaje al receptor.

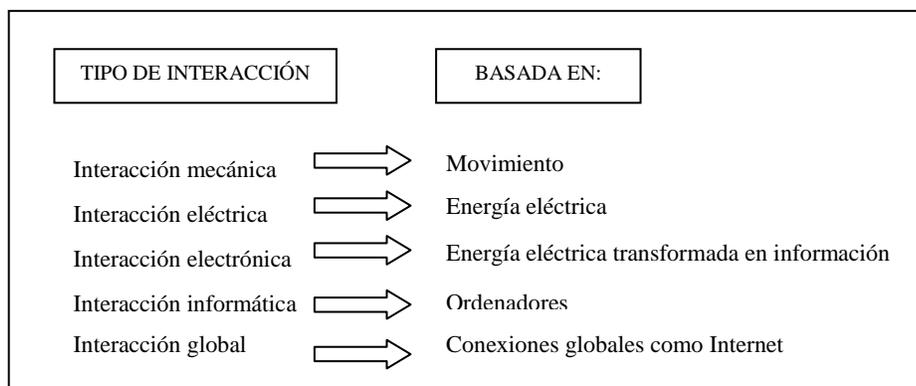
Algunos museógrafos y museólogos consideran que con la simple observación directa de un objeto ya se está interaccionando, pues el humano extrae información y la transforma en un conocimiento. Juan Antonio Lleó²⁸ plantea cinco tipos de interacción²⁹:

²⁸ Juan Antonio Lleó, “Arte interactivo”, en Antonio Dyaz y Julián Aragonese, *Arte, placer y tecnología* (Madrid: Anaya Multimedia, 1995), pp. 42-43.

²⁹ Se emplea la palabra “interacción” para respetar el concepto del autor, aunque el término adecuado sería “interactividad”, porque es una relación objeto-sujeto.

- a) Interacción mecánica: ocurre en los objetos hechos con base en el movimiento de los cuerpos, empleando fuerzas como la gravedad, la atracción de los cuerpos, la resistencia, entre otras. Estos mecanismos se apoyan exclusivamente en el movimiento sin emplear sistemas más elaborados como circuitos eléctricos. Ejemplos de ello se tiene a la polea, los péndulos, las palancas.
- b) Interacción eléctrica: es cuando los equipamientos mecánicos son enriquecidos o complementados con energía eléctrica para proporcionar potencia o transformación de energía, como puede ser luminosa o calorífica. Ejemplo, los focos de luz, las lámparas, la palanca eléctrica.
- c) Interacción electrónica: en este caso los equipamientos necesariamente emplean la energía eléctrica para transformarla o mostrarla en información, como en los aparatos reproductores de sonidos, los timbres, los sistemas de video.
- d) Interacción informática: éstos son sistemas de mayor complejidad, como el empleo de ordenadores, robots o piezas de realidad virtual.
- e) Interacción global: se refiere a la interacción practicada entre los usuarios e Internet, donde se unen diversos sistemas informáticos, pues a través de su empleo podemos hacer visitas virtuales a museos y apreciar sus exhibiciones. Ver figura 1.16.

FIGURA 1.16 Los cinco tipos de interacción de acuerdo con Juan Antonio Lleó



Aunado a estos tipos de relación sujeto-objeto, María del Carmen Sánchez Mora³⁰ menciona que se han encontrado cuatro niveles de interacción³¹ al momento de ponerse en contacto un individuo y un equipo, lo cual corresponde a la investigación realizada por Elsa Feher y Karen Rice:

- a) Nivel de experimentación: por curiosidad, la persona se acerca al *display* y entra en contacto con éste; desea saber cómo funciona. Esta acción es emocional más no cognitiva.
- b) Nivel de exploración: el sujeto manipula el equipo, juega con él, lo toca, lo ve, lo examina.
- c) Nivel cognitivo: el individuo se forma una explicación sobre el objetivo del equipamiento, construye un modelo en su mente del mensaje transmitido.
- d) Nivel de expansión: el sujeto generaliza y relaciona su experiencia al manipular el dispositivo con el contenido general del museo y con otros aparatos. Ver figura 1.17

FIGURA 1.17 Los cuatro niveles de interacción de acuerdo con Elsa Feher y Karen Rice

NIVEL DE INTERACCIÓN	SE DISTINGUE POR:
Experimentación	Primer acercamiento con el equipo
Exploración	Manipulación del dispositivo
Cognitivo	Formación de una explicación sobre el objetivo del equipamiento
Expansión	Relación de la experiencia con equipamiento, hacia el contenido general del museo

Se podría pensar en la efectividad de un equipo si produce los cuatro niveles de interactividad, pero el objetivo general de un dispositivo es transmitir un mensaje y éste sea enlazado con la información previa, lo cual conlleva a la construcción de un nuevo significado. Esto se obtiene con la participación activa de la persona sobre los objetos físicos.

³⁰ María del Carmen Sánchez Mora “La función educativa de los museos de ciencias” en Luisa Fernanda Rico Mansard [et al.] *Museología de la ciencia: 15 años de experiencia Universum* (México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007), p. 116.

³¹ *Ibid*, pie de página 29.

Otros tipos de aprendizaje son el modo simbólico (o cognitivo) y el icónico, en el primero, la obtención de aprendizaje es a través del lenguaje, conceptos e ideas abstractas; en el segundo, es con el apoyo de representaciones gráficas de la realidad, o imágenes.

Para lograr un aprendizaje de modo representativo o significativo, los equipamientos requieren diseñarse para favorecer la modificación del o los conocimientos previos, presentando los temas difíciles de forma paulatina, sin llenar de información las instrucciones de uso de las cédulas. Además, deben ayudar a experimentar sentimientos de asombro y diversión. Todo esto es muy difícil, porque muchos de los actuales dispositivos en un museo sólo estimulan la observación directa.

De acuerdo con Eilean Hooper-Green-Hill citado por Elaine Reynoso Haynes expone que el aprendizaje obtenido en un museo será significativo de acuerdo a la actividad realizada y el nivel de compromiso del usuario en esta acción, porque generalmente “recordamos el 10% de lo que leemos, 20% de lo que hacemos, 30% de lo que vemos, 70% de lo que decimos y 90% de lo que decimos y hacemos.”³²

Sea mediante los equipamientos, las exhibiciones, el contenido de las salas temáticas y actividades extras, una de las finalidades de los museos científicos, es ser un apoyo a la educación formal para fomentar el aprendizaje. Por lo tanto, se espera que tenga metas educativas y persiga propósitos similares a los programas escolares.

Al museo científico se le ha considerado como un ambiente educativo porque propicia la interactividad e interacción; además, permite al sujeto la libre exploración de su contenido temático. Es decir, el visitante es responsable de su aprendizaje, lo hace a su propio ritmo, elabora inferencias, mide sus capacidades y se percata de lo entendido, así como de lo no comprendido.

³² Elaine Reynoso Haynes “Actividades de comunicación directa en un museo de ciencias”, en Rico y Sánchez, p. 169. Los porcentajes se refieren a las acciones a través de las cuales se aprende, más no son una proporción para sumar el 100 por ciento.

Concebir al museo como medio educativo y apoyo a la educación formal es válido cuando produzca en su público la comprensión de los mensajes a través de una experiencia personal, la participación en talleres y experimentos, observación activa de objetos y ejemplos físicos reales (no solamente representados por gráficos como generalmente sucede en las aulas).

Una visita escolar, individual o en conjunto, será exitosa si cumple con dos puntos. Uno, la planeación por parte de la escuela y de sus profesores en cuanto a la delimitación de los conceptos, hechos o fenómenos científicos en los cuales los estudiantes deben enfocar su atención. Y dos, posterior a la visita los docentes deben reafirmar las ideas y aclarar las dudas de los educandos. Con esto se evita la conducta frustrante de querer participar activamente y ver todo el museo en un único día.

Tal éxito no recae exclusivamente en la escuela y la capacidad de los estudiantes para aprender, también se halla el servicio del personal del museo y la forma como es presentada la información. Asimismo, es indispensable la disposición de los servidores para exponer la información del contenido temático del museo y aclarar las dudas del público.

La información sobre el contenido del espacio puede hacerse accesible al público con medios escritos o audiovisuales, con la elaboración de guías para maestros o alumnos, y su publicación en la página de Internet. Todo esto facilitará la elaboración de aprendizajes significativos.

Por otro lado, al ligar el papel del museo con una marcada labor educativa se cae en el error de pensar que los visitantes deben aprender de la misma forma como en la escuela, esto es, de forma acumulativa. En razón de lo anterior, varias evaluaciones sobre lo aprendido en estas instituciones se habían centrado en estudiar qué se aprende, en lugar de preguntarse cómo se aprende³³.

³³ Sánchez Mora, p. 116.

No se debe medir el aprendizaje adquirido en un museo del mismo modo como se hace en la escuela porque el contexto es diferente. El recorrido de los visitantes se encuentra determinado por tres contextos: a) Físico: condiciones, estructura y espacios del edificio del museo; b) Social: determinado por las relaciones establecidas entre el visitante con los otros asistentes y los servidores del centro; c) Personal: son las actitudes, conocimientos, intereses, disposición y razones por las cuales se acude al lugar.

Entonces, si se piensa en el museo científico como una extensión de la escuela se está limitando su papel como medio de divulgación de la ciencia, de apoyo a la educación formal y de herramienta para fomentar la educación informal.³⁴ La visita debe ser entretenida y disfrutable, debe generar asombro, sorpresa y diversión; de lo contrario, no ofrecería una forma diferente de acercarse al conocimiento científico.

En un museo interactivo y científico, el público es impulsado a construir sus propios conocimientos a través de su interactividad con los equipamientos y su interacción personal y social con los otros actores; de esta forma, ellos enlazan sus experiencias y conocimientos previos con la información proporcionada en el centro científico y así llegan a sus propias conclusiones sobre las exhibiciones.

El centro busca retar a las personas a formularse preguntas, esto es fomentar un estado de desequilibrio del conocimiento para que, mediante la información expuesta en el museo y una actitud activa del sujeto, sea capaz de modificar sus saberes y elaborar un nuevo significado.³⁵

³⁴ De acuerdo con María Teresa Josefina Pérez de Celis Herrero la educación informal consiste en la serie de aprendizajes que el individuo adquiere durante toda su vida, puede ser de manera intencional o no, es relativamente desorganizada y sin planificación. La educación no formal, es un apoyo a la formal, tienen una estructuración e intencionalidad, es una educación permanente y no dependiente del ámbito escolarizado. Hay muchas instituciones que ofrecen esta posibilidad de aprendizaje, para ello delimitan y definen sus propósitos, así como sus públicos, como ejemplos de las actividades se encuentran cursos extracurriculares y talleres. María Teresa Josefina Pérez de Celis Herrero, *La investigación evaluativa del proceso educación-comunicación en los museos* (tesis de maestría en Enseñanza Superior; México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Ciudad Universitaria, 2003), p. 5.

³⁵ Tim Caulton, *Hans-on exhibitions. Managing interactive museums and Science Centres* (2 ed.; New York: Routledge, 1998) p. 2.

CAPÍTULO 2. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

La mitad del siglo pasado y lo transcurrido de éste se han caracterizado por un mejoramiento en la calidad de vida de los seres humanos. Asimismo la expectativa de vida del hombre es de 75 a 80 años de edad –en países desarrollados-, gracias a los avances en Química, Medicina y Biología. De hecho, a este Siglo XXI se le ha denominado como el *Siglo de la Biología*³⁶ por los descubrimientos, investigaciones, técnicas y tecnologías de las ciencias de la naturaleza y la salud.

Sin embargo, cuando millones de personas en el mundo: mujeres, niños, individuos en situaciones de pobreza, con capacidades especiales o limitaciones físicas han podido acceder al sistema educativo; la ciencia, su técnica, su método, sus hallazgos, sus implicaciones y aplicaciones se encuentran alejadas del quehacer diario y de la cultura general. La ciencia sigue siendo un saber compartido por los estudiosos e investigadores con formación académica, distante de la mayoría de la población en nuestro país.

Ante tal situación, pioneros en el siglo pasado como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Universidad Nacional Autónoma de México y otras instituciones comenzaron el esfuerzo por acercar y hacer comprensibles los conocimientos científicos para el grueso de la población; esto es la divulgación de la ciencia.

En primer lugar, es necesario precisar y definir la palabra divulgar porque se emplea indistintamente y descuidadamente. El término significa: “publicar, difundir un mensaje entre el público; más específicamente, poner al alcance de todo el mundo un tema complejo, cultural, científico o técnico”.³⁷ Esta palabra es similar en contenido a *vulgariser* en francés y *to popularize* en inglés. La primera se refiere a hacer del conocimiento público, propagar, difundir conocimientos hacia un numeroso grupo de personas³⁸; en cuanto al segundo término, se

³⁶Patricia De la Peña Sobrazo, “El siglo de la Biología”, en *El Faro, la luz de la ciencia*: boletín informativo de la Coordinación de la Investigación Científica UNAM, VII, no. 82, (México, D. F.: 10 de enero, 2008). pp. 13-14.

³⁷Ignacio H. de la Mota, *Diccionario de la comunicación, artes, ciencias y técnicas*, II (4 vols.; México: Noriega Editores, 1994), p. 462.

³⁸*Le petit Robert. Diccionario de la lengua francesa* (Francia, París: Diccionarios Le Robert, 2003), p. 2812.

entiende como hacer de forma sencilla y entendible algún concepto, término o conocimiento complejo, para la gente ordinaria.³⁹

En las tres definiciones se aprecia el énfasis por extender “hacia un público numeroso, para la gente común u ordinaria”, aunque en la definición de la palabra anglosajona se advierte un elemento más y es “hacer de forma sencilla y fácil un tema complejo”, en esto consiste precisamente la labor de divulgación científica.

El concepto cuenta con muchos sinónimos como: difusión de la ciencia, comunicación de la ciencia, “popularización de la ciencia, diseminación del conocimiento, alfabetización científica, aculturación científica, periodismo científico o educación no formal.”⁴⁰

Luis Estrada puntualiza la diferencia entre *difundir* y *divulgar*,⁴¹ la cual radica en el público destinatario de la información. La primera significa propagar información hacia un grupo de personas especializadas quienes comparten los conocimientos, saberes, destrezas y técnicas de una misma área del conocimiento científico, disciplinario o técnico. Ejemplos de difusión son las conferencias entre médicos, las publicaciones periódicas en cada facultad o licenciatura universitaria, los simposios entre especialistas de Geofísica, por mencionar algunos.

En tanto que divulgar científicamente es propagar información hacia un público numeroso y no especializado en temas científicos, dentro del cual se incluyen a los especialistas, investigadores y científicos de otras áreas distintas al conocimiento divulgado, porque es imposible conocer todo y dominar varios campos del saber.

Para Luis Estrada la divulgación contempla el uso de habilidades, destrezas, empleo del lenguaje coloquial en lugar del lenguaje especializado, estrategias y la utilización de diversos medios de comunicación. Por ello, esta actividad no se limita a propagar información, sino que “es una labor creativa ya que consiste en dar al público una versión de la ciencia elaborada para

³⁹ *Oxford Dictionary* (5ª ed., Estados Unidos de Norteamérica, Nueva York: Oxford University Press, 2005), p. 1171.

⁴⁰ Guadalupe Zamarrón Garza, “Divulgación de la ciencia. Un acercamiento”, en Juan Tonda, Ana María Sánchez y Nemesio Chávez, coordinadores, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002), p. 345.

⁴¹ Luis Estrada Martínez, “Divulgación de la ciencia”, en Antología, p. 146 y mismo autor “La divulgación de la ciencia” en Luis Estrada [et al.], *La divulgación de la ciencia* (México D. F.: Cuadernos de Extensión Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981), pp. 59-75.

él. No hay que olvidar que aunque se trate de presentar la misma ciencia de los investigadores, las necesidades y los intereses del público son diferentes a la de esos especialistas.”⁴²

Ana María Sánchez Mora la define como “una recreación del conocimiento científico para hacerlo accesible al público”.⁴³ El precisar el término depende de la época y el grupo de personas quienes lo lleven a cabo; de hecho, esta misma divulgadora reconoce la existencia de tres enfoques para precisar a la divulgación científica. El primero concierne a los comunicólogos y franceses quienes están interesados en el proceso de la comunicación, junto con sus elementos y, sobretodo, pone especial énfasis en la transmisión de un mensaje.

La segunda vertiente corresponde a los ingleses, cuyo enfoque es la producción del discernimiento al popularizar la ciencia. Y por último, se tiene el enfoque integrador de las humanidades y la ciencia, donde la recreación literaria juega un papel fundamental para comunicar los conocimientos del universo.

Al revisar la bibliografía de esta labor, no se le puede considerar como simple y llanamente traducción de la ciencia, porque, en palabras de Juan Tonda Mazón:

“Una característica importante de la divulgación es la de recrear el conocimiento científico a partir de la creatividad, conocimientos e imaginación del divulgador... Es una tarea artística en la que se combinan la sencillez, la estructura, la riqueza del lenguaje, la motivación, el desarrollo del conocimiento científico, la capacidad para transmitir la belleza de un resultado, la capacidad para dirigirse a un público determinado, el uso del lenguaje, la presentación, las imágenes visuales, la síntesis visual, la reiteración, las analogías, el contexto, todas ellas características que deben ser desarrolladas por un buen equipo de divulgación.”⁴⁴

En síntesis, la divulgación de la ciencia es la recreación y comunicación de la ciencia y su técnica, su método científico, sus conocimientos, sus hallazgos y sus resultados hacia un público no especializado. Todo esto a través de un lenguaje ordinario y sencillo, utilizando estrategias y medios de comunicación.

⁴² _____, “Divulgación de la ciencia. Un acercamiento”, en Antología, p. 146.

⁴³ Ana María Sánchez Mora, *La divulgación de la ciencia como literatura* (México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998), p. 17.

⁴⁴ Juan Tonda Mazón, “¿Qué es la divulgación de la ciencia?”, en Antología, p. 330.

Aquí se puntualiza que divulgar ciencia no es hacer ciencia, porque ésta tiene su propio método, su lenguaje, su comunidad de especialistas; más bien es una “versión de la ciencia”⁴⁵ elaborada para el público no especialista en la materia.

Tampoco se le puede considerar como investigación científica, pues ésta genera conocimientos y la divulgación comunica estos saberes; del mismo modo no hay que compararla con enseñanza o educación formal, ya que esta labor no se rige por un sistema de certificación, ni es obligatorio para el público. El divulgar ciencia trata de interesar y explicar a un público voluntario, los hechos y fenómenos del universo estudiados por la ciencia y la tecnología.

Los orígenes por divulgar la ciencia en México no se limitan exclusivamente al siglo pasado; ha sido un esfuerzo nacional e institucional desde 1825, cuando el director del Museo Nacional, Isidro Ignacio Icaza, especificó en el reglamento del citado museo⁴⁶ las acciones de conservar y resguardar los documentos, colecciones de historia natural así como objetos científicos, que mostraban las características propias de México. Asimismo, esta institución contaba con un boletín donde se hallaba información de las actividades del museo y de los objetos situados en sus vitrinas. También existían los *Anales*, una publicación que explicaba los hallazgos obtenidos por los arqueólogos de aquella época.

Otro hecho sobresaliente de la recreación del conocimiento científico tuvo lugar en 1915, cuando se inauguró la Dirección de Estudios Biológicos a cargo de Alfonso L. Herrera, quien puntualizó las tres labores de la institución en su discurso de apertura del organismo: “trabajos de investigación, trabajos de vulgarización y exhibición, así como trabajos de aplicación”.⁴⁷ Para llevar a cabo la segunda función se contemplaba la realización de “publicaciones, conferencias, donaciones, clasificación y exhibición de colecciones, clases prácticas, visitas al museo por el público en general y los alumnos de las escuelas oficiales y particulares”.⁴⁸

⁴⁵ Estrada, “Divulgación de la ciencia”, en Antología, p. 139.

⁴⁶ Consuelo Cuevas Cardona, “Historia y divulgación de la ciencia en México”, en Antología, p. 123.

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ *Ibid.*

Como se aprecia en el párrafo anterior, Alfonso L. Herrera vislumbró las estrategias de divulgación científica como proporcionar “clases prácticas al público en general y los alumnos de las escuelas oficiales y particulares” y así, comenzó a delimitar los posibles públicos.

Entre medios escritos empleados en la difusión de la ciencia en el Siglo XIX se han encontrado *La naturaleza*, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Arzate* y *Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos*. En cuanto a divulgación, se encuentran *El Mosaico Mexicano* de 1840, *El Museo Mexicano*, publicada de 1843 a 1846, donde se comenzaron a tratar temas científicos nacionales, dejando de ser meras traducciones de otros artículos publicados en francés o inglés. En 1844, se editó *El Liceo Mexicano* y, en 1865, surgió *El Año Nuevo*, periódico semanario de literatura, ciencias y variedades.⁴⁹

Casi un siglo después, el 12 de agosto de 1959, se creó la asociación civil de la Academia de la Investigación Científica⁵⁰, cuyo objetivo primordial era conjuntar a los investigadores de diversas áreas científicas para dar a conocer sus investigaciones y proyectos, así como crear una red de discusión entre esa comunidad.

En 1996, la Academia de la Investigación Científica se convirtió en la Academia Mexicana de Ciencias, cuyo objetivo se amplió, porque se concentró en elaborar y desarrollar programas de investigación científica para el gremio de esa índole y para el grueso de la sociedad. Actualmente esta Academia tiene como propósitos:

1. “Promover el diálogo entre la comunidad científica nacional e internacional.
2. Orientar al Estado Mexicano y a la sociedad civil en los ámbitos de la ciencia y la tecnología.
3. La producción de conocimiento y su orientación hacia la solución de los problemas que atañen al país.
4. Fomentar el desarrollo de la investigación científica en diferentes sectores de la población.
5. Buscar el reconocimiento nacional e internacional de los científicos mexicanos.

⁴⁹ *Ibid*, p. 121-129.

⁵⁰ Academia Mexicana de Ciencias [en línea], México, Dirección URL: <http://www.amc.unam.mx/> (consulta: 26 de junio de 2007).

6. Contribuir a la construcción de una sociedad moderna, equitativa y justa.”⁵¹

Se hace la especificación que la AMC no tiene como tal el objetivo de divulgar ciencia, pero sí se encuentra comprometida con la comunicación de la ciencia; esto está implícito en su segunda finalidad. Para ello cuenta con el programa de *Domingos de Ciencia*, que consiste en una conferencia o *performances*, al mediodía, en el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad. Se tocan temas referentes a todos los campos del conocimiento científico y tecnológico, hasta aspectos de disciplinas como lingüística, filosofía e historia.

Otro punto interesante respecto a las actividades de la Academia Mexicana de Ciencias concerniente a la promoción y fomento del desarrollo del conocimiento científico, así como su acercamiento con niños y jóvenes se encuentran: La semana y verano de la investigación científica, Concurso de primavera de Matemáticas, La ciencia en tu escuela, Las olimpiadas de Biología, Geografía, Historia, Química. Igualmente, la AMC imparte seminarios de periodismo científico cuyo fin es “comunicar eficientemente la información científica y tecnológica”⁵².

Todos estos programas, más que divulgación científica, son un apoyo o fomento al sistema de educación formal, porque en los concursos se ponen en práctica lo aprendido en las instituciones educativas. Además, estas acciones tienen un sistema de evaluación, lo cual hace la diferencia con la divulgación de la ciencia.

Además de la existencia de la AMC se requería de un organismo federal. Por lo tanto, el 29 de diciembre de 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por disposición del Congreso de la Unión. Ésta es una organización descentralizada de la Administración Pública, cuya tarea consiste en la elaboración de las políticas públicas en ciencia y tecnología de nuestro país.

La meta del CONACYT es: “Consolidar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que responda a las demandas prioritarias del país, que dé solución a problemas y necesidades específicos, y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población; para ello se

⁵¹ *Ibid.*

⁵² *Ibid.*

requiere: contar con una política de Estado en la materia, incrementar la capacidad científica y tecnológica del país y elevar la calidad, competitividad y la innovación de las empresas.”⁵³

Su misión consiste en: “Impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México, mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica.”⁵⁴

En primera instancia se está confundiendo el concepto de meta y misión. La primera es un objetivo, pero delimitado en tiempo y cifras; mientras que el segundo es un sinónimo de objetivo o propósito; pero ahora con la proyección de identidad corporativa esta palabra se emplea más frecuentemente. Con respecto al CONACYT, la misión descrita por ellos es su objetivo principal y su meta, en realidad es su estrategia.

Ahora bien, con respecto a la relación del CONACYT con la divulgación científica, está planteada en su misión cuando señala “difusión de la información científica y tecnológica”, aunque no define su público ni emplea la palabra divulgación. Para cumplir el anterior propósito cuenta con distintas herramientas:

a) Medios escritos:

- La revista *Ciencia y desarrollo*, una publicación mensual con información de temas científicos, sociales, tecnológicos y humanistas, dirigida al público no especialista en esas temáticas.
- Publicaciones CONACYT: en este organismo se puede obtener la obra multicitada por los divulgadores *La ciencia para todos*, una serie con más de 200 títulos hecha por un equipo de profesores, investigadores, especialistas, científicos y divulgadores de la ciencia (coeditada por la Secretaría de la Educación Pública, el Fondo de Cultura Económica y el CONACYT).

⁵³ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [en línea], México, Dirección URL: <http://www.conacyt.mx> (consulta: 26 de junio de 2007).

⁵⁴ *Ibid.*

b) Medios electrónicos.

- Radio: programa titulado *Radio con Ciencia* transmitido por Radio Fórmula en el 103.3 FM., cuyo conductor es Lic. Miguel Ángel García y García, quien es el Director de Comunicación Social del CONACYT. Aquí se presentan temas científicos de actualidad mundial y nacional, con un formato para público no especialista; además, en cada programa se invitan a personajes destacados en el ámbito científico, tecnológico, de divulgación, de la función pública, de la política y empresarios relacionados con asuntos científicos.
- Internet: El CONACYT cuenta con su página en Internet que informa sobre sus servicios; uno de ellos es la *Agencia CONACYT* con datos referentes a noticias de los avances científicos y del quehacer de instituciones.

Otra herramienta de la multimedia es *Noti-Niños* enfocado principalmente al público infantil. Ésta es un apoyo para hacer tareas y trabajos escolares. También se encuentra la *Videoteca de Radio y Televisión*, un extenso material de consulta dirigido a todos los cibernautas.

c) Medios presenciales.

- La Semana Nacional de Ciencia y Tecnología es una actividad llevada a cabo año con año, en la penúltima semana de octubre y en toda la República Mexicana. Para su realización se acude al apoyo de centros de investigación, instituciones educativas, empresas, gobiernos estatales y museos de ciencia.

Esta Semana Nacional se enfoca al público infantil y juvenil; la intención consiste en dar a “conocer las múltiples 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.”⁵⁵

⁵⁵ *Ibid.*

Continuando con el tema de las instituciones dedicadas a la divulgación de la ciencia, se tiene a la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia A. C. (SOMEDICYT), creada el 12 de diciembre de 1986. Este organismo tiene implícito su propósito de divulgar ciencia, a pesar de no citarlo en su página en Internet. Simplemente se ha limitado en mencionar las actividades por las cuales la realiza:

- “Cursos de divulgación de la ciencia.
- Exposiciones sobre temáticas científicas.
- Talleres de ciencia para niños, jóvenes y maestros: estos talleres ofrecen a los maestros la oportunidad de actualizar su quehacer docente en el campo de la didáctica de las ciencias, con materiales y actividades de bajo costo que permiten acercar a sus alumnos a la ciencia con experiencias concretas.
- Participación continua de sus socios en los ciclos de conferencia de divulgadores para diferentes públicos, asimismo otorgan asesorías especializadas en diversos campos relacionados con la divulgación de la ciencia.
- El Congreso Anual y los simposios previos a éstos (con temática específica cada año), han sido factores determinantes para que en las ciudades donde se han llevado a cabo, se inicie y se mantengan hasta la fecha programas de divulgación científica a nivel local, que llegan a representar un valioso apoyo sobre todo para la formación de niños y jóvenes.
- Colección Básica del Medio Ambiente, que consta de 10 títulos, se han apoyado programas de Educación Ambiental en diversas escuelas de nivel básico y medio superior.”⁵⁶

Igualmente, en su página de Internet: <http://www.somedicyt.org.mx> se especifican las acciones para divulgar la ciencia:

- “La creación del Túnel de la Ciencia en la estación del Metro “La Raza” en la Ciudad de México, inaugurada el 30 de noviembre de 1988.
- La Casa de la Ciencia de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos.
- Una colección de 10 libros sobre el Medio Ambiente, dirigida a jóvenes.
- La constitución de un Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia, que se otorga anualmente desde 1992 a destacados divulgadores de la ciencia en México.

⁵⁶ Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A. C. [en línea], México, Dirección URL: http://www.somedicyt.org.mx/joomla/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1 (consulta: 26 de junio de 2007).

- La producción de un programa de radio de una hora de duración semanalmente, en la Radiodifusora de la UNAM. Se han realizado 253 programas, abordando un amplio espectro de temas científicos.⁵⁷

En sus actividades y proyectos por divulgar la ciencia se puede apreciar una falta de diferenciación entre su objetivo particular, sus estrategias y sus tácticas. No hay una categorización ni organización de la información; más bien ésta se centra en las actividades que ha llevado a cabo la SOMEDICYT.

Siendo una sociedad de divulgadores a nivel nacional debería contar con una página más creativa, con más datos referentes al quehacer de ella y no con un cúmulo de hipertextos y *links*, y sí con información concreta donde se proyecte su identidad (objetivo general, misión, visión, valores, proyectos, comunidad, noticias).

La falta de esto en su página refleja una carencia de planeación de comunicación y una identidad no definida. Como resultado, se convierte en un medio de comunicación de poco interés para consultar, y en una organización no atractiva para afiliarse y estar al pendiente de sus actividades con miras a participar en ellas.

Hasta este punto se ha hablado del esfuerzo nacional. Con respecto a la labor institucional de la máxima casa de estudios sobre comunicación de la ciencia, la UNAM, en 1980, fundó el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC) cuyas funciones consistían en:

- “Organizar y realizar actividades de comunicación de la ciencia, especialmente aquellas que sirvan como modelos y prototipos.
- Producir, distribuir, conservar y clasificar material para difusión de la ciencia.
- Realizar investigación aplicada a proyectos de comunicación de la ciencia.
- Formar y capacitar técnicos y especialistas en los diferentes aspectos de la comunicación de la ciencia.
- Asesorar y prestar servicios a otras instituciones que lo soliciten para la realización de planes de difusión del conocimiento científico.

⁵⁷ *Ibid.*

- Establecer relaciones e intercambios con otras instituciones nacionales y extranjeras, para el mejor cumplimiento de sus funciones. En particular, conocer y relacionarse con las dependencias universitarias que realizan actividades de investigación y difusión de la cultura”.⁵⁸

Después de 17 años, el 6 de octubre de 1997, el CUCC se convirtió en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) y sus labores son:

- “Promover, organizar y realizar actividades de divulgación de la ciencia, particularmente entre la comunidad estudiantil.
- Producir, distribuir, conservar y clasificar material concerniente a la divulgación de la ciencia.
- Establecer criterios para la evaluación de la divulgación de la ciencia.
- Formar y capacitar personal en los diferentes aspectos de la divulgación de la ciencia.
- Establecer relaciones, asesorar y prestar servicios a otras instituciones, estatales y privadas, nacionales y extranjeras, para la realización de actividades de divulgación del conocimiento científico, en particular con las dependencias universitarias que realizan actividades de vinculación, docencia, investigación y difusión de la cultura”.⁵⁹

Se aprecia que a pesar del cambio de Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, sus objetivos son similares. Sin embargo, la DGDC da un paso adelante al definir a su público meta, en este caso la comunidad estudiantil y también, al percatarse de la necesidad de contar con criterios de evaluación para divulgación de la ciencia.

Con esta síntesis sobre la divulgación de la ciencia en México se aprecia que varias han sido las instituciones preocupadas por esta tarea, de fomentar su desarrollo y de reconocerla como una labor científica. En el siguiente apartado se encuentran los objetivos perseguidos por esta actividad.

⁵⁸ Martín Bonfil Olivera, “La divulgación científica: ¿de qué se trata todo esto? 2: Diagnóstico, evaluación y futuro”, en *Coloquio interno sobre divulgación de la ciencia. Abril – mayo 2000* (México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia y Universidad Nacional Autónoma de México, 2000), p. 76.

⁵⁹ *Ibid.*

2.1 POR QUÉ Y PARA QUÉ DIVULGAR LA CIENCIA

En primera instancia la divulgación de la ciencia permite a un público no especializado o familiarizado con los conocimientos, técnicas, métodos y hallazgos de la ciencia y sus ramas, comprender el mundo circundante; es decir, saber el porqué de los fenómenos de la naturaleza y de los hechos sociales.

A través de la divulgación de la ciencia, las personas pueden entender las causas y efectos de los fenómenos que ocurren en el planeta y así obtener un conocimiento racional, alejado del misticismo, de miedos y del pensamiento mágico-religioso, predominante aún en la mayor parte de la población mexicana.

El hecho de conocer el universo convierte a los individuos en seres racionales, lo cual genera seres analíticos, quienes no solamente hagan las cosas como autómatas, o sean unos consumistas desmedidos de bienes materiales y servicios, sino dueños del poder de saber y de elegir. Esto es cambiar de actitud para elegir qué hacer con los desperdicios caseros, para proteger el medio ambiente y evitar su contaminación, optar por educarse constantemente, escoger una calidad de vida mejor y las opciones disponibles para lograrlo.

Ahora bien, el poseer saberes científicos tanto de la naturaleza, la sociedad y la tecnología empleada a diario, enriquece los conocimientos generales del ser humano, por esto a la ciencia se le considera “patrimonio cultural”, tal como lo exponen Jacqueline Fortes y Larissa Lomnitz⁶⁰; o “patrimonio universal” de acuerdo con Luis Estrada Martínez.⁶¹

Además, el cúmulo de saberes científicos es para el beneficio de la sociedad; así el ser racional pasará a la acción para intentar controlar, manipular y convivir con el mundo donde vive y, de este modo, prevenir catástrofes naturales y sociales, padecimientos y enfermedades en la salud mundial; porque de nada sirven los conocimientos en una persona, sino se pasa a la acción en pro de los seres vivos, del medio físico y del contexto social.

⁶⁰ Jacqueline Fortes y Larissa Lomnitz, “Ideología científica y difusión de la ciencia” en La divulgación, p. 10.

⁶¹ Estrada, “Divulgación de la ciencia” en Antología, p. 139.

Otro aspecto ligado al propósito de divulgar la ciencia es educar; sí, educar en su sentido más amplio. Comprendiendo a este proceso como la formación e interiorización de conocimientos y explicaciones, junto con el desarrollo de habilidades o destrezas.

Desde esta perspectiva, el propagar los conocimientos de la ciencia apoya al ser humano en su proceso de aprendizaje sobre la naturaleza y la sociedad para poder comprenderlas; de esta manera, se está instruyendo a las personas a través de argumentos y experimentos validados por la ciencia que explica la relación causa-efecto de lo ocurrido en el universo que es observable, constante y en ocasiones medible.⁶²

La divulgación de la ciencia fomenta una educación constante y particular de cada individuo –educación informal- que es accesible para quien tenga el deseo de educarse por su cuenta y aprender significativamente, sin depender de horarios estrictos o de un lugar físico donde se impartan clases.

Una virtud de esta labor es su accesibilidad para todos, pues no es indispensable contar con conocimientos científicos muy detallados ni conocer su lenguaje especializado. Sólo depende del grado de compromiso de cada individuo para implicarse en el proceso de autoaprendizaje y destinar tiempo para ello. No existe una limitante para aprender sobre la ciencia, su técnica, sus métodos, aplicaciones, productos, nuevos enfoques, innovaciones, descubrimientos, lo importante es *querer hacerlo*.

Del mismo modo, esta actividad cumple como apoyo a la educación formal porque en muchas ocasiones los profesores explican términos como volumen, peso, reacción química – por citar algunos-, sin ofrecer un contexto amplio para relacionarlos con algo práctico.

Aunado a lo anterior, los métodos pedagógicos no son interactivos ni atractivos para el alumnado, no infunden la motivación por acercarse a ellos, en comparación con el uso y consumo de videojuegos, aparatos reproductores, así como las diferentes alternativas que ofrece el Internet.

⁶² Tenorio, *Cuadros*, cuadro 1.

Es aquí donde la divulgación de la ciencia juega un papel importante para apoyar a la educación formal, porque tiene el potencial de ser una herramienta que ligue lo aprendido teóricamente en las instituciones educativas con casos prácticos. Por ejemplo, en una exposición de un divulgador de la ciencia los alumnos tienen contacto directo con el expositor, y de este modo el público puede expresar sus ideas e inquietudes, sin temor a ser evaluados o calificados. O mucho mejor, esto puede generar más dudas y conducir a la motivación por resolverlas y aprender más.

Otra razón deseable para divulgar la ciencia es dar a conocer ante la niñez y la juventud, las áreas científicas y disciplinas disponibles para estudiar una licenciatura. Puede ayudarles a elegir una especialización adecuada a sus motivaciones por conocer y estudiar cierto fenómeno o problemática en el mundo y el universo; porque a veces por desconocimiento de un abanico de posibilidades sobre las diferentes licenciaturas, se hace una elección errónea de profesión.

Por otro lado, en esta propagación de conocimientos no solamente se considera al público no avezado en tema de ciencia, también está dirigida a quienes tienen una formación científica o disciplinaria diferente a la temática divulgada; porque es imposible saberlo todo y por medio de esto, los estudiantes, profesionistas, maestros y doctores se enteran de lo realizado en otros campos de estudio y comprenderlo de manera sencilla; y aún mejor, adaptando e integrando diferentes saberes a su área de estudio.

Un aspecto para apostarle a la divulgación de la ciencia es generar el desarrollo social y económico de un país. Si los ciudadanos, los gobernantes y legisladores de ambas cámaras cuentan con cultura científica, entonces se podrá invertir más en investigación científica; lo cual resultará en la creación de nuevos métodos para fomentar y controlar la salud de los habitantes; traerá consigo la generación de productos concebidos por científicos mexicanos para los mexicanos y podrá abrirse el camino con miras a dejar de ser un país consumista e importador de bienes, tecnologías y servicios de otras naciones.

Si lo anterior se lleva a cabo, nosotros seremos los gestores de soluciones a nuestras problemáticas, sea en la generación de recursos de energía disponibles en el medio ambiente, hasta modelos de comunicación eficaces entre Estado y ciudadanía, y así alejarnos de la tipificación de un país en vías de desarrollo.

Dentro de este mismo punto, en opinión de Paulino Sabugal, otra de sus funciones es “diversificar nuestro interés en relación con lo público”⁶³, porque en las noticias aparecen siempre las mismas figuras públicas: políticos y actores seleccionados por los medios de comunicación masivo-colectivos, sin tomar en cuenta a los demás personajes de la vida pública, como a los científicos, a los investigadores, quienes dentro de la ciencia básica, aplicada y la tecnología, trabajan en pro de la sociedad sin crear rumores o telenovelas para ser famosos.

Estos últimos, personas racionales comprometidas con su trabajo aparecen solamente en publicaciones especializadas; pero no son conocidos por el grueso de la sociedad, en comparación con funcionarios públicos, delincuentes y traficantes, con sus respectivos apodos o sobrenombres construidos por los medios de comunicación.

La divulgación de la ciencia también entretiene, dependiendo de la manera y los recursos por los cuales se comunique. Por ejemplo, la ciencia puede ser explicada y narrada mediante obras de teatro, *performances* y exposiciones itinerantes. Estos medios captan la atención del público porque no son monótonos ni tediosos.

Podemos considerar los canales de televisión especializados en este tema como el *Canal 11* del Instituto Politécnico Nacional con su serie anterior el *Mundo de Beackman*, los reportajes y documentales de *National Geographic Channel*, las series de *Discovery Channel* como *Ciencia cotidiana* o *Mythbusters*. En los cuales se explican y aplican los conocimientos de la ciencia a la vida diaria, por medio de imágenes y conceptos conocidos por el público, dejando a un lado el lenguaje complejo y riguroso.

Finalmente conocer la ciencia y aprender de ella, acrecienta la cultura del ser humano (entendiendo cultura como el cúmulo de conocimientos de diversa índole). Esto es entretenido para algunos, porque captura la atención y los sentidos, más aún cuando se está en la posibilidad de explicar la causa y efecto de ciertos fenómenos naturales y hechos sociales. Es una satisfacción propia, aunque a veces no se traduzca en una utilidad práctica e inmediata en la vida cotidiana, simplemente es útil por el *placer de saber*.

⁶³ Paulino Sabugal Fernández, “Divulgación científica ¿Para qué?”, en Antología, p. 300.

De este modo queda clara la existencia de un esfuerzo por apoyar y fomentar la actividad. Por ello es necesario contar con los divulgadores de la ciencia; los especialistas en comunicar el conocimiento científico de una forma entendible para el público no conocedor.

2.2 EL DIVULGADOR DE LA CIENCIA

Hace algunos años los primeros divulgadores de la ciencia no contaban con una formación para ejercer esta actividad, los pioneros eran investigadores o científicos quienes tenían una licenciatura o educación académica en ciencias y fueron impulsados por el deseo y la actitud social de transmitir qué estaba haciendo la ciencia y su utilidad en la sociedad. Así, su actividad comenzó a ejercerse de forma empírica.

En 1995, se creó en la UNAM el Diplomado en divulgación de la ciencia proporcionado por el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, el cual se sigue impartiendo en la DGDC. A partir del año 2003 se cuenta con la Maestría en Comunicación de la ciencia por parte del posgrado en Filosofía de la ciencia en la Facultad de Filosofía y Letras, también perteneciente a la máxima casa de estudios.

Estas dos especialidades son una solución a la formación académica de divulgadores de la ciencia, ya que no todos los científicos, investigadores y hasta comunicólogos con interés en comunicar y dar a conocer sus investigaciones, poseen la habilidad de comunicarse y expresar su cúmulo de saberes a un público no especialista.

Los principales obstáculos enfrentados⁶⁴ por estos actores son:

- La complejidad de términos y nociones científicas propias de cada área de estudio y dominadas por los científicos, los cuales son incomprensibles para el grueso de la sociedad e inclusive para personas con educación superior con diferente.
- Falta de habilidad en la expresión escrita, porque en muchas ocasiones no se fomenta el desarrollo de esta destreza en las licenciaturas.

⁶⁴ Estrada et. al., en *La divulgación*; Juan Tonda [et al.] en *Antología*; Ana María Sánchez Mora en *La divulgación y Primer encuentro de divulgación científica. 21 y 22 de septiembre de 1995* (México: Universidad Autónoma del Estado de México, 1995), pp. 98.

- Inseguridad, ausencia de soltura y fluidez en la expresión oral. Muchas personas tienen “pánico escénico”, lo cual dificulta comunicación cara a cara con el público.
- Desconocimiento sobre el uso de medios didácticos, visuales y de comunicación para transmitir un mensaje.

Ante estos factores, se han creado especialidades para formar divulgadores de la ciencia, porque no todos los científicos e investigadores pueden ser facilitadores del conocimiento científico; porque el primordial requisito es tener una actitud social o el deseo de compartir sus conocimientos con personas no preparadas en temas científicos y técnicos.

En consecuencia, las habilidades de un divulgador de la ciencia⁶⁵ son:

- Divulgar sólo el saber dominado plenamente. Es imposible conocer varias ramas del quehacer científico, por ello cada quien elige un área de especialización. De lo contrario, se comete una falta de precisión en las explicaciones y se corre el riesgo de no aclarar las dudas del auditorio.
- Conectar la idea divulgada con la vida de las personas, o bien, contextualizarlo con la experiencia. Muchas veces los seres humanos separan lo aprendido en la escuela de su vida diaria porque no han comprendido su utilidad.

Es más fácil divulgar un tema si se relaciona con algo cotidiano de la gente, como por ejemplo porqué nos enfermamos y cuál es el papel jugado por las bacterias y virus en este hecho.

- Elegir cuidadosamente el mensaje por divulgar. Este punto está íntimamente relacionado con la identificación de la audiencia, pues muchas veces aquello considerado importante por los divulgadores no lo es para el público:
 “...Muchos investigadores que desde las alturas asumen que lo que a ellos interesa tiene que ser de interés público y creen hacer divulgación cuando tratan de sustituir con sus mensajes crípticos la natural ignorancia del público no especializado.”⁶⁶

⁶⁵ *Ibid.*

⁶⁶ Horacio García Fernández, “Confesiones de un divulgador”, en Antología, p. 185.

Los divulgadores deben ser cuidadosos al elegir un conocimiento por comunicar; muchos pueden preferir divulgar sólo los temas noticiosos o novedosos de la ciencia. Sin embargo, existen conceptos de gran trascendencia a pesar del tiempo, como por ejemplo: el descubrimiento de los Rayos X o la compleja teoría de la relatividad de Einstein. El meollo radica en la forma, las herramientas y el medio para transmitir el mensaje.

- Ser conciso y breve. Esto es no enunciar cada detalle del conocimiento a divulgar, pues es frecuente la pasión por ahondar en determinados temas. Pero no se trata de un informe ante la comunidad científica o un trabajo de tesis. Los divulgadores se caracterizan por su sencillez en el lenguaje, su claridad, especificidad y concreción en la exposición de un contenido.⁶⁷
- Conocer y emplear las estrategias y medios de comunicación para transmitir el mensaje. Pueden ser orales, escritos, electrónicos, o combinados, pero sin perder de vista qué se quiere difundir; el contenido debe presentarse de una forma sencilla y si es posible divertida, para fomentar la curiosidad e interés de las personas.

En muchas ocasiones esto no sucede en la educación formal. Allí el profesor se convierte en un emisor quien no fomenta la participación de los alumnos, y sólo les exige la acreditación de las materias mediante la memorización de datos.

- Identificar al público. Es reconocer ante quienes se divulgará la ciencia, porque en primera instancia el nivel de conocimiento sobre el tema varía enormemente entre las personas. No es lo mismo una conferencia dirigida a jóvenes del nivel bachillerato que para visitantes ocasionales en un museo, los cuales pueden estar conformados por amas de casa, niños y adolescentes.

Hasta este punto se han señalado las habilidades del comunicador de la ciencia. Pero por otro lado, en un artículo de Martín Bonfil Olivera titulado “Los derechos del divulgador”⁶⁸ menciona las facultades de estos profesionistas, pues se puede esperar mucho de ellos como los únicos responsables en la popularización científica, sin considerar otros factores como el

⁶⁷ Martín Bonfil Olivera, “Los derechos del divulgador”, en Antología, pp. 38-44.

⁶⁸ *Ibid.*

apoyo económico para la realización de su labor, la disponibilidad de los medios de comunicación e inclusive el apoyo institucional y de la comunidades científicas.

Uno de los derechos mencionados por Bonfil es “derecho a tener su propia opinión”. Una vez presentado objetivamente el tema, el divulgador puede expresar su punto de vista. Por ejemplo, un comunicólogo científico cuyo tema es de los alimentos genéticamente modificados, puede expresar su sentir con respecto a la aprobación en el 2006 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

Otro derecho consiste en cobrar por su trabajo. Ésta es una profesión y por ende, es un servicio donde lo ofrecido es el conocimiento científico, digerido y decodificado para presentarlo a un público no conocedor de esos temas.

Y por supuesto, se ha debatido si los divulgadores forman o no parte de la comunidad científica. Lejos de este debate están los hechos, porque ellos han elegido esta vocación haciéndola una profesión, conocen la ciencia, “trabajan por ella”⁶⁹ y además saben cómo hacer llegar sus conocimientos a personas fuera de la esfera de investigadores y científicos.

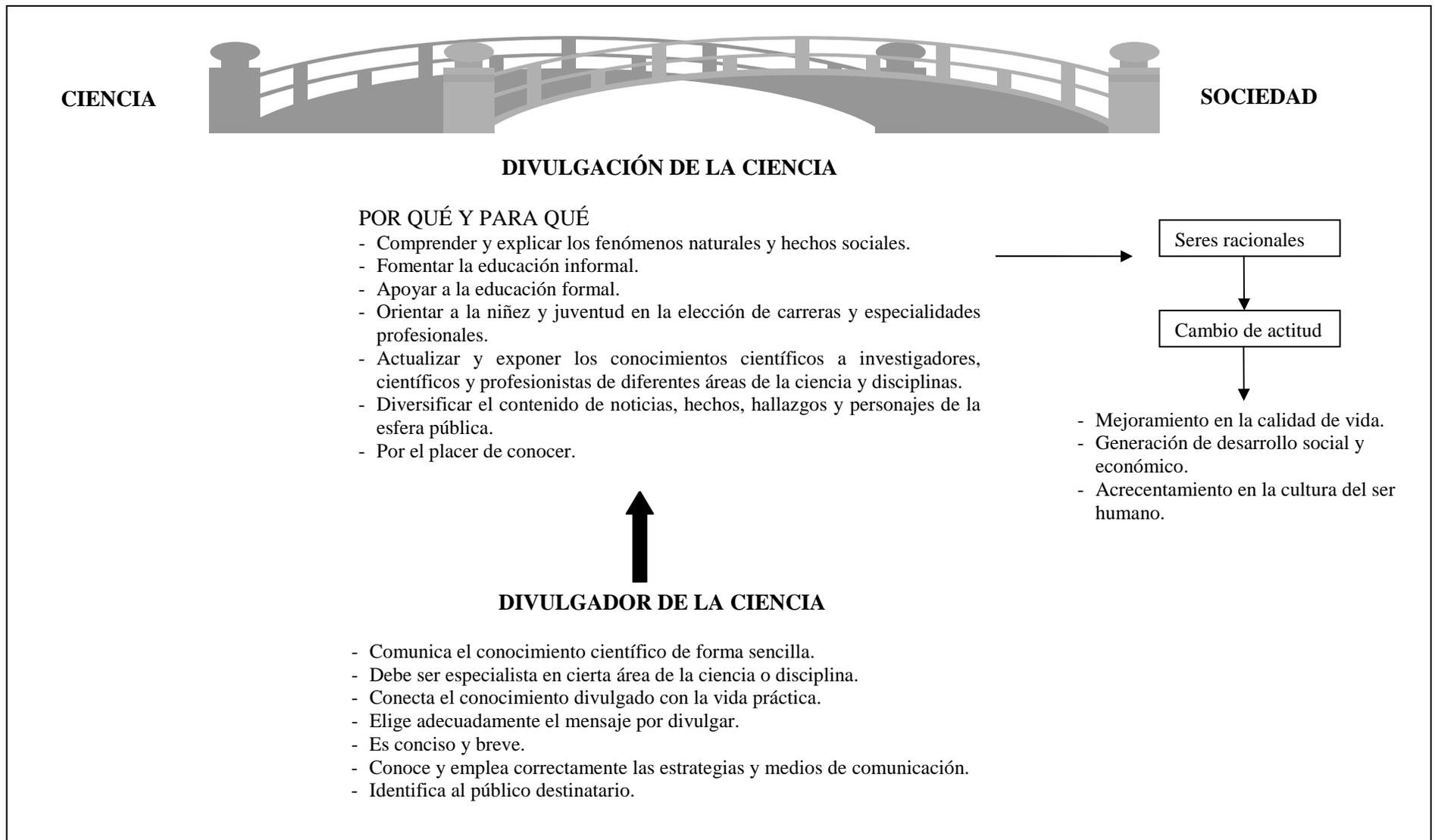
Ahora bien, un requisito para cursar el Diplomado en divulgación de la ciencia o la Maestría en comunicación de la ciencia, es contar con una formación científica o en Ciencias de la comunicación; con ello se está partiendo de cimientos, más no de la improvisación. Por consiguiente, este grupo tiene “el derecho a ser reconocido como parte de la comunidad científica.”⁷⁰

Con todo lo anterior se aprecia que el divulgador tiene la misión de ser un punto de enlace entre los científicos, la ciencia y el público no avezado en la materia. Para aclarar este punto ver la figura 2.1.

⁶⁹ *Ibid.*, p. 43.

⁷⁰ *Ibid.*

FIGURA 2.1 Divulgación de la ciencia



2.3 EL PROCESO DE LA COMUNICACIÓN HUMANA EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

En el capítulo primero de este trabajo se hizo una breve reseña sobre el proceso de comunicación humana, considerando que tiene lugar cuando se intercambia información. En la divulgación científica, entra en juego la comunicación, sus canales y posibles dificultades en la producción, transmisión y recepción del mensaje. Dicho proceso se divide en cinco etapas.

2.3.1 PRIMERA ETAPA. ELECCIÓN DEL MENSAJE PARA SU DIVULGACIÓN, E IDENTIFICACIÓN DEL PÚBLICO

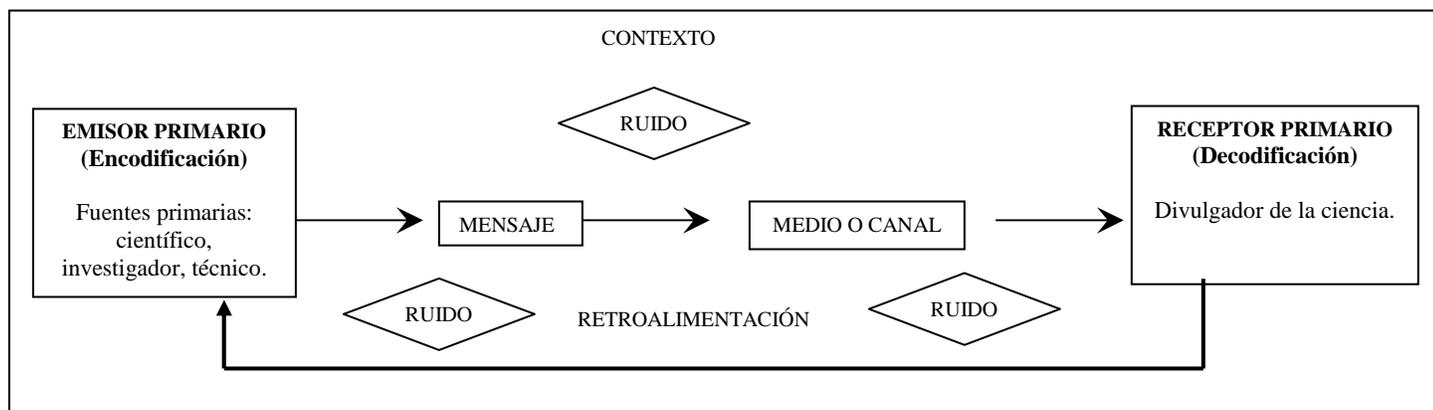
La primera etapa de la divulgación científica consiste en la elección e investigación del mensaje, así como la identificación del público. El divulgador puede auxiliarse en fuentes bibliográficas para buscar la información, tal caso son los libros de texto donde hay hechos básicos. También están los libros especializados, artículos impresos o en Internet (con una selección meticulosa sobre la veracidad de la fuente y el tratamiento de la información).

Aunado a la consulta en las fuentes bibliográficas, el comunicólogo científico está en la posibilidad de acudir a las fuentes primarias, es decir, al especialista, maestro o investigador: “Es mucho más fructífero y enriquecedor entrar en contacto con varios de ellos porque se puede tejer una red informativa... Y contar con varios enfoques o aspectos diversos sobre puntos relevantes, de controversia u oscuros además de ampliar la información.”⁷¹. En este caso los científicos e investigadores son los emisores primarios del mensaje, por lo cual la información contiene términos, conceptos y explicaciones llenas de un lenguaje especializado.

Una vez recabada la información, el divulgador se convierte en el receptor primario y emisor secundario porque es él quien además de obtener la información, la hará accesible para el entendimiento e interés del público no docto. Para explicar el primer paso del proceso de comunicación humana en la divulgación científica se presenta la figura 2.2.

⁷¹ Guadalupe Zamarrón, “Qué significa hacer divulgación de la ciencia”, en Primer encuentro, p. 31.

FIGURA 2.2 Primer paso del proceso de la comunicación humana en la divulgación de la ciencia



También en esta primera etapa el divulgador tiene que identificar al público meta para que empiece a considerar la forma cómo tratará la información, cómo la organizará y el tipo de lenguaje, apoyos visuales, técnicas y medios a emplear.

Sin embargo, en esta labor no existe una clara clasificación del público destinatario o receptor final, por lo cual se le ha denominado como “público general”. Ante esta situación María Luisa Rodríguez-Sala de Gomezgil y Aurora Tovar Ramírez realizan una clasificación del público y lo segmentan de acuerdo a un núcleo y “tres círculos” o públicos⁷². El primero es el núcleo o comunidad científica donde el científico pertenece, y los integrantes del grupo (otros científicos) comprenden los conocimientos, destrezas, técnicas y el metalenguaje de su área de estudio.

Después del núcleo se encuentra el primer círculo del sistema de comunicación constituido por los alumnos, colaboradores y colegas del mismo ramo del científico y/o investigador. El segundo círculo pertenece al público en general, y el tercero a la audiencia receptora de los mensajes de los medios de comunicación masivo-colectivos.

⁷² María Luisa Rodríguez-Sala de Gomezgil y Aurora Tovar Ramírez, “Comunicación científica en México. Algunos aspectos sociales”, en *La divulgación*, 44-46.

Estas autoras hacen una aproximación a la identificación de los posibles auditorios para quienes se divulga, porque ellas señalan como un problema enfrentado por la divulgación científica la poca precisión de los grupos de receptores. Por lo tanto, en el presente trabajo se propone una clasificación de los auditorios, con la finalidad de facilitar su identificación entre un grupo y otro, y se elabora en correspondencia con el grado de conocimientos ligados al nivel escolar de las personas.

Primeramente se parte del núcleo de comunicación que contiene a la comunidad científica –de cada área o disciplina del conocimiento-. Este grupo tiene maneras y medios formales e informales para difundir e intercambiar información: informes, revistas especializadas, congresos y sitios de Internet. Éste es el primer conjunto de personas donde se comunica el científico y difunde sus conocimientos a través del lenguaje especializado y comprensible entre ellos; de este modo, no se considera divulgación de la ciencia, sino como difusión.

El primer público o círculo estaría compuesto por los estudiantes de licenciatura y posgrado de áreas del conocimiento diferentes al núcleo, quienes poseen un bagaje cultural que les permite comprender más fácilmente conceptos e ideas científicas, porque estos conocimientos se les han proporcionado en la educación media superior y educación superior, pero sin llegar a ser especialistas como los integrantes del núcleo.

Para este grupo, la divulgación es una herramienta de actualización constante porque le permite conocer diversos campos del conocimiento. Es una ventana para que los estudiantes de licenciatura y posgrado estén al día en cuanto a la producción del conocimiento científico y diversifiquen su cultura, sus conocimientos, o también creen conexiones entre su área de estudio y las diversas ramas del saber.

Un segundo círculo estaría conformado por los estudiantes de bachillerato y secundaria, quienes están aprendiendo los conceptos iniciales de la ciencia. Sin embargo, con sus conocimientos básicos pueden comprender los mensajes divulgados.

El tercer círculo se conformaría por los estudiantes de primaria de 4º hasta 6º grado. Ellos cuentan con una aproximación a los conocimientos y términos iniciales sobre ciencia. Dentro de este grupo estaría localizado un subgrupo de los niños de 3er grado hasta descender a primer año de primaria, para quienes por su corta edad y limitado nivel escolar, la divulgación de la ciencia se hace más lúdica. Ante esta situación, se recurre a contar cuentos para explicarles la formación del universo o las funciones básicas de los seres vivos.

Un cuarto círculo estaría formado por quienes no han tenido acceso a la educación formal o no han concluido los niveles básicos de escolaridad. Muchos autores los denominan “público lego”; sin embargo es un término peyorativo y varios divulgadores como Luis Estrada y Julia Tagüeña coinciden en no creer al público como tonto, porque ellos también poseen conocimientos adquiridos a través de su vida de forma empírica. Para ver esta división de auditorios, recurrir a la figura 2.3.

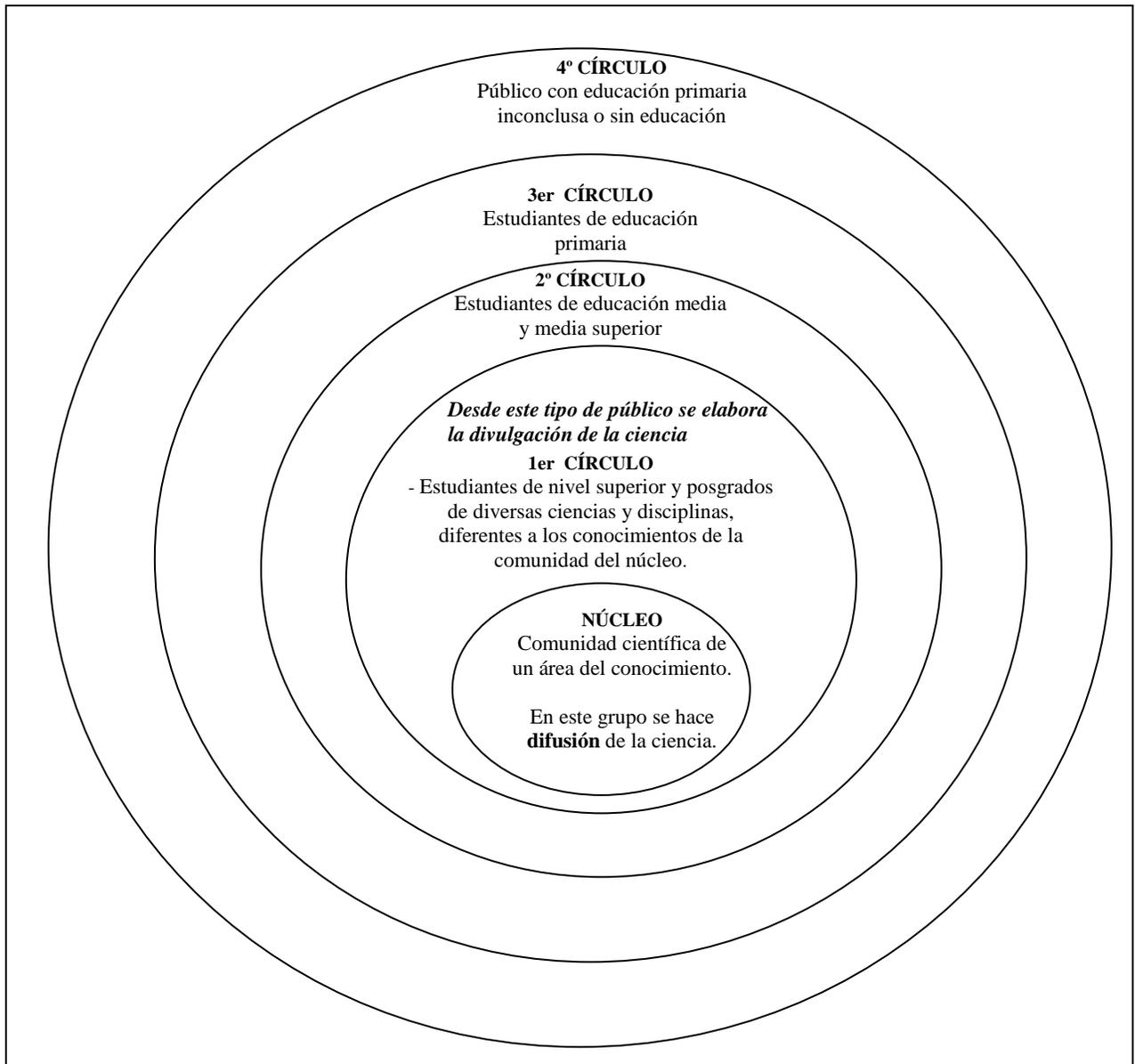
Con esta propuesta de clasificación de públicos no se está haciendo una división para la producción de mensajes particulares para cada grupo, esto dificultaría aún más la divulgación científica; simplemente se intenta identificar los diferentes estratos para quienes se destinan los contenidos.

Como ejemplo de lo antecedente, en *Universum* los divulgadores y anfitriones al momento de proporcionar una visita guiada en una sala temática, tienen la labor primaria de identificar a su público y adecuarle la explicación del contenido temático; es muy distinta una visita de un grupo de niños de primer grado de primaria en la sala de “El Universo”, a uno con estudiantes de bachillerato.

2.3.2 SEGUNDA ETAPA. SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y CREACIÓN DEL MENSAJE

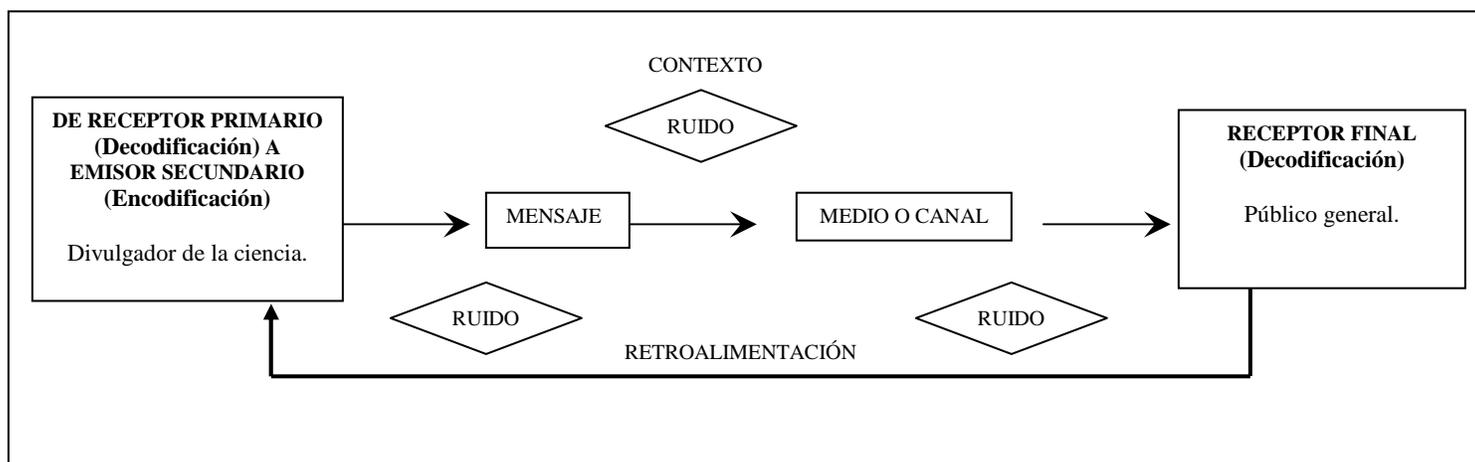
Con toda la serie de datos obtenidos, tanto de fuentes documentales como de fuentes vivas o primarias, el divulgador comienza a depurarla, escogiendo lo más relevante y adecuándolo al bagaje científico del público. De este modo, él se convierte de receptor primario a emisor secundario del mensaje.

FIGURA 2.3 Propuesta de los posibles públicos para quienes se divulga la ciencia



El comunicólogo tiene el cometido de recrear el mensaje plagado de lenguaje especializado y exponerlo en términos comunes y comprensibles para un público no científico. Esto constituye el primer reto de la divulgación, porque entra en juego la capacidad y formación del divulgador para poderlo procesar y tener un contenido claro, específico y concreto. Ver la figura 2.4.

FIGURA 2.4 Segundo paso del proceso de la comunicación humana en la divulgación de la ciencia



En este punto, varios divulgadores como María Trigueros y Luis Estrada coinciden en que todo trabajo de divulgación debe señalar cómo se hace la ciencia, describir los procedimientos y metodología llevados a cabo en la investigación, la experimentación o en la obtención de resultados.

Tal cuestión es de gran valía porque le ayuda al público a identificar lo que es ciencia de aquello que no es. Esto por la enorme cantidad de productos, publicidad, estrategias de relaciones públicas y hasta en la propaganda, donde se escudan bajo la frase de “probado científicamente” para enmascarar sus productos y servicios con un criterio de validez y rigor. No obstante, esta aclaración de cómo se llegó al conocimiento se deja en segundo término o simplemente no se menciona.

2.3.3 TERCERA ETAPA. SELECCIÓN DEL MEDIO DE COMUNICACIÓN

Una vez creado el mensaje, el divulgador debe elegir el medio de comunicación para transmitirlo; esta tarea se encuentra restringida por la disponibilidad del medio, los costos de producción, o la cantidad y calidad de recursos humanos para hacerlo.

Por ejemplo, si se quiere divulgar un mensaje a través de un medio oral, como una conferencia, ésta puede estar apoyada por medios visuales como una presentación en *Power Point* o *Flash*. Pero si este divulgador quisiera hacerlo a través de un medio escrito, como un periódico de circulación nacional o en un programa de radio, él debe considerar a cuáles medios puede tener acceso, si va a implicar un costo, o bien, si está permitido por la institución a la cual pertenece.

Los medios de comunicación son el soporte y transporte de un mensaje; es la forma en como el producto será transmitido y se clasifican en:

a) Medios orales: son aquellos cuyo lenguaje y soporte es la palabra hablada. Se tienen como los más empleados en la divulgación de la ciencia: conferencias, congresos, mesas redondas, paneles, entrevistas, demostraciones o *performances*, talleres, visitas guiadas en exposiciones científicas, obras de teatro, contar cuentos. Ejemplo, *Universum* con sus visitas guiadas por las diferentes salas del lugar, talleres infantiles y obras de teatro como “Crepas de energía”.

Estos medios tienen como ventaja la interacción directa con el público, el estar cara a cara el emisor y los receptores es de gran utilidad para que el auditorio expone sus dudas y haga comentarios. Con este intercambio de información, el divulgador se verá beneficiado porque medirá si el público entendió o no el mensaje, y tendrá la posibilidad de mejorar la forma de exponer un tema.

La desventaja consiste en que a veces no se dispone de espacios adecuados para admitir a un público numeroso. Además, éstos son medios presenciales que no se pueden reproducir.

b) Medios escritos: su lenguaje es escrito y su soporte es la palabra escrita. Se cuenta con el libro, donde se plasma el material básico de algún tema ya comprobado, pero susceptible a correcciones; en cambio, las revistas prestan atención a un hecho noticioso y novedoso.

También están los carteles donde se aborda un tema de forma elemental porque los mensajes tienen que ser cortos para ser leídos en pocos segundos. Otros ejemplos consisten en periódicos, folletos, trípticos, presentaciones escritas, artículos, antologías temáticas, anuncios en espectaculares.

Como libros tenemos la serie del CONACYT *La ciencia para todos* y las colecciones editadas por la DGDC de la UNAM disponibles en su “Biblioteca Manuel Sandoval Vallarta” y en la librería de *Universum*. Como revistas se encuentran *¿Cómo ves?* (editada por la DGDC), *Ciencia y Desarrollo* (elaborada por el CONACYT) y *Ciencias* (revista de la Facultad de Ciencias de la UNAM). En cuanto a los diarios de circulación nacional –tanto impresos como digitales- se les ha agregado una sección comúnmente nombrada *Ciencia y tecnología*.

La ventaja de los escritos consiste en ser un canal de registro, es decir, se puede conservar el mensaje, que a diferencia de la instantaneidad de palabra no se pierde al momento de ser transmitido. Éstos son consultados cuantas veces se desee. A pesar de ello, su principal desventaja radica en ser unidireccional donde no se permite la interacción directa entre el emisor y el receptor.

c) Medios electrónicos: éstos disponen como soporte la tecnología, porque decodifican una señal transmitida desde una central o un generador de señales, como una antena o un satélite. Por ejemplo, la Radio que llega a un público numeroso, su ventaja reside en que, al mismo tiempo de escucharla, se puede realizar otra actividad.

Programas radiofónicos con contenido de divulgación de la ciencia en el Distrito Federal se tienen: *Radio con Ciencia*, transmitido de lunes a viernes a las 8.30 hrs., por Radio Fórmula en el 103.3 FM. Otro caso es *Imagen en la Ciencia*, programado de lunes a viernes a las 10.20 hrs., por Imagen en el 90.5 FM y el programa sabatino *Hoy por hoy en la ciencia* de las 10.00 hrs., en el 96.9 FM, producido por la DGDC.

Asimismo se cuenta con la Televisión, un medio accesible para la población, porque la mayoría de las personas posee un aparato de este tipo. La ventaja radica en la utilización de sonido e imágenes, pues como reza el dicho “una imagen vale más que mil palabras”. No se

entrará en debate sobre el poder de la imagen, pero sí está confirmado que un mensaje se entiende mejor si está apoyado con elementos visuales.

La principal ventaja de la Radio y la Televisión es la instantaneidad del hecho y la reproducción de los acontecimientos en diferente tiempo y espacio. Éstos rompen la barrera de las distancias, porque a través de ellos se pueden conocer lugares, personas y cosas no accesibles para los receptores. De hecho, con los estudios sobre la sociología de los medios de comunicación masivo-colectivos, se ha llegado a la conclusión que parte de nuestro conocimiento es mediático.

Igualmente se tiene al Cine, similar a la televisión porque a través de él es posible conocer hechos y fenómenos no accesibles en el contexto inmediato. Por ejemplo, podemos ver la puesta y el ocaso del sol, o el aleteo de un colibrí, en tan sólo unos segundos.

La desventaja de éstos es la unidireccionalidad del mensaje, porque sólo los emisores lo transmiten a un público numeroso sin identidad, donde éste no tiene la posibilidad de interaccionar; aunque ya se han creado alternativas para remediar la situación, como llamadas telefónicas, correo electrónico, correo de voz, y los *blogs*. Sin embargo no se produce un contacto cercano.

Otra gran limitante consiste en el acceso a su programación, porque se haya sujeta a las políticas de la empresa, a las leyes del Estado y a la ley de la oferta y la demanda. También está ligada a las preferencias del público y a la rentabilidad económica, pero lo que más genera ganancias monetarias es el entretenimiento y la diversión, donde no importa la coherencia y relevancia del mensaje, sino la diversión y el no esforzar al público a pensar; ello contrario a la popularización de la ciencia, que requiere de un esfuerzo para comprender su contenido.

Sumado a esto se encuentran los costos de producción, son elevados en Televisión y en Cine. En este punto se observa que nuestro país cuenta con muy poco material sobre divulgación. Las series de grandes empresas productoras son las de mayor auge.

Como ejemplo de divulgación y difusión de la ciencia elaboradas por nuestro país y por parte de la UNAM, están programas en TVUNAM como: *¿Ciencia para qué?* y el estrenado el 16 de noviembre del 2007 *¿Cómo ves? Ciencia en TV*. Este último consiste en un valioso esfuerzo de la UNAM y de la DGDC. Otro brío institucional, se halla el realizado por parte del IPN como: *In vitro*, *De todo con María Roiz* y *Ciencia en evidencia*.

En el sistema de televisión privada están canales como *National Geographic Channel*, con excelentes documentales como *La increíble máquina humana*, *En el vientre materno*, *La ciencia de las Artes Marciales*, *Ciencia cotidiana*. Igualmente se encuentra *Discovery Channel*, (con sus variantes *Discovery Science* y *Discovery Civilization*), que transmite la serie *Mythbusters* donde se ponen a prueba varios mitos; también cuenta con variados programas: *La ciencia de la pelea*, *la Ciencia de Hollywood*, *¿Cómo lo hacen?*, además de la serie *El Universo*, transmitida en *History Channel*.

En producción cinematográfica, México no cuenta con un gran número de documentales o películas sobre temas científicos. Sin embargo, la DGDC encontró esta problemática como un área de oportunidad, al presentar ciclos de cine mensuales donde se exhiben -de forma gratuita- en la *Casita de las ciencias* (a un costado de *Universum*) películas comerciales, para su posterior discusión al término de la proyección.

Por ejemplo, en octubre del 2007 fue el Ciclo del “Año heliofísico internacional” por lo cual cada miércoles de ese mes se exhibieron películas relacionadas con el sol de nuestro sistema solar, entre ellas: *Viaje al otro lado del sol*, *Insomnia*, *Alerta Solar*, *Ataque solar* y *Eyecciones del Sol*. El miércoles 24 de octubre se proyectó *Ataque solar* y posteriormente se discutió la película, el público expresó sus dudas con el doctor en Geofísica Alejandro Lara Sánchez. Fue una dinámica con gran interacción y participación de las personas asistentes.

El Dr. Lara señaló que la actividad de divulgación es complementaria a su labor de investigación, la cual le satisface y le gusta llevarla a cabo porque para él la divulgación es “hacer de entendimiento público la ciencia, se debe transmitir el conocimiento científico porque falta apoyo económico para la ciencia en nuestro país, y éste no es posible si la gente no sabe qué es ciencia, qué se hace y para qué se hace.”

Continuando con los medios electrónicos, también se encuentran los multimedios: como Internet, CD-Roms, DVD'S. El más usado, debido a la facilidad de acceso en localidades con el soporte tecnológico para ello, es Internet, donde se pueden encontrar textos, imágenes, sonidos y la interacción con otros usuarios.

Internet es muy consultado y accesible, porque cualquier persona puede crear una página, un *blog*, o publicar cualquier artículo, video, canción, juego y demás. Otro punto a favor es la interacción en el mismo tiempo –o no- y diferente espacio, con los autores de las páginas; aquí la comunicación es bidireccional.

El “gran pero” radica en el acceso a este canal, pues existen muchos lugares en la República Mexicana donde aún no se cuenta con la infraestructura necesaria para su instalación. Otro inconveniente es la confiabilidad de la información, porque cualquier persona puede publicar una serie de datos referentes a la divulgación científica, aunque éstos no sean revisados por una comunidad acorde.

Otro canal capaz de posibilitar la divulgación podría ser el observatorio de visualización de la UNAM “Ixtli”⁷³, ubicado en Ciudad Universitaria, en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA). Este es un laboratorio y auditorio de realidad virtual. La singularidad de la sala reside en ver objetos en tercera dimensión y manipularlos por medio de su soporte tecnológico denominado sistema de Realidad Virtual Inmersita⁷⁴, una pantalla de 180°, el empleo por parte del público de lentes de cristal, y un sonido envolvente como el de salas cinematográficas. Este laboratorio permite ver y manipular objetos de manera similar a como lo hacemos con nuestros propios ojos, saltando de un simple plano a uno tridimensional.

Con la variedad de medios descritos, el divulgador científico cuenta con un abanico de herramientas y de canales de comunicación para transmitir su mensaje. Pero, su elección dependerá de la posibilidad a su acceso y los costos de producción.

⁷³ Universidad Nacional Autónoma de México, *Ixtli, observatorio de visualización de la UNAM* [en línea], México D. F. Dirección URL: http://www.ixtli.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=33 (consulta: 10 de diciembre del 2007).

⁷⁴ *Ibid.*

2.3.4 CUARTA ETAPA. REVISIÓN DEL MENSAJE

La cuarta etapa del proceso consiste en la revisión del trabajo. Ello se hace en equipo, porque el divulgador muestra el contenido del tema al científico o investigador quien verifica su precisión, para que el primero lo reconstruya y ordene su estructura. Con este hecho se evita la distorsión del mensaje.

2.3.5 QUINTA ETAPA. RECEPCIÓN DEL MENSAJE

La etapa final es la recepción del mensaje. Aquí se espera la comprensión del contenido por parte del receptor; para lo cual él lo decodifica en sus propios términos, conceptos y lenguaje. Por lo tanto, intervienen varios factores como su cultura general, su grado de escolaridad, su actividad profesional y laboral, además de su compromiso por educarse constantemente. Sin embargo, no toda la responsabilidad es del receptor, pues también cuenta la forma como el emisor transmite el mensaje, la elección del medio y la situación donde se genera al acto comunicativo.⁷⁵

Aunado a la difusión del mensaje, se encuentra la parte de la retroalimentación. Ésta no debe limitarse a la respuesta inmediata del receptor hacia el emisor, porque muchos medios son unidireccionales y no propician una contestación.

La retroalimentación sí se produce cuando el receptor comprende el mensaje y esto lo lleva a un cambio de actitud en su relación con el medio ambiente, en el cuidado de su salud, en un mejoramiento de su calidad de vida o simplemente, puede generarle el gusto por aprender.

Finalmente, se nota que el proceso de comunicación humana en la divulgación de la ciencia es un fenómeno de dos pasos; el primero comienza con el emisor primario o científico, quien produce un mensaje para el receptor primario o divulgador. En consecuencia, el segundo

⁷⁵ Para describir al proceso de comunicación humana en la divulgación de la ciencia me basé en las etapas sobre cómo hacer divulgación científica descrita por Guadalupe Zamarrón en su artículo “Qué significa hacer divulgación de la ciencia” en Primer encuentro, pp. 29-34. Ella menciona tres etapas: a) Selección del tema por divulgar y su investigación, b) Selección de la información, c) Tratamiento de la información y su estructura.

paso inicia cuando el divulgador se convierte de receptor primario a emisor secundario. Para visualizar el proceso de comunicación humana en la divulgación de la ciencia, revisar la figura 2.5.

Por otro lado, a la divulgación científica se le ha considerado como periodismo científico, porque al ver las etapas del proceso de comunicación para divulgar, son comparables a la elaboración de una nota informativa y a un reportaje.

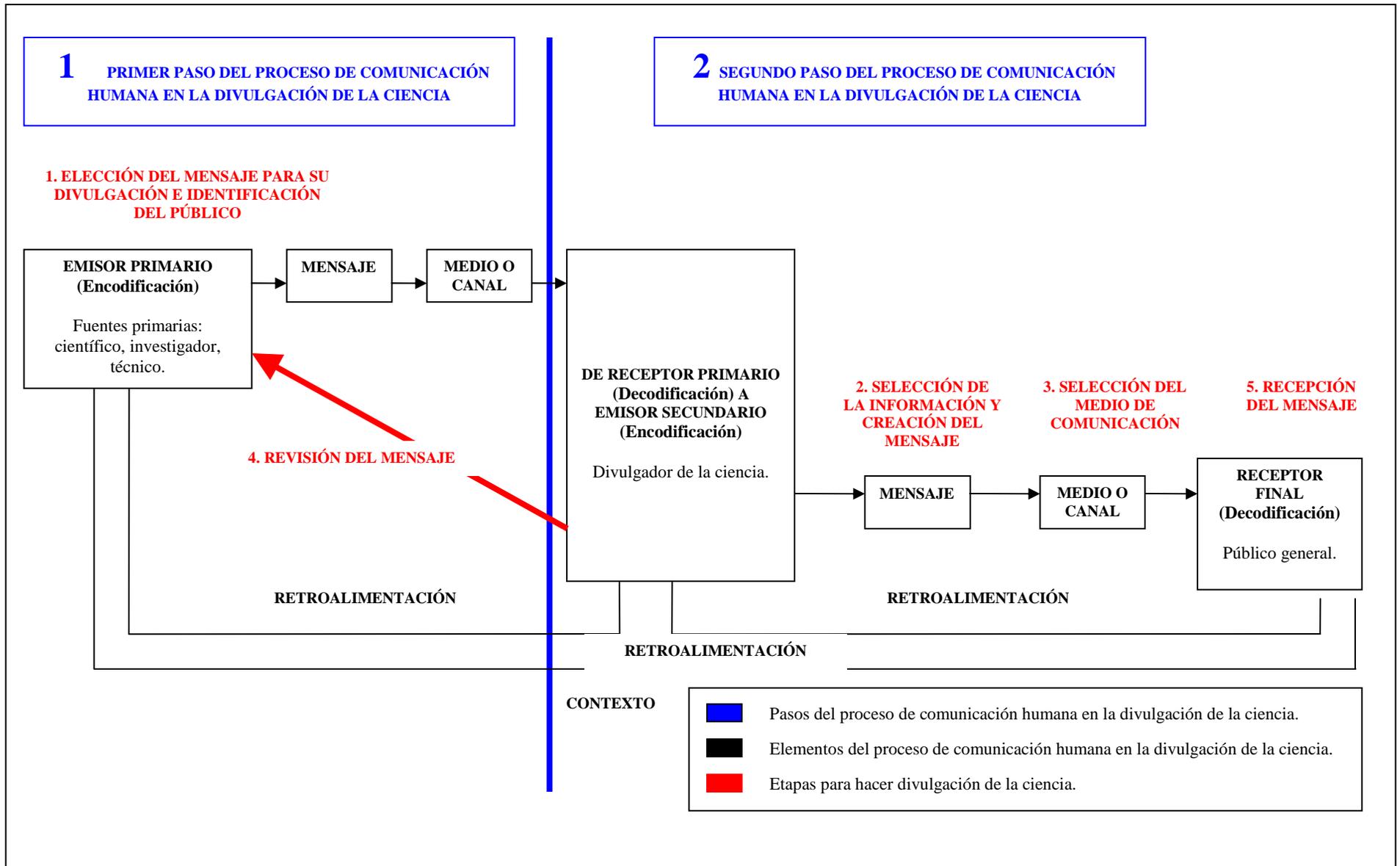
En las materias de géneros periodísticos de la licenciatura en Ciencias de la comunicación en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de Ciudad Universitaria en la UNAM, una de las profesoras titulares de las citadas clases, Emma Gutiérrez considera al reportaje como el más “completo de los géneros informativos” porque se recurre a la investigación documental y de fuentes vivas, e igualmente se combinan otros géneros periodísticos como la crónica, nota informativa y entrevista.

Sumado a lo anterior, en opinión de Vicente Leñero y Carlos Marín el reportaje “es un género complejo que suele tener semejanzas no sólo con la noticia, la entrevista o la crónica, sino hasta con el ensayo, la novela y el cuento... El reportaje investiga, describe, informa, entretiene, documenta.”⁷⁶

En resumen, estas son las etapas para realizar el trabajo de la divulgación científica, sin embargo, no están exentas de problemas, ya que cualquier proceso de comunicación humana es propenso a la distorsión, a los malos entendidos, a una deficiente selección del mensaje y a las predisposiciones. Estos aspectos se verán en el siguiente apartado.

⁷⁶ Vicente Leñero y Carlos Marín, *Manual de periodismo* (México, D. F.: Tratados y Manuales Grijalbo, 1986), p. 43.

FIGURA 2.5 Proceso de la comunicación humana en la divulgación de la ciencia



2.4 DIFICULTADES PARA DIVULGAR LA CIENCIA

En este trabajo se han ligado las dificultades enfrentadas por la divulgación de la ciencia con el proceso de comunicación humana. Los posibles problemas, o conocido en ciencias de la comunicación como ruido, determinarán si habrá o no una respuesta del público objetivo.

2.4.1 DIFICULTADES PRESENTES EN EL EMISOR PRIMARIO

La fuente primaria del mensaje por divulgar es el científico; este elemento se enfrenta al mayor y principal obstáculo de la divulgación: el lenguaje empleado en su ciencia o disciplina. En los campos del conocimiento, desde matemáticas hasta sociología, se emplean conceptos precisos, determinados y medibles, los cuales remiten a una serie de ideas propias de cada campo, dotándolos de rigor y determinación⁷⁷.

Cada rama del conocimiento usa un lenguaje específico comprendido por su comunidad, esto otorga a la ciencia un metalenguaje distante del cotidiano y no utilizado por las personas de otras áreas científicas y del grueso de la sociedad.

Obviamente el metalenguaje es una barrera para divulgar, pero no es imposible de franquear. Aquí la actitud y las destrezas del científico son de relevancia, una consiste en la disposición y el deseo de querer dedicarse a la divulgación, y, por otra parte, se encuentra la habilidad lingüística. Las citadas dos características se complementan con la colaboración de un divulgador, o de un periodista de temas científicos, quienes harán el mensaje entendible para el público no avezado.

Ahora bien, respecto a la metodología y sistematización de la ciencia, se aprecia que dentro de cada área del conocimiento se está generando una subespecialización y delimitación más específica del campo de estudio para analizar detalladamente una porción del universo.

⁷⁷ Ernest Nagel, "La ciencia y el sentido común", *La estructura de la ciencia* (España: Paidós, 1981), pp. 15-26.

Como ejemplo están las nuevas áreas de estudio en la UNAM, como ciencias genómicas, ciencias ambientales hasta la licenciatura en desarrollo y gestión interculturales. Esta especialización también es una dificultad porque se acrecientan los saberes, se diversifica el metalenguaje correspondiente a cada rama, haciéndolo menos comprensible para estudiosos de otras áreas y para personas del mismo gremio, con una gran diferencia intergeneracional; y más distante aún del público no familiarizado con ello.

Otro punto determinado por la carrera profesional es la capacidad de trabajar en equipo o de manera individual, porque la formación académica es competitiva e individualista y no se aprende a trabajar en conjunto. Esto limita la divulgación de la ciencia, pues se puede caer en los errores de catalogar a las demás de personas como ignorantes, no querer compartir conocimientos y desconfiar del compromiso en el trabajo de los demás.

2.4.2 DIFICULTADES PRESENTES EN EL EMISOR SECUNDARIO O DIVULGADOR

El divulgador se puede enfrentar a no conocer las características del público destinatario de la divulgación. Otra dificultad sería que no comprendiera el mensaje científico; como resultado él elaboraría un material de divulgación con información confusa que el auditorio no entendería. Otro caso se presentaría cuando el comunicólogo de la ciencia sí entendiera el tema, pero al momento de elaborar el contenido lo saturara de información.

2.4.3 DIFICULTADES PRESENTES EN EL MENSAJE

La mayor problemática de un mensaje es que no sea entendible y se encuentre plagado de información; para solucionarlo, debe ser revisado por la fuente primaria (científico o investigador). Asimismo, cada divulgador tiene que especializarse en un área del conocimiento tal y como sucede en la ciencia y técnica.

2.4.4 DIFICULTADES PRESENTES EN EL MEDIO O CANAL DE COMUNICACIÓN

La limitante consiste cuando no se tiene acceso a un canal formal –oral, escrito, electrónico– reconocido por una institución o una organización. Con esto se imposibilita la reproducción y transmisión de los conocimientos científicos.

El acceso a los medios está ligado a la “pertinencia institucional”⁷⁸, pues de acuerdo con la organización donde forme parte el científico o divulgador, dependerá el grado de tradición y compromiso con la popularización de la ciencia. Como ejemplos, la UNAM y el IPN cuentan con medios internos y externos de comunicación, donde se informan las noticias sobresalientes de su quehacer científico.

Por lo tanto, la comunidad científica de estos organismos educativos cuenta con mayor facilidad de acceso a los medios para la producción y distribución de sus productos, en comparación con divulgadores que trabajan por su cuenta o no disponen de un canal de comunicación. Otro restrictivo es el alto costo de producción que, en muchas ocasiones, no puede ser cubierto por un comunicólogo de la ciencia.

Ahora bien, aunque tenemos la supercarretera de la información considerada como un medio democratizador para el acceso de datos -pero exclusivamente reservado a comunidades con infraestructura-, el problema radica en la veracidad de la comunicación, pues cualquier persona puede publicar mensajes sin sustento metodológico y teórico.

Finalmente, en contraparte con el obstáculo del acceso a la información, se encuentra la sobreproducción de información. En el Siglo XXI, hay una saturación de información; existe una multiplicidad de diarios, revistas, películas, sitios de Internet, programas de televisión y radio. Ante todo esto, captar la atención del público es una tarea ardua que muchas veces no se consigue.

2.4.5 DIFICULTADES PRESENTES EN EL RECEPTOR FINAL

En la comprensión de los mensajes divulgados entran en juego factores psicológicos, biológicos y sociales del receptor. Si uno de ellos falla, se obstaculiza el entendimiento del contenido.

⁷⁸ Rodríguez-Sala y Tovar, “Comunicación científica en México. Algunos aspectos sociales”, en La divulgación, p. 46.

También se tiene el rezago educativo y el promedio de escolaridad de la población mexicana, porque para comprender la ciencia se requiere que el público conozca y comprenda conceptos científicos básicos como célula, volumen, masa, energía, sociedad, partes del cuerpo humano (entre otros más).

Muchas veces esto no es posible, debido al 44.8% del rezago educativo en la población de 15 años y más edad, quienes no han concluido la educación básica⁷⁹. El promedio de escolaridad entre los mexicanos es de 8.1 años⁸⁰ que se traduce en un poco más del segundo año de secundaria.

2.4.6 DIFICULTADES PRESENTES EN EL CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO, EDUCATIVO Y CULTURAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Una, es la inexistencia de la licenciatura en divulgación científica. Solamente la DGDC imparte el Diplomado de divulgación de la ciencia, y el posgrado de Filosofía de la ciencia –también de la UNAM- ofrece la Maestría en comunicación de la ciencia.

Divulgadores y autores como Luis Estrada, Juan Tonda y Julia Tagüeña coinciden en profesionalizar la actividad del divulgador, porque los pioneros de esta labor han sido investigadores con una actitud social de retroalimentar con conocimientos a un público fuera de los gremios científicos. Estos fundadores aprendieron sobre la práctica y han constituido un cúmulo de conocimientos, prácticas, destrezas y anécdotas al respecto.

Otro conflicto, es el presupuesto asignado a la labor científica y tecnológica del país. De acuerdo con el Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2008, importó como gasto neto total la cantidad de 1 billón 899 mil 925 millones de pesos aprobado en la Ley de Ingresos de la Federación⁸¹; del cual se destinó 11 mil 611 millones 100 mil pesos al

⁷⁹ *Cuadro de resumen de Estadísticas sociodemográficas* [en línea]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección URL: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob00&c=5262> (consulta: 17 de octubre e 2007).

⁸⁰ *Ibid.*

⁸¹ *Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2008* [texto en formato Adobe.pdf, en línea], México, 1 de enero del 2008, Dirección URL: <http://www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/pef/2008/index.html><http://www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/pef/2008/index.html> (consulta 22 de diciembre del 2008).

Programa de ciencia y tecnología para las dependencias y entidades, lo cual se traduce en un porcentaje de 0.6.

La irrisoria cantidad asignada a este ramo limita la investigación e inversión en el desarrollo científico y tecnológico del país; y por ende, escasean los recursos para la divulgación de la ciencia.

Sin embargo, la inversión hacia la Educación Pública es la mayor de acuerdo con el monto asignado dentro de los ramos administrativos de la Federación, con un presupuesto de 168 mil 921 millones 300 mil pesos, es decir, el 8.8%. Pero, como se aprecia en las Estadísticas Sociodemográficas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), no es suficiente para erradicar el rezago educativo.

Estos hechos son una problemática para que la sociedad se acerque a la ciencia y la comprenda. Tal escenario es apreciado por la comunidad de científicos, investigadores, profesores y de otros sectores de la sociedad, como la juventud y la niñez. De esta manera, sorprende un comentario expresado por Carolina Aranda de 12 años, en su discurso en el World Trade Center ante el Secretario de Salud y pediatras el 4 de junio del 2007: "Pobre México nuestro, tan cerca del fútbol y tan lejos de la ciencia."⁸²

Es la percepción de una estudiante de primaria, ante el hecho de que grandes inversiones y apoyos económicos de empresarios y del gobierno, sean dirigidos al llamado deporte nacional –el fútbol– y no destinados a la educación, ciencia básica y aplicada e investigación científica. Todo ello se resume en su opinión:

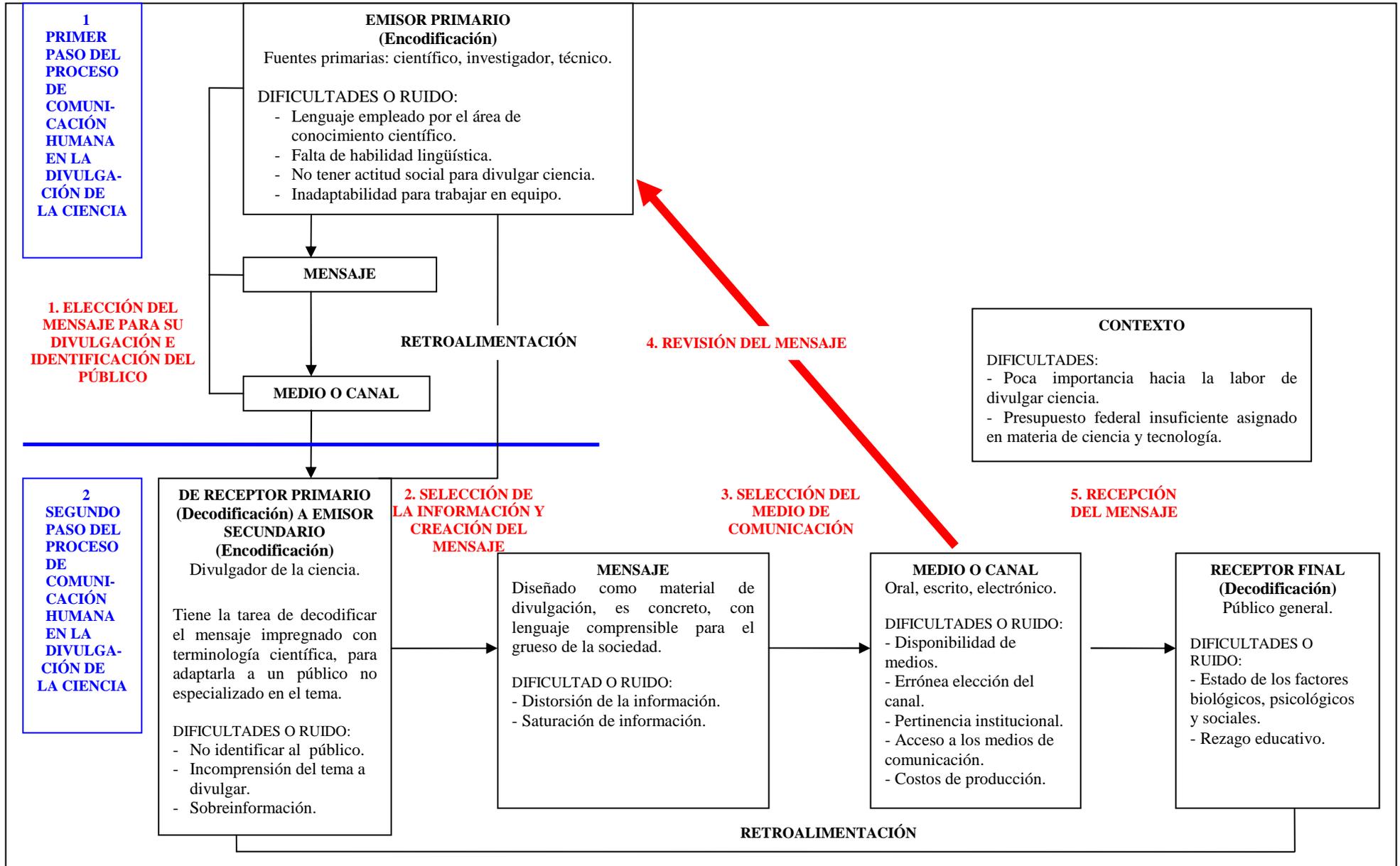
"Me da pena que nuestro gobierno y nuestros empresarios inviertan tanto en fútbol y seamos tan malos. Me da pena que inviertan tan poco en ciencia y seamos tan buenos. Tenemos la mejor universidad de Hispanoamérica, según la revista *Time*, y cada vez le damos menos recursos a la UNAM. ¿Por qué no apoyar a lo que ya dé resultados? Un país que no invierte en ciencia y educación siempre será un país pobre. ¿Queremos un México pobre?"⁸³.

⁸² René Drucker Colín, "Una muestra de vida Nacional" [en línea], México, *La Jornada*, 12 de junio 2007, Dirección URL: <http://www.jornada.unam.mx/2007/06/12/index.php?section=opinion&article=020a1pol> (consulta: 19 de diciembre 2007).

⁸³ *Ibid.*

Ante los problemas enfrentados por la divulgación de la ciencia (ver la figura 2.6), los esfuerzos para solucionarlos han sido constantes. Se han creado más medios de comunicación públicos y privados. Se han construido y mejorado espacios físicos como museos y centros de ciencia y tecnología en todo el territorio nacional. Ello ha implicado un arduo trabajo, como el mostrado por la DGDC de la UNAM con su *Casita de las Ciencias* y *Universum*, museo de las ciencias del cual se tratará el siguiente capítulo.

FIGURA 2.6 Dificultades para divulgar la ciencia presentes en el proceso de comunicación humana



-  Pasos del proceso de comunicación humana en la divulgación de la ciencia.
-  Elementos del proceso de comunicación humana en la divulgación de la ciencia.
-  Etapas para hacer divulgación de la ciencia.

CAPÍTULO 3. *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

3.1 ORÍGENES DEL MUSEO

Los antecedentes del museo surgen desde que el hombre sintió la necesidad de guardar, preservar y coleccionar objetos; fuese esto el resultado de una afición personal o colectiva, el objetivo era y es resguardar cosas materiales y recordar los hechos pasados. Las colecciones de objetos artísticos, históricos, científicos y tecnológicos constituyen la memoria, el conocimiento, la tecnología, la historia y la identidad de un grupo social.

La historia de los museos comenzó con el coleccionismo de las culturas antiguas. Los egipcios conservaron depósitos de objetos y tesoros funerarios, con el propósito de asegurar su camino después de la muerte. Posteriormente, los elenitas del Antiguo Oriente en el año de 1176 a. C., expusieron en el templo de la ciudad de Inxuxinak los bienes saqueados de Babilonia, con la finalidad de mostrar el botín de guerra obtenido.

Asimismo, en el Siglo VII a. C., en el palacio de Nabucodonosor, rey de Babilonia, se exhibieron a nivel popular las piezas de guerra obtenidas de su victoria sobre los egipcios. Es así como empiezan a mostrarse las colecciones en lugares aún no denominados museos. Las compilaciones de estos centros estaban formadas por objetos saqueados o adquiridos a través de enfrentamientos bélicos que el ganador enseñaba como trofeo.

Los antecedentes de los museos en Grecia se dividen en dos periodos: el clásico y el helénico. En la época clásica, Siglo V y IV a. C., sus creaciones de arte y de pintura estaban abiertas a casi todo público. Las obras eran colocadas en los peristilos de los templos donde los visitantes y turistas podían apreciarlas. Como ejemplo se tenía el tesoro de los atenienses en Delfos.

En el periodo helénico, Siglo III y I a. C., el geógrafo Estrabón empleó el término *mouseion* para describir al palacio en Alejandría, propiedad de Tolomeo Soter o Tolomeo Filadelfo (Siglo III a. C.), el cual era en realidad un edificio y centro multidisciplinario donde convergían diferentes áreas del conocimiento, un lugar de encuentro entre poetas, filósofos,

científicos, artistas, arquitectos, matemáticos. Era “el centro cultural”⁸⁴ de Alejandría, donde se hallaban jardines zoológicos y botánicos, un observatorio, salas de reunión y un anfiteatro; pero lo más sorprendente fue la biblioteca de Alejandría donde se conservaron aproximadamente 800 mil manuscritos.

Ulteriormente, cuando Grecia fue ocupada por la cultura romana, ellos copiaron de los primeros el gusto por el coleccionismo de obras de arte. En las exhibiciones romanas los objetos no eran de su autoría, pues éstos fueron adquiridos mediante los saqueos en Grecia. A través de la muestra de colecciones, esta civilización fomentó entre su población el hábito del culto por los botines de guerra y trofeos conquistados. De hecho, el emperador Marco Agripa comulgaba con la idea de educar artísticamente al pueblo, y por ello expuso su compendio privado al público general.

Los romanos, además de apreciar las obras de arte por su esplendor y estética, vieron en éstas una forma de obtener ganancias económicas. De este modo, ellos empezaron a comerciar con los cuadros y esculturas griegas entre la élite romana. Por ejemplo, el emperador Julio César consideraba sus compilaciones como un símbolo de poder económico.

Siguiendo con la línea del tiempo, desde el surgimiento de la Era Cristiana (Siglo I) hasta la Edad Media (Siglo XV), el lugar de las conservaciones y resguardo de las colecciones estuvo a cargo de la Iglesia, la cual -en un principio- se interesaba por objetos de uso litúrgico, pinturas y esculturas alusivas al Cristianismo. En la Edad Media, la Iglesia fue poseedora de un numeroso patrimonio de objetos de arte.

Fue hasta el Renacimiento en Italia (Siglo XV y XVI) cuando se emplea por primera vez el término *museo* por el médico e historiador renacentista Paolo Giovio, para nombrar a su casa de campo, donde guardaba su repertorio de pinturas referentes a retratos de personas famosas de aquella época.

⁸⁴Luis Alonso Fernández, *Museología y museografía* (2ª ed.; España, Barcelona: Ediciones del Serbal, 2001), p. 48.

Igualmente esta expresión fue utilizada por Cósimo de Médicis (poderoso banquero, hábil político e influyente en el gobierno italiano) para definir su colección de objetos curiosos y códices. Descendiente de esta misma familia, Cosme I ordenó, en 1559, la construcción del primer edificio destinado para museo y abierto al público, el Palacio de los Uffizi. Como lo señala la historia, la familia de los Médicis fue impulsora del arte en el Renacimiento, tal hecho puede constatarse por sus colecciones de obras de arte, curiosidades y códices acumulados a través del tiempo, para su posterior donación al Estado en 1743.

El coleccionismo no fue exclusivo de las élites italianas. Durante los Siglos XVI y XVII las clases poderosas económica y políticamente de Europa hicieron de esta actividad una costumbre como una característica de poder, refinamiento y cultura; tal es el ejemplo de los Reyes de España, quienes contaron con grandes pinacotecas.

El Renacimiento sentó las bases para las instituciones museológicas, pues se pensó en el museo como un espacio de conocimiento para el hombre donde era importante (como hoy en día) apreciar y reconocer el pasado para entender el presente.

Después vino el Siglo de las Luces que defendía la razón, el conocimiento, la investigación y una educación al alcance para –casi- todas las clases sociales. Se comenzó a concebir al museo como un medio de aprendizaje y de conocimiento accesible a todo el público, cuyos objetivos principales eran educar, mostrar la historia nacional y exaltar los valores de cada cultura.

Es hasta 1753 cuando se funda el primer museo público de Europa, el *British Museum* de Londres. Con respecto a Francia, el 10 de agosto de 1783, el Louvre se consolidó como museo abierto al público. Con respecto a la creación de estos organismos en América, en 1812, se inaugura el *Museo de Ciencias Naturales de Argentina*; en 1869, el *American Museum of Natural History*, y en 1870 el *Metropolitan Museum of Art*, ambos en Nueva York, Estados Unidos; y del otro lado del mundo, se formó el *Tokyo National Museum* y *National Science Museum* en Japón, en 1872.

Resumiendo, se aprecia que el museo es una institución producida en Europa desde los Griegos, Edad Media, Renacimiento, Ilustración, Romanticismo y Época Contemporánea; iniciando con el compendio de obras de arte y su comercialización, pasando de ser un bien privado a “un instrumento de carácter ideológico y sociocultural”⁸⁵ con lo cual cumple una función social porque democratiza el conocimiento.

3.2 DEFINICIONES SOBRE MUSEO

Desde un enfoque histórico y antropológico se considera al museo como “el certificado de antigüedad de los países”⁸⁶, porque:

“Todo aquello lo que realmente conocemos sobre nosotros mismos y sobre nuestro mundo proviene del pasado. Y todo lo que conocemos verdaderamente del pasado es aquella parte que ha sobrevivido bajo la forma de objetos materiales... La conservación es el medio a través del cual preservamos... La tarea principal de un museo es preservar aquellos objetos del pasado que están a su cargo para las generaciones presentes y futuras.”⁸⁷

El término *mouseion* fue empleado por primera vez en el Siglo I A. C., por el geógrafo Estrabón para describir el palacio en Alejandría. Esta palabra para los griegos significaba el templo dedicado a las musas, las nueve hijas de Zeus y Mnemósine, quienes eran consideradas junto con Apolo, las guardianas y poseedoras de las Artes y las letras en la mitología griega. Con similitud a la sociedad griega, en la cultura romana un *museum* era un centro para disertar sobre filosofía y artes.

En 1895, Georges Brown Goode hizo una aproximación a la actual conceptualización del museo:

“...Una institución para la preservación de aquellos objetos que mejor explican los fenómenos de la naturaleza y la vida del hombre, y la civilización de éstos para el aumento del saber y para la cultura y la ilustración del pueblo.”⁸⁸

⁸⁵ *Ibid*, p. 61.

⁸⁶ *Ibid*, p. 46.

⁸⁷ *Ibid*.

⁸⁸ *Ibid*, p. 29.

Francesco Poli le otorga al museo el carácter de medio de comunicación por ser el soporte y transporte de un mensaje, así como el encargado de difundir y divulgar conocimientos al público:

“El museo, un medio de comunicación, el único dependiente del lenguaje no verbal, de objetos y de fenómenos demostrables. El museo, una institución al servicio de la sociedad que adquiere, comunica y, sobre todo, expone con la finalidad de estudio y del ahorro, de la educación y de la cultura, testimonios representativos de la evolución de la naturaleza y del hombre.”⁸⁹

De esta definición, se ve al museo como el emisor y al mismo tiempo un canal de comunicación, porque a través de diversas técnicas (exposiciones, exhibiciones, talleres, cédulas) hace llegar un mensaje al auditorio para que lo conozca y, si es posible, aprenda sobre él.

Como consecuencia de las diversas definiciones y funciones atribuidas al caso de estudio, el *International Council of Museums*, conocido como ICOM (fundado bajo el patrocinio de la UNESCO en 1946), en sus estatutos de 1947 en su artículo 3 dice: “reconoce la cualidad de museo a toda Institución permanente que conserva y presenta colecciones de objetos de carácter cultural o científico con fines de estudio, educación y deleite.”⁹⁰ Años más tarde, en 1974, en la 11 Asamblea General de Dinamarca, en el título II, artículo 3 lo redefine como:

“... Institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierto al público, y que investiga, adquiere, conserva, comunica y expone con fines de educación y deleite los testimonio materiales del hombre y de su ambiente.”⁹¹ En su artículo cuarto, define los lugares considerados como museos:

- a) “Los institutos de conservación y galerías de exposición dependientes de bibliotecas y de archivos.
- b) Sitios y monumentos arqueológicos, etnográficos y naturales, así como sitios y monumentos históricos que tengan la naturaleza de un museo por sus actividades de adquisición, de conservación y de comunicación.

⁸⁹ *Ibid*, p. 31.

⁹⁰ Francisca Hernández Hernández, *Manual de Museografía* (España, Madrid: Síntesis, 1994), p. 69.

⁹¹ International Council of Museums; Evolución de la definición de museo según los estatutos del ICOM (1951-2001) [en línea], Francia, International Council of Museums, Dirección URL: http://icom.museum/hist_def_fr.html (consulta: 9 de abril de 2008).

- c) Las instituciones que poseen especímenes vivos, tales como jardines botánicos y zoológicos, acuarios y viveros”.⁹²

La descripción del museo sigue inamovible, pero en las enmiendas hechas en la 20 Asamblea General del ICOM, celebrada en Barcelona, España el 6 de julio del 2001, anexa como museos designados:

- d) “Centros científicos y planetarios
- e) Galerías de arte sin fines de lucro
- f) Organizaciones nacionales, como museos regionales o locales, administraciones públicas tuteladas por museos.
- g) Instituciones u organizaciones sin fines de lucro que fomentan actividades de investigación relacionadas con la conservación, la educación, la formación, la documentación entre otras, en materia de museos así como de la Museología.
- h) Centros culturales y otras instituciones cuya misión sea ayudar a la preservación, continuidad y gestión de recursos patrimoniales tangibles e intangibles.
- i) Toda institución que el Consejo Ejecutivo y el Comité Consultivo considere que cumple con las características de un museo; también se tomará en cuenta a las organizaciones que otorguen los medios necesarios a los museos y a los profesionales de éstos, para la realización de investigaciones concernientes a la museología.”⁹³

En primer lugar, se considera al museo como una institución, porque es un establecimiento cuya función social es educar, cultivar, difundir conocimientos, deleitar y entretener al público. En la mayoría de los casos, tales organizaciones no tienen fines de lucro, pues dependen de otras instituciones educativas o gubernamentales; sin embargo, hay unos construidos por iniciativa de empresas privadas, cuyo costo de acceso es elevado para personas quienes ganan un salario mínimo (como es el caso de *Papalote, museo del niño*).

La idea de ver al museo como mero centro de conservación y preservación de objetos ha quedado en el pasado; ahora se ha convertido en un centro multidisciplinario, parecido al de Tolomeo Filadelfo en el Siglo III a. C. Actualmente son lugares donde se investiga, conserva, se

⁹² *Ibid.*

⁹³ *Ibid.*

comunica, se expone, se entretiene; son centros de reunión, de exposición de diversos temas, también cuentan con bibliotecas, jardines botánicos, observatorios, talleres, teatros, tal es el caso de *Universum*, museo de las ciencias UNAM.

La función social atribuida al museo desde la Ilustración fue la de democratización del conocimiento, educación y cultivación. En este punto se deja claro que el museo educa, pero de manera informal, porque este tipo de educación no cuenta con una certificación ni sistematización y es accesible al público visitante.

El museo es una institución y un punto de encuentro entre las creaciones materiales, culturales, científicas e intelectuales de diferentes tiempos y espacios, con el público visitante. Estos hechos o creaciones humanas pueden ser de distintas índoles: objetos históricos, creaciones artísticas, inventos, hallazgos y experimentos científicos, entre otros.

Por otra parte, se puede pensar que toda institución, casa antigua, jardín o construcción puede ser objeto museístico. Pero para evitar tales confusiones existe la museología y la museografía. La primera es una ciencia perteneciente a las ciencias sociales porque cuenta con su objeto de estudio, aparato teórico, metodología y fuentes propias de investigación. Una de las labores de esta ciencia es analizar la situación espacio-temporal para designar los objetos, creaciones, tecnología y hallazgos susceptibles de hacerlos parte de un museo; hay rigor en la selección, conservación y presentación de los objetivos.

La museología toma en cuenta los intereses, la identidad, la educación y las referencias de los grupos para quienes se diseñará un museo. Por ejemplo, no es lo mismo visitar un museo de historia en México que en Brasil, cada uno se enfocará a su propia evolución como cultura y resaltará diferentes aspectos de su identidad nacional.

Para complementar a la museología, su técnica es la museografía. Esta disciplina se enfoca más en la presentación de las exhibiciones como puede ser su iluminación, los gabinetes, colocación de cédulas o equipamientos didácticos.

No se debe dejar todo el peso de la creación, planeación, funcionamiento, organización, administración de un museo en manos exclusivas de los museólogos, museógrafos y curadores de las exhibiciones. En nuestro siglo, se han visto y comprobado los resultados del trabajo en equipo multidisciplinario e interdisciplinario; lo mismo sucede en el caso de estas instituciones. Se necesita de un grupo formado por diversos especialistas de las ciencias y disciplinas del conocimiento para crear y sostener un lugar así.

Por todo lo expuesto, se puede observar cómo el museo es una organización con una particular evolución que ha requerido de una ciencia, disciplina y personal capacitado para su eficaz funcionamiento, cuidado y mantenimiento. Consecuentemente, el objeto de estudio de cada museo es variado; existen de historia, hasta de “lo increíble”, pues como ha ocurrido con los saberes de la humanidad, éstos se han clasificado acorde con su contenido, su dependencia económica y los públicos a los cuales se dirigen.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS MUSEOS

Desde el Siglo XVIII, los museos fueron vistos como un medio educativo y, como consecuencia, comenzaron a dividirse de acuerdo con sus tipos, contenidos y hasta dependencia administrativa. Con respecto a la última clasificación, éstos pueden ser públicos o privados. Los fondos económicos de los primeros están sujetos al monto asignado por el gobierno. Los segundos se encuentran condicionados al presupuesto privado independiente del Estado (fundaciones, empresas, organizaciones no gubernamentales).

Otra tipología se encuentra ligada al público a quien se dirige, como los museos universitarios, museos para niños o para personas con capacidades diferentes. También se hallan los organismos cuyas colecciones cubren ciertas áreas o regiones de un Estado: museos nacionales, regionales, municipales y locales.

A partir de 1963, se empezó a formular una clasificación de estos organismos, configurándose conforme a sus contenidos y diversas disciplinas del conocimiento. Un primer acercamiento fue catalogarlos por las artes, ciencias y técnicas. Posteriormente, se agruparon en cinco bloques: historia, historia natural, arte, etnología, ciencia y técnica. También en ese

año, el ICOM hace una tipificación de 12 categorías, las cuales se redujeron a ocho, de acuerdo con el Programa del ICOM de 1975-1977.

La división aceptada y acordada de los museos es conforme al Sistema de Clasificación de Museos, empleado por el ICOM, que agrupa a estas instituciones en correspondencia a la naturaleza del contenido de sus exhibiciones. Ésta es:

- a) Museos de arte: pintura, escultura, grabado, artes gráficas, diseños, litografías, artes decorativas y aplicadas, de arqueología y antigüedades, arte religioso, música, arte dramático (danza, teatro).
- b) Museos de historia natural: geología y mineralogía, botánica y jardines botánicos, zoología, jardines zoológicos, acuarios, antropología física.
- c) Museos históricos: biográficos, colecciones de objetos y recuerdos de una época determinada, conmemorativos (en alusión a un acontecimiento histórico relevante), objetos históricos y arqueológicos, de guerra, ejército, marina.
- d) Museos de etnografía y folklore.
- e) Museos de ciencias sociales y servicios sociales: pedagogía, enseñanza y educación, de justicia y de policía.
- f) Museos de comercio y de las comunicaciones: moneda y de sistemas bancarios, transportes, correos.
- g) Museos de agricultura y de los productos del suelo.
- h) Museos de las ciencias y de las técnicas: física, oceanografía, medicina y cirugía, técnicas industriales, industria del automóvil, manufacturas y productos manufacturados

3.3.1 MUSEOS DE ARTE

En ellos se muestran artes plásticas, como lo son la pintura, escultura, artes decorativas, artes aplicadas y artes industriales, cuyo valor estético es estimado por los profesionales de historia del arte y críticos de ese ámbito. Estos centros son los más visitados, por ser el origen de los museos y deleitar a las personas con sus exposiciones.

Respecto a los museos de arte contemporáneo, se consideran a las obras realizadas en el Siglo XX. De acuerdo con el autor R. Moulin,⁹⁴ los conservadores y críticos de arte sitúan este movimiento en 1960, debido a las expresiones y manifestaciones plásticas forjadas en Norteamérica y Europa.

Las particularidades de los museos contemporáneos consisten en la multiplicidad y complejidad de sus contenidos, que van desde bellas artes tradicionales, hasta las herramientas empleadas en los medios de comunicación masivo-colectivos, como la fotografía, publicidad, diseños, gráficos, cine y video, los nuevos movimientos y comportamientos artísticos; aquí éstos pueden fungir como impulsores de estas manifestaciones.

En los museos arqueológicos se presentan los restos materiales u objetos creados (como monumentos, utensilios, testimonios ágrafos) y utilizados por las civilizaciones. Anteriormente, sólo se exhibían series de objetos; pero con el asentamiento de la arqueología como ciencia, ahora se relacionan las producciones materiales de determinada cultura, con el contexto y tiempo donde fueron creados.

3.3.2 MUSEOS DE HISTORIA NATURAL: GEOLOGÍA Y MINERALOGÍA, BOTÁNICA Y JARDINES BOTÁNICOS, ZOOLOGÍA, JARDINES ZOOLÓGICOS, ACUARIOS, ANTROPOLOGÍA FÍSICA

Este tipo de museos tuvo su origen en los gabinetes de curiosidades de la Edad Media, los cuales eran propiedad de personas con alto poder adquisitivo. Dichos espacios estaban formados por esqueletos de animales, plantas, minerales; es decir, por una variedad de objetos pertenecientes a los reinos mineral, vegetal y fauna.

En la Edad Media y Renacimiento, se comenzó a estudiar y analizar metódicamente el reino animal y vegetal. Posteriormente, al contar con una diversidad de colecciones de minerales, animales y plantas, se conformaron los gabinetes de curiosidades, principalmente en España y Francia. En el Siglo XVII, el médico de Luis XIII, Guy de la Brosse creó el “Jardín real

⁹⁴ Citado por Francisca Hernández Hernández en *El museo como espacio de comunicación* (España: Ediciones Trea, 1998), p. 128.

de las plantas medicinales”. Tiempo después, en 1793, es inaugurado el *Museo de Historia Natural* en París y, en 1881, se abre el *Museo de Historia Natural de Londres*.

Los museos de historia natural cuentan con gran tradición educativa, pues desde su concepción han servido de apoyo a la enseñanza formal y como centro de investigación científica.

3.3.3 MUSEOS HISTÓRICOS: BIOGRÁFICOS, COLECCIONES DE OBJETOS Y RECUERDOS DE UNA ÉPOCA DETERMINADA, CONMEMORATIVOS (EN ALUSIÓN A UN ACONTECIMIENTO HISTÓRICO RELEVANTE), HISTORIA DE UNA CIUDAD, HISTÓRICOS Y ARQUEOLÓGICOS, GUERRA, EJÉRCITO, MARINA

Se muestran objetos que son testimonio de un suceso único e irrepetible y de trascendencia social para la humanidad. Su particularidad reside en presentar de manera cronológica un acontecimiento y sirve de instrumento ideológico para forjar y reforzar el sentimiento de identidad de un país y Estado. La mayoría de estos museos están albergados en edificios antiguos o patrimonios históricos; así su impacto e influencia es mayor en el público.

3.3.4 MUSEOS DE ETNOGRAFÍA Y FOLKLORE

Mientras que los museos históricos retratan y reflejan los acontecimientos relevantes en un determinado eje espacio-tiempo, los museos de etnografía y folklore no están sujetos a un orden cronológico. Éstos ponen énfasis en la cultura, tradiciones, usos y costumbres de diversas regiones, provincias, municipios o localidades de un país; por lo tanto, es frecuente encontrarlos en los municipios o en pequeñas regiones.

3.3.5 MUSEOS DE CIENCIAS SOCIALES, COMERCIO Y COMUNICACIONES

Estos museos están enfocados en los aportes, avances y hallazgos de diversas ciencias y disciplinas sociales, tales como derecho, economía, administración, comunicación. Ejemplo de ello son los medios de comunicación, de la Constitución Política de un Estado, de las monedas y medios de transporte.

Tales sitios no son tan populares como los demás. En la mayoría de las ocasiones no cuentan con un espacio o edificio destinado exclusivamente a sus exhibiciones, se les encuentra en una sala especial dentro de los museos de historia, antropología, o de ciencias y técnicas. Lo mismo es el caso de los museos de agricultura que se les puede hallar en los de ciencias naturales.

3.3.6 MUSEOS DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS: FÍSICA, OCEANOGRAFÍA, MEDICINA Y CIRUGÍA, TÉCNICAS INDUSTRIALES, INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL, MANUFACTURAS Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS

Tienen la función de acercar la ciencia al público, de transmitirla y facilitar su comprensión, exponiendo sus saberes científicos, su método, teorías, hallazgos, así como su aplicación (comúnmente conocida como tecnología). Ver la figura 3.1 correspondiente a la tipología de estos lugares.

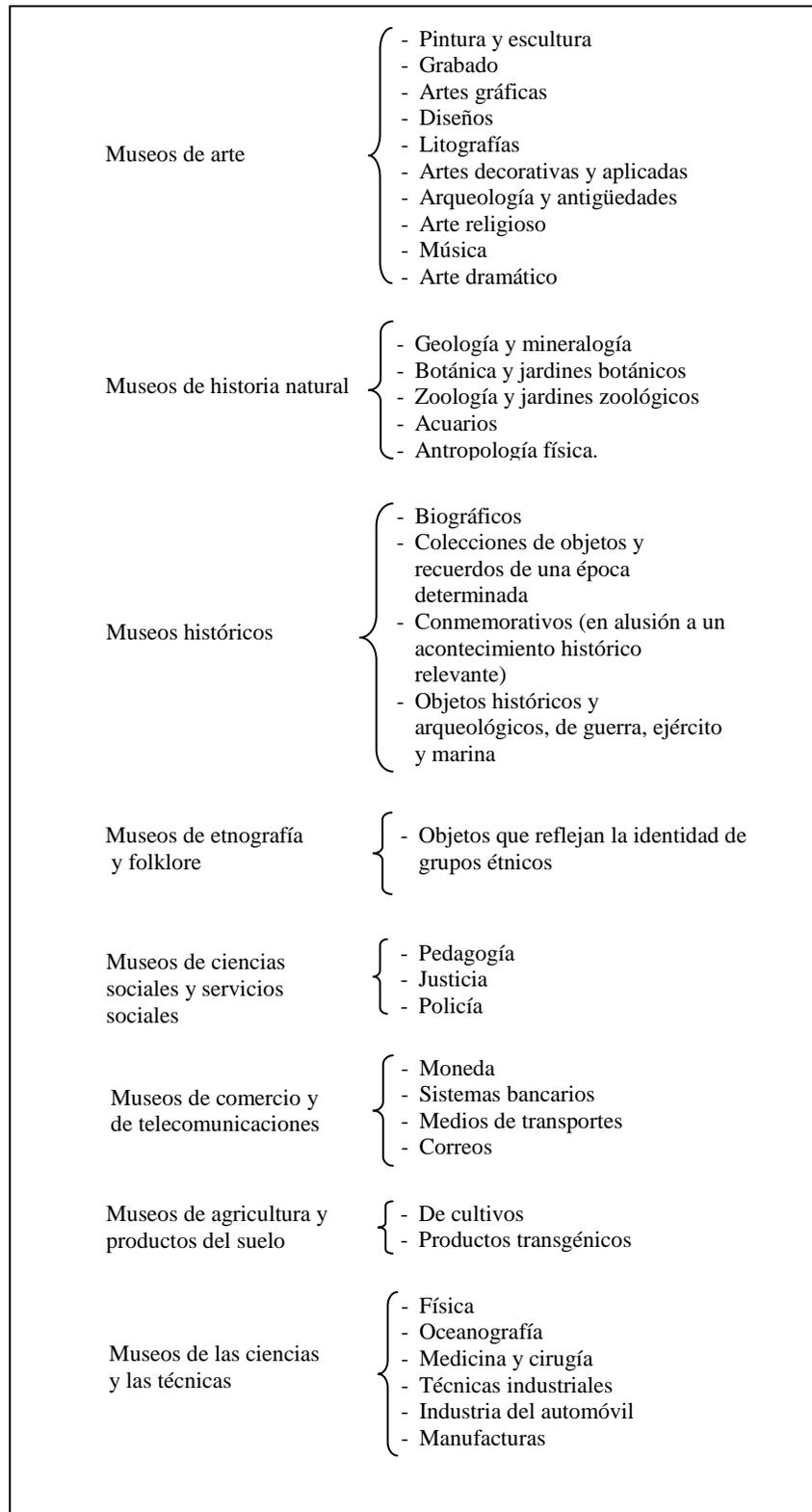
3.4 MUSEOS DE CIENCIA

El origen de estos museos proviene del coleccionismo privado con sus “gabinetes de curiosidades” donde se albergaban plantas, minerales y fósiles de todo tipo. Es así como el coleccionista Elias Ashmole, en 1683, dona su recopilación de especímenes naturales al museo de Inglaterra, el *Ashmolean Museum*⁹⁵. En este centro se encontraba un laboratorio para llevar a cabo demostraciones de ciencia; se contaba con una sala de conferencias ex profeso a impartir clases y seminarios que, de acuerdo con María Emilia Beyer⁹⁶, fueron modelo para la creación de temarios de ciencia en la Universidad de Oxford.

⁹⁵ María Emilia Beyer Ruiz, “Razones y significados del museo de ciencias” [en línea] en *Elementos: ciencia y cultura* [texto en formato pdf., en línea], Número 052, pp. 37-41, México, Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Hemeroteca Científica en línea en Ciencias Sociales, Dirección URL: <http://www.redalyc.com> (consulta: 19 de junio de 2008).

⁹⁶ *Ibid.*

FIGURA 3.1 Clasificación de los museos



El primer museo de ciencias y técnicas del mundo fue el *Conservatoire des Arts et Métiers de Paris* (Conservatorio de las Artes y Oficios de París), creado el 10 de octubre de 1794 en Francia, estaba conformado por obras de la Academia Real de Ciencias. Posteriormente, esta compilación fue donada a Luis XVI, y tiempo después se trasladó al edificio del priorato de Saint-Martin-des-Champs.

Este lugar tenía la finalidad de ser depositario de objetos del Siglo XVI al XX, sólo albergaba máquinas producidas por el desarrollo científico de la época. Desde 1920, no se había ingresado colección alguna. Fue hasta 1991, cuando hubo una remodelación de sus contenidos, contenedores, equipamientos y servicios, para convertirse en el *Musée des Techniques* (Museo de las Técnicas).

Otro fenómeno importante como antecedente de los museos de ciencias fue la Gran Exposición Universal de Londres de 1851; constituyó la primera exposición internacional cuya intención era mostrar el poderío y avance industrial de Inglaterra en el Siglo XIX. De hecho esta exposición dio origen al *Science Museum of London* (Museo de Ciencia de Londres) en 1857.

En el continente americano tuvieron lugar las ferias y demostraciones de ciencia y tecnología; una de ellas fue la Feria de ciencias de Filadelfia en 1876 y otra, la Feria de Chicago, en 1893. Estos esfuerzos dieron origen a la instalación fija de centros o museos científicos⁹⁷, como el caso del *Instituto Smithsonian*.

En Europa a principios del Siglo XX, en el año de 1903 se crea el *Deutsches Museum in Munich* (Museo de los Alemanes en Múnich) “considerado como el mayor museo técnico de Europa”⁹⁸; ello por abarcar exposiciones referentes a las diversas disciplinas y ciencias. En aquella época, este lugar se caracterizó por ser el primero en tener un objetivo pedagógico expresamente expuesto, el cual se llevaba y, aún lleva a cabo, a través de la interacción y manipulación de los equipamientos por parte de los usuarios.

⁹⁷ Se emplean como sinónimos los términos museo de ciencia y centro científico. De acuerdo con María del Carmen Sánchez Mora la sutil diferencia radica porque en los primeros se exhiben, mantienen y conservan colecciones de objetos, junto con exposiciones y equipos interactivos; mientras que en los segundos lo primordial es crear experiencias en sus visitantes mediante equipos interactivos y actividades. En Sánchez, “La función educativa de los museos de ciencias” en Luisa Fernanda Rico Mansard [*et al.*], en *Museología*, p. 101.

⁹⁸Hernández, *El museo*, p. 206.

En 1937, se crea en París el museo *Palais de la Découverte* (Palacio del Descubrimiento), estimado como el primer centro interactivo, pues su objetivo es promover la transmisión de los saberes científicos y técnicos a través de la manipulación de los equipos.

Con respecto a los Estados Unidos, también tuvieron auge éstos, se construyó el *Museum of Science and Industry of Chicago* (Museo de Ciencia e Industria de Chicago) y el más famoso, el *Exploratorium* de San Francisco, abierto en 1969, cuyo fundador fue Frank Oppenheimer. Él era un profesor de escuela y pensó en acercar la ciencia a los alumnos de forma práctica, mediante la experiencia proporcionada por la interacción con equipos, con el propósito de facilitar el aprendizaje y comprensión en los aprendices.

El museo *Exploratorium* es uno de los museos científicos más famosos del mundo por su metodología para acercar, explicar y hacer accesible la comprensión de la ciencia al público, con apoyo de los equipamientos y diversas técnicas de comunicación. Su creador vio en el sitio la posibilidad de apoyar al sistema escolarizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual tuvo un resultado exitoso, tanto así que sus museólogos y especialistas de ese centro publicaron una serie de libros denominado “cookbooks”, como guía para la creación de otros museos de la misma índole.

De acuerdo con Francisca Hernández a este tipo de museología se le denomina “de la idea” porque lo importante en sus exhibiciones no es el objeto presentado, sino la idea por transmitir. La ciencia es vista como algo alejado del contexto inmediato y para hacerla accesible se debe traducir a un lenguaje coloquial, por lo cual los equipamientos, las explicaciones, los medios y las técnicas empleadas en una exhibición giran en torno a la idea de un guión, de un discurso encaminado a la explicación, aplicación o desarrollo de conocimientos y hechos científicos y/o tecnológicos.

Los museos científicos son un medio de divulgación para acercar, transmitir y hacer comprensible la tecnología y la ciencia a alumnos inscritos en la educación formal, o bien, a personas quienes ya no tienen acceso a la educación escolarizada.

Un sitio así ofrece la posibilidad de ver a la ciencia y tecnología cercanas a las personas, porque hay un contacto directo con divulgadores, docentes, investigadores, técnicos o guías del museo, quienes exponen su visión y experiencia con la ciencia. Ésta puede ser enfocada de forma más próxima a los habitantes de una región, al exhibirse los logros y problemáticas locales y así aplicar los principios generales científicos.

El museo invita a vivir una experiencia directa con los equipamientos (sean interactivos o no); permite observar y hasta manipular objetos físicos o reales que sólo se ilustran en las escuelas o en programas radiofónicos o televisivos. Además, en estos espacios se puede apreciar -y a veces hasta participar- en experimentos o demostraciones, que por su costo o proceso complicado, no se realizan en las aulas de un colegio.

LOS MUSEOS DE CIENCIA EN MÉXICO HASTA LA CREACIÓN DE *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

De acuerdo con Miguel Ángel Fernández⁹⁹, a finales del Siglo XIX y principios del Siglo XX la mayor parte de los museos en nuestro país fueron de tipo científico, se encontraban:

1	1880 Ya se tenía constancia de su existencia, pero se desconoce la fecha de su inauguración.	<i>Museo del Palacio de Minería</i>
2	1886 Inauguración	<i>Museo Regional Michoacano</i>
3	1901 Ya se tenía constancia de su existencia, pero se desconoce la fecha de su inauguración.	<i>Museo de la Escuela Nacional Preparatoria</i>
4	1901 Ya se tenía constancia de su existencia, pero se desconoce la fecha de su inauguración.	<i>Museo de la Escuela de Medicina</i>
5	1906 Inauguración	<i>Museo de Geología</i>
6	1908 Inauguración	<i>Museo Tecnológico Industrial</i>

(FIGURA 3.2 Museos de finales del Siglo XIX y principios del XX)

⁹⁹ Citado por Georgina Arellano Vázquez y María del Carmen Cloud Galván, *La divulgación de las ciencias en México a través de los museos interactivos: el caso del Universum de la Universidad Nacional Autónoma de México* (tesis de licenciatura en Ciencias de la Comunicación; México, D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 1997), p. 97.

A pesar de la existencia de este tipo de centros a principios del Siglo XX, de 1918 a 1923, se reduce su presencia, hasta que a mediados del Siglo XX, vuelven a tener auge. Un precursor fue el proyecto de UNAM, con su *Museo Universitario de Ciencias y Artes* (MUCA) cuya apertura data de 1960. Posteriormente, el 20 de noviembre de 1970, se inaugura el *Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad*, constituyendo un lugar interactivo ligado a la ciencia y a la técnica.

La creación de este tipo de instituciones no fue exclusiva de la capital del país; en 1978 fue inaugurado y estrenado el *Centro Cultural Alfa* o también denominado *El Planetario Alfa* en Monterrey, Nuevo León. El antiguo *Museo Michoacano*, cuyo origen es de 1886, fue remodelado, ampliado, recuperadas y mejoradas sus colecciones, para que el 6 de diciembre de 1987 se constituyera como el *Museo de Historia Natural Manuel Martínez Solórzano*, dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Comenzando con la década de los 90, se inicia con el estreno en 1990, del *Museo de Ciencias de Ensenada*, Baja California. A continuación, en el año de 1992, se abrieron tres museos científicos: el *Centro de Ciencias de Sinaloa* en Culiacán, Sinaloa (junio de 1992), *Museo de Ciencia y Tecnología de Veracruz* (noviembre de 1992) y *Universum*, museo de las ciencias UNAM en el Distrito Federal (12 de diciembre de 1992). El primero, de acuerdo con Georgina Arellano y María del Carmen Galván, “es uno de los museos más adelantados a nivel mundial”,¹⁰⁰ porque cuenta con una serie de talleres y laboratorios donde el público asistente pone en práctica lo experimentado en las exhibiciones (ver figura 3.3 referente a la construcción de museos de ciencia en el país).

¹⁰⁰ *Ibid*, p. 103.

FIGURA 3.3 Cronología de la fundación de los museos interactivos, o centros de ciencia, en México hasta 1992

MUSEO	AÑO DE FUNDACIÓN	UBICACIÓN
<i>Museo Universitario de Ciencias y Artes</i>	1960	Distrito Federal
<i>Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad</i>	1970	Distrito Federal
<i>Centro Cultural Alfa</i>	1978	Monterrey, Nuevo León
<i>Museo de Historia Natural Manuel Martínez Solórzano</i>	1987	Morelia, Michoacán
<i>Museo de Ciencias de Ensenada</i>	1990	Ensenada, Baja California
<i>Centro de Ciencias de Sinaloa</i>	1992	Culiacán, Sinaloa
<i>Museo de Ciencia y Tecnología de Veracruz</i>	1992	Xalapa, Veracruz
<i>Universum, museo de las ciencias UNAM</i>	1992	Distrito Federal

Adaptación al Cuadro 1 de Georgina Arellano Vázquez y María del Carmen Cloud Galván, “Museos”, *La divulgación de las ciencias en México a través de los museos interactivos: el caso del Universum de la Universidad Nacional Autónoma de México* (tesis de licenciatura en Ciencias de la Comunicación; México D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 1997), p. 111.

3.5 UNIVERSUM, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

A partir de los años 60, hubo una explosión en la concepción y puesta en marcha de los museos y centros de ciencia en México. La UNAM no fue ajena a este hecho, pues, desde 1979, se planteó la idea de hacer un centro de ciencias de la Universidad. El Dr. José Sarukhán Kermez, quien fungía como director del Instituto de Biología, deseaba crear un museo de historia natural, basándose en las colecciones de ese Instituto, el cual estaría abierto a todo el público.

La idea del Dr. Sarukhán se unió a la del Dr. Luis Estrada, cuyo puesto era de Director del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), él deseaba crear un centro de ciencias de toda la UNAM, el cual se llamaría “Las avenidas de la evolución”, cuyo propósito sería reflejar el trabajo y compromiso social de la institución, consistente en acercar el conocimiento científico a la población mexicana.

Este proyecto tuvo buena aceptación, en 1984, con el rector Octavio Rivero, porque la idea del centro científico se plasmó en planos y maquetas. Pero esto no se aterrizó hasta 1989, con el rector el Dr. José Sarukhán, quien solicitó al Dr. Jorge Flores, Director del CUCC –en ese entonces- llevar a cabo la realización del museo; como consecuencia, él reunió a un grupo de especialistas de diversos campos científicos.

Para comenzar, se planeó la exposición “Ciencia y deporte”, que se montó en el MUCA; el eje temático era medir la capacidad deportiva de las personas asistentes a la exhibición. Esto fue un proyecto piloto, con el propósito de poner en práctica los equipos construidos por ingenieros de la UNAM, comprobar su funcionalidad, desempeño y resistencia.

Poco a poco, se formaron equipos de trabajo multidisciplinarios, para crear los guiones, los contenidos de las salas, los equipamientos, herramientas y actividades del museo. Estos grupos estaban divididos en departamentos, denominados gabinetes, que iban desde el gabinete de ingeniería, gabinete de enseñanza formal, hasta gabinete de medios escritos y de montaje y mantenimiento.¹⁰¹

En 1990 y 1991, la Facultad de Arquitectura diseñó un proyecto para instalar el Museo que estaría situado entre la sala Netzahualcóyotl (dentro del actual Centro cultural universitario) e Insurgentes. El costo aproximado de ese diseño habría sido de 100 millones de pesos¹⁰², pero en ese entonces el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología cambió de instalaciones y así dejó un espacio de 23 mil metros cuadrados disponible para el montaje del museo de ciencias de la UNAM.

El edificio fue adaptado por el Departamento de obras de la UNAM; se cubrieron los patios internos, se amplió el estacionamiento, se acondicionó la guardería para convertirla en el actual auditorio; pero toda esta remodelación tuvo un costo menor en comparación con la megaconstrucción diseñada por Arquitectura; éste fue de 30 millones de pesos.¹⁰³

¹⁰¹ Jennie Becerra Bertram “II. Metodología para construir exposiciones interactivas de ciencias”, en Jorge Flores Valdés, *Cómo hacer un museo de ciencias* (México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, 1996), pp. 27-34.

¹⁰² Arellano y Cloud, p. 126.

¹⁰³ *Ibid.*

Finalmente, *Universum*, museo de las ciencias UNAM, fue inaugurado el 12 de diciembre de 1992 y estaba constituido por nueve salas: Estructura de la materia, Matemáticas, Biología humana y salud, Biodiversidad, Energía, Agricultura y alimentación, Senda ecológica, Nuestro universo, Química. Se contaba con 290 equipos, dentro de ellos 167 eran de tipo interactivo.

En sus orígenes, el Museo fue diseñado para los estudiantes de educación media básica y media superior; pero con el tiempo, se han diversificado sus públicos, incluyendo a niños de primaria y preescolar. A estos últimos, se les ha diseñado un espacio infantil lúdico para motivar sus habilidades sensoriales y motrices.

Con respecto al objetivo de *Universum*, éste no está definido, porque cada integrante tiene una idea diferente sobre él; pero, todos coinciden en que este lugar es un medio para divulgar la ciencia, además de una herramienta de apoyo a la educación formal.

Para ello, se ha estado actualizando y remodelando. Se han creado actividades complementarias para difundir los mensajes del sitio y lo hecho en la UNAM en materia científica; ello, a través de conferencias, talleres, demostraciones, experimentos, teatro y la biblioteca del Museo.

El personal de *Universum*, museo de las ciencias UNAM, y la DGDC están comprometidos con su labor y, para esto, se ha capacitado al personal que tiene contacto directo con el público, principalmente los anfitriones. Son jóvenes universitarios (de la UNAM u otras instituciones), quienes auxilian al público en su recorrido por el lugar mediante visitas guiadas, explicaciones sobre el contenido temático del sitio, o el correcto uso de los equipamientos. Asimismo, ellos son los responsables de impartir talleres, realizar las demostraciones y experimentos. Y, a veces, auxilian a los estudiantes con sus tareas.

A partir de este punto del trabajo de tesis, los anfitriones serán citados porque son el primer contacto del personal de la institución con el público. De igual manera, ellos son los guías en el proceso de transmisión del mensaje de *Universum* hacia los visitantes.

3.5.1 LAS SALAS TEMÁTICAS DE *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

Todo evoluciona y el Museo no ha sido ajeno a este proceso; ahora cuenta con once salas, un espacio infantil, talleres de ciencia, un planetario, una sala destinada a las exposiciones temporales, biblioteca, cafetería; por mencionar algunos componentes. Las salas del lugar son:

3.5.1.1 Universo

Esta sala se encuentra dividida en dos secciones: “Universo de día” y “Universo de noche”. En la primera de ellas se ubican unos mosaicos donde se hace una línea cronológica y explica las diversas concepciones del universo por parte de las diferentes culturas, como la egipcia, la griega, la romana y las civilizaciones mesoamericanas; sin dejar a un lado a los grandes investigadores como Kepler, Galileo, Newton y Einstein. La segunda sección se enfoca en el sistema solar.

En el espacio, se expone el origen del universo, se explica qué son las galaxias, estrellas, planetas, asteroides, meteoritos, el sistema solar, la diferencia de gravedad y de tiempo existente en los planetas Tierra, Marte, Júpiter, estrellas de neutrones y de asteroides.

Esta área transmite el mensaje; como lo diría Carl Sagan “nosotros somos polvo de estrellas”, porque en etapas iniciales en el universo se formó hidrógeno y de éste el helio y de allí las estrellas; entonces todos los elementos conformadores de una estrella ahora constituyen la Tierra y nuestro cuerpo. También en el recorrido se expone la teoría del origen del universo, la Gran explosión ocurrida hace 13 mil 700 millones de años, que dio origen a las galaxias.

Hay equipos interactivos, como las pantallas planas, donde se han grabado explicaciones (relatadas por investigadores de la UNAM) sobre el universo, sus componentes y fenómenos. Estos equipamientos son unos medios informativos y atractivos en los cuales las personas eligen el contenido para ver y escuchar.

Igualmente, se lleva a cabo la demostración sobre el empleo de uno de los telescopios. Además, se simula un recorrido por las constelaciones a través del planetario inflable y también del Planetario José de la Herrán (inaugurado en diciembre del 2007).

3.5.1.2 Infraestructura de la nación

Los equipos interactivos constan de pantallas de computadora, donde se expone la información referente a los recursos naturales disponibles en nuestro país, su explotación de manera sustentable y su transformación para emplearlos en la vida del hombre. Un ejemplo consta de la infraestructura hidráulica para almacenar y abastecer agua en la República Mexicana.

3.5.1.3 La ventana de Euclides

Euclides fue un matemático griego, quién formuló las bases de la geometría, como el concepto de cálculo y la aplicación de las áreas y los volúmenes. “La ventana de Euclides” es un lugar donde se expone el proceso de visión del ojo humano.

La convergencia es la diferencia de dirección al momento de mirar nuestros ojos un objeto; esto es, que los ojos apuntan hacia el centro del cuerpo visto. Los seres humanos solamente somos capaces de percatarnos de la profundidad de algo a una distancia menor de 10 metros. También en esta sala hay un espacio de proyección, donde se expone un video en tercera dimensión y para apreciarlo se usan lentes especiales.

3.5.1.4 Evolución

En esta sala se muestra la evolución de las especies en el planeta Tierra, desde los organismos unicelulares hasta la conformación de seres más complejos, como las bacterias, animales, plantas y seres humanos. La evolución es definida como el proceso de transformación de especies a través del tiempo y las generaciones; en ella intervienen los procesos de población, herencia, variación, reproducción, competencia y selección natural. Por medio de esta última, los organismos mejor adaptados a los cambios del medio ambiente son los sobrevivientes.

Dentro de la sección de la evolución humana, se especifica que el hombre no desciende del mono, más bien esta especie y la nuestra compartimos un ancestro común, el cual probablemente pudo estar ubicado en África. En tal sitio, se encuentra un mural con ilustraciones de los ancestros del hombre: *Ardipithecus ramidus*, *Homo erectus*, *Homo habilis*, *Homo ergaster*, *Australopithecus africanus*, *Homo neanderthalensis*, *Homo sapiens sapiens*. Además, se exhiben dos esculturas de proporciones reales sobre dos ancestros del ser humano: el *Homo ergaster* y el *Australopithecus africanus*.

En otra área, se trata el tema del ácido desoxirribonucleico (ADN), el cual es una molécula formada por cuatro bases nitrogenadas: la adenina, timina, citosina y guanina, cuyo orden determina la especie de un organismo, porque estas bases son las mismas en los seres vivos. Estos temas y los referentes a mutaciones, la evidencia de la evolución genética y la selección natural son explicados mediante grabaciones en pantallas planas, donde el visitante interacciona al momento de seleccionar el contenido de su preferencia.

Como demostración, el anfitrión de la sala hace una breve exposición sobre los “Fósiles”, que versa sobre los tipos de fosilización, el tiempo considerado para determinar a un fósil (10 mil años); se muestran físicamente varios tipos de fósiles los cuales el público puede tocar.

3.5.1.5 Biología humana y salud

Se divide en cuatro secciones: “Consejo Nacional de Población (CONAPO)”, “Biología humana y salud”, “Aventura interior” y “El rincón de la salud”. El propósito de este espacio es informar sobre la anatomía y fisiología del cuerpo humano.

CONAPO contiene información sobre los aspectos demográficos del país, en 1965 un matrimonio tenía un promedio de siete hijos, en cambio en 2005 éste era de dos. La siguiente parte de la habitación es “Biología humana y salud”, constituida por la *Enciclopedia de la reproducción humana* que consta de un solo ejemplar realizado en 1992 en la Ciudad de México, elaborada por el personal de la UNAM ex profesora para *Universum*. En estos tomos, se explican términos como amor, desarrollo sexual, hormona, órganos sexuales, hasta zoosperma.

Dentro de esta área, se expone sobre el SIDA, una enfermedad de transmisión venérea, que ataca el sistema inmunológico del ser humano. En México, es la cuarta causa de muerte en hombres y la séptima en mujeres. Continuando con la visita, está el área de “Aventura interior”, un laberinto donde se exhibe el recorrido de los alimentos en el aparato digestivo.

Al finalizar el recorrido, se llega al “Rincón de la salud”, que proporciona información del cuidado de la salud. Como taller, se tiene el de “Métodos anticonceptivos”; su finalidad es mostrar los diferentes tipos y usos de estos métodos. Para los niños, se cuenta con el taller de “Armando a Beto”, un muñeco del tamaño de 1.50 metros, cuyos órganos son montables y éstos se van ordenando en el interior de su cuerpo.

3.5.1.6 Conciencia de nuestra ciudad

Allí se muestra la evolución geográfica de la Ciudad de México y de la Cuenca del Valle de México. La visita comienza con un plano de la ciudad, hecha en 1519; otra, elaborada por Hernán Cortés en 1520, hasta un plano general de la Ciudad de México de 1903. Esta sala tiene tres intenciones: una, mostrar cómo era la cuenca del Valle de México hace 500 años atrás, la segunda, es hacer un homenaje a las víctimas del temblor que sacudió a la Ciudad de México el 19 de septiembre de 1985, y la tercera es manifestar cómo es la ciudad hoy en día.

En la sección dedicada a los sismos, se explica su origen debido al movimiento de las placas tectónicas, sea por rozarse, encimarse o por separarse. El roce de placas es el motivo más común para producir sismos, porque, cuando estas partes están en contacto, se friccionan y almacenan energía; pero, al romper el contacto, la energía se libera y se propaga en forma de ondas sísmicas. Para medir un temblor, se emplean dos escalas, la de Richter y de Mercalli.

Se denomina zona de subducción a los lugares de mayor contacto entre las placas, como la zona de la Costa del Pacífico, que va desde el Puerto de Vallarta (Jalisco) hasta Tapachula (Chiapas); por este motivo, una de las zonas más propensas a los sismos es la Ciudad de México, tal y como se manifestó en 1985.

En cuanto a los dispositivos de la exposición, hay una maqueta donde se muestra el Valle de México; allí los anfitriones, con ayuda de una proyección y la maqueta, explican la evolución de la región. Otro gran atractivo ha sido la foto aérea, aunque hecha en los 90, sigue capturando la atención del público, porque se pueden localizar varios lugares de la ciudad.

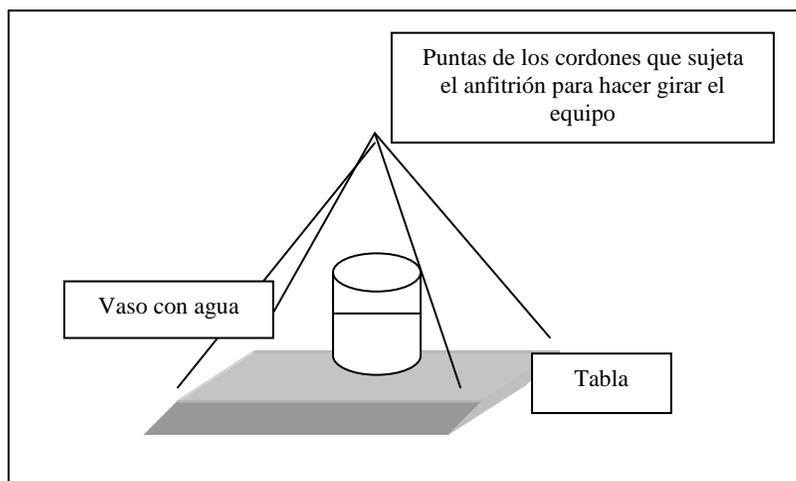
3.5.1.7 Tecnología satelital

En este espacio se explica qué es un satélite, una órbita, cómo se hace despegar un satélite, la diferencia entre éste y un cohete, las aplicaciones tecnológicas espaciales en la vida cotidiana y la evolución de la comunicación telefónica. Asimismo, ésta es una de las salas con más demostraciones o experimentos.

Un satélite es un cuerpo que gira alrededor de la órbita de otro. Existen satélites artificiales como aquéllos construidos por el hombre en las telecomunicaciones, y satélites naturales; tal es el caso de la luna con respecto a la Tierra o ésta última respecto al sol. Los satélites siguen un eje llamado órbita, cuando los primeros están más cercanos al objeto del cual orbitan, su velocidad de rotación es más rápida y si se encuentran en una órbita más lejana, su velocidad de rotación es más lenta; esto cumple con la tercera Ley de Kepler.

Este objeto se mantiene en órbita y no se cae debido a la velocidad de su giro, suficientemente rápido, pero a un ritmo lento para no alejarse. El fenómeno de la fuerza centrífuga se comprueba mediante una demostración efectuada en la sala. Se coloca un vaso con agua sobre una tabla (cuya medida aproximada es de 30 x 15 cms) que tiene unos cordones sujetos en sus cuatro extremos, para que una persona tome los listones y haga girar el equipamiento rápidamente en forma circular, así el líquido del vaso no se cae. Ver la figura 3.4.

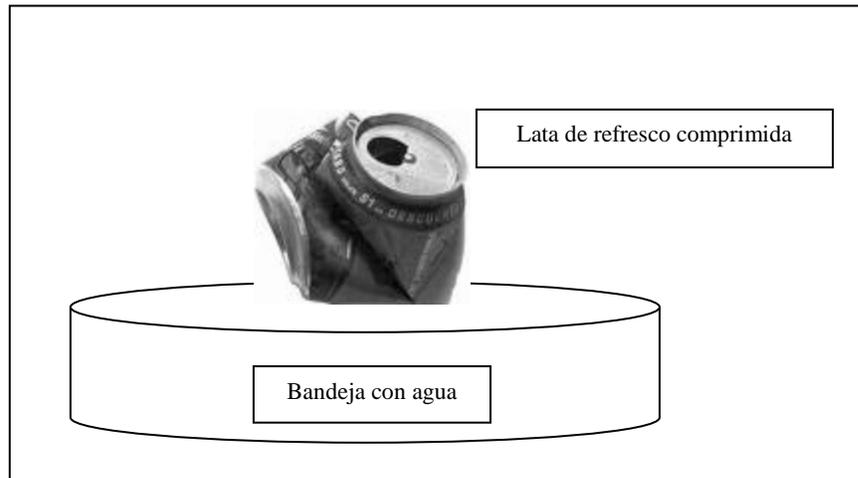
FIGURA 3.4 Material para realizar demostración de fuerza centrífuga



Siguiendo con el recorrido, hay una sección donde se muestra la tecnología espacial aplicada a la cotidianeidad; se exhiben objetos como: el velcro (en su origen se empleó para sujetar los zapatos y trajes espaciales de los astronautas), herramientas cuya fuente de energía es una batería recargable (pues en el espacio es difícil el uso de cables eléctricos), los alimentos deshidratados o liofilizados. Posteriormente, hay una área cuyo tema es la tecnología de teléfonos, mostrando un teléfono de magneto, uno de disco, uno inalámbrico y uno satelital; a ellos se anexa una breve explicación sobre su funcionamiento.

Con respecto a las demás demostraciones de la sala "Tecnología satelital", éstas se centran en mostrar la fuerza de la presión atmosférica. Para ello se emplea como material una lata de aluminio de refresco y se le agregan unas siete cucharadas de agua, el envase se calienta, hasta convertir el agua en vapor, e inmediatamente se ingresa boca abajo (con el orificio sumergido) a una bandeja con agua, ante esto la lata se comprime. La explicación de este fenómeno es que la botella queda sin aire, el aire más frío y denso del exterior comprime la lata de aluminio. Ver la figura 3.5.

FIGURA 3.5 Compresión de una lata



3.5.1.8 Cosechando el sol

Se exhiben temas como el proceso de la fotosíntesis; el énfasis se centra en la producción de oxígeno por plantas y organismos, de ello la importancia de su cuidado y conservación en el planeta. Un dato importante es el origen del oxígeno en la Tierra, que viene del fitoplancton de los océanos, del cual proviene más del 90% del oxígeno que respiramos.

En la segunda sección, “La granja”, se muestra parte de los frutos y animales necesarios en la alimentación del hombre, se hace énfasis en la cultura prehispánica y como, a pesar de los años, la civilización actual sigue consumiendo casi los mismos vegetales, frutas, verduras y cereales como: el maíz, frijol, calabaza, camote, cacao, entre otros. El maíz fue una planta domesticada hace aproximadamente 7 mil años por las civilizaciones mesoamericanas; varios investigadores coinciden en que el teocinte es el ancestro común, cuya vaina medía apenas cinco centímetros. El maíz necesita ser cultivado por el hombre porque por si mismo no puede dispersar sus granos.

En la parte de “Alimentación”, hay un espacio dedicado a la clasificación de los alimentos, en frutas, verduras, lácteos, cereales... Y una explicación sobre el origen y evolución de la papa, pues el 2008 fue el año mundial del tubérculo.

El cierre de la sala es con el tema de los alimentos transgénicos o genéticamente modificados, a los cuales, además de sus propios genes, el hombre les ha agregado algunos de otra especie. En esta parte se explican cómo se producen, sus riesgos y beneficios.

Como actividad para el público mayor de siete años de edad -porque es necesario sepan leer- se lleva a cabo un rally con nueve tarjetas. Es un juego de preguntas y respuestas para los participantes. Se les proporciona una tarjeta con una pregunta, cuya respuesta se encuentra en las cédulas de los equipos, de las ilustraciones o dioramas de la sala "Cosechando el sol". Cuando la persona halla la respuesta, regresa con el anfitrión por otra tarjeta hasta finalizar las nueve.

El propósito de la actividad es que el visitante aprenda a través del juego, los conceptos clave de la sala, como la producción de la fotosíntesis, qué era un mercado prehispánico, la alimentación, así como el origen e importancia de las plantas consumidas como alimento. Para los niños de preescolar, se tiene un rally con muñecos de peluche que son escondidos a lo largo de la sala y los niños deben encontrarlos, simular los sonidos producidos por éstos y describir su apariencia. En opinión de las anfitrionas de la sala, los niños se interesan mucho en el juego, pero los padres se desesperan y prefieren continuar con el recorrido del Museo.

3.5.1.9 Matemáticas

Las matemáticas nacieron por el deseo humano de medir, contar y llegar a las certezas, un ejemplo es la formulación del teorema de Pitágoras, Siglo I a. C., el cual postula que la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa. De esa manera comenzaron a surgir las leyes generales, los teoremas y con ello el *Libro 13 de Euclides*, donde están demostradas las cuestiones matemáticas referentes a la Geometría.

La mayor parte de la sala está enfocada a la geometría, desde la clásica, con sus fundadores, los griegos, hasta la topología (o geometría desarrollada actualmente). Otras secciones son la de "aritmética" y "probabilidad".

Siguiendo con el tema de la geometría hay un área donde se exhiben los espejos, uno cóncavo, uno parabólico y otro mixto, cuya propiedad focal es común en todos ellos. Jugando más con los espejos, se tienen a los caleidoscopios. Tres espejos están cortados en forma de escuadras y crean una pirámide; sus puntas se truncan o se encuentran cortadas, construyendo una ventana por donde entra la luz. En este equipo, se tratan las propiedades de reflexión y se define a los ejes de simetría.

Otros equipamientos para manipular son los poliedros regulares o sólidos platónicos, son figuras tridimensionales con volumen y están conformadas por polígonos regulares (figuras planas cuyos lados y ángulos internos son iguales, como el cuadrado y triángulo). Sólo existen cinco poliedros: el tetraedro (pirámide), exaedro (cubo), octaedro, dodecaedro e icosaedro. Se les denominó sólidos platónicos porque Platón los relacionó con los elementos de la tierra.

En la sección de “Topología”, disciplina enfocada al estudio de las deformaciones de las figuras, se explican las superficies de revolución producidas al girar una figura plana, como un círculo que forma una esfera, dos aros hacen una dona (o toro) y una recta inclinada conlleva a una hiperboloide.

En cuanto a las leyes de probabilidad, las matemáticas describen el comportamiento global de un fenómeno, porque no se pueden predecir los eventos individuales; la probabilidad permite predecir los posibles patrones de los fenómenos ocurridos al azar, como si al lanzar una moneda podrá caer el lado de la cara o cruz.

Finalmente, hay una mesa de billar en la sala, donde se relacionan las leyes de las matemáticas con las de física, se entrelaza la probabilidad y las leyes de reflexión. Con respecto a los talleres impartidos en esta sala, se tienen el sudoku, el armado de rompecabezas, construcción de poliedros y ajedrez.

3.5.1.10 Química

La química es la ciencia enfocada al estudio de las transformaciones de la materia; en este espacio del Museo, se exhiben sus aplicaciones a la vida diaria. Las secciones son la “Química y la sociedad”, “Tabla periódica de los elementos” y “Reacciones químicas”.

En la primera división se exhibe un árbol de hulla; al cortar su corteza, segrega látex o minúsculas partículas de hule en suspensión. Más adelante, en un fotomural, se encuentran algunos productos de hule natural, como condón, jeringas, biberones y guantes; en cuanto al hule sintético, se hallan las pelotas, otros tipos de guantes, globos y gorras para nadar. El hule natural o hule crepé se obtiene cuando se elimina el agua del látex y se adquiere un sólido conformado por moléculas.

Continuando con las aplicaciones de la química, una de ellas es la creación de telas sintéticas, cuyo uso principal es en la vestimenta del ser humano, como el nylon producido por la reacción de dos sustancias químicas. Cuando se agregan dos líquidos (hexametildiamina y cloruro de cebaçoilo), éstos no se mezclan (es parecido a la reacción del agua con el aceite) y, en medio de las dos sustancias, aparece un hilo, el nylon. Otra aplicación de esta ciencia es en la fabricación de medicamentos, en la restauración de libros y obras de arte.

En el área de la “Tabla periódica de los elementos”, se explica su organización por su número atómico, su familia y su periodo; quien la hizo posible fue el químico ruso Dimitri Mendeléyev en el Siglo XIX. En esta tabla se tiene un dibujo de las aplicaciones de cada material.

Finalmente, se muestra cómo se puede formar una carga eléctrica, a través de los electrolitos o sustancias formadas por sales y conductoras de la corriente eléctrica. También se explica qué es una reacción oscilante, donde la concentración de reacciones químicas sube y baja constantemente, cuando ésta aumenta se denomina etapa autocatalítica y cuando disminuye es una fase de inhibición y así las sustancias cambian de color constantemente.

Esta sala cuenta con el “Foro de química”, donde a través de una obra de teatro, se aplica y ejemplifica información como: reacción química, reacción oscilante, reacción exotérmica (este punto se verá en la descripción de los medios de comunicación directa en *Universum* para divulgar la ciencia).

3.5.1.11 Biodiversidad

Está centrada en la variedad de especies de vida en el territorio nacional. Uno de los grandes atractivos es la exhibición de seres vivos: tarántula, salamandra, escarabajo, víbora de cascabel. También se halla el gran esqueleto de la ballena Minke o Aliblanco; estos cetáceos pueden pesar hasta 10 toneladas y su longevidad es de 50 años.

Con respecto a los ecosistemas presentes en México, se tiene al desierto, representado en la sala a través de un diorama con figuras de agave, cactus, una rata canguro, un puma, un coyote, lince, un pájaro carpintero, un correcaminos y arañas. Los desiertos dominan casi la mitad del territorio mexicano; ocupan el segundo lugar en cuanto a diversidad de especies y endemismos (especies exclusivas de un hábitat particular).

También se encuentra la reproducción de un arrecife de coral; una especie de vida sencilla cuyo alimento es el calcio recolectado por los pólipos, unos pequeños animales conformadores de un arrecife. Continuando con la vida marina, se hace la clasificación de algunas de sus especies, como los cefalópodos que tienen los pies en la cara como el pulpo y el calamar, o los equinodermos, cuya piel consta de espinas; tal es el caso de las estrellas y galletas marinas.

Como talleres, se encuentra una lotería, donde los participantes deben identificar diferentes especies de plantas y animales. Otro taller dirigido para niños de preescolar, consiste en iluminar los diversos tipos de ecosistemas con sus especies de flora y fauna.

3.5.1.12 Estructura de la materia

En esta sala se explican algunos de los fenómenos y leyes estudiadas y aplicadas por la física. Se manifiesta que el universo se encuentra compuesto por átomos, moléculas, campos eléctricos y magnéticos; la interacción entre todos éstos ha formado el medio ambiente.

El espacio se divide en cinco secciones: la primera es “Chispas y toques”. Allí se explican temas como la carga eléctrica, que es una propiedad de la materia y del cuerpo humano. En el equipamiento de “Van de Graaff” (una banda conductora de corriente eléctrica accionada por un motor) los anfitriones demuestran y explican el fenómeno de la producción y conducción de la corriente eléctrica, a través de un cuerpo u objeto conectado a la tierra.

El segundo apartado es el “Electromagnetismo”, donde se expone la relación entre el campo eléctrico y la corriente eléctrica, pues al desplazar un imán en presencia de un material conductor de electricidad se genera una corriente eléctrica; éste es el principio del funcionamiento de generadores eléctricos, bocinas y motores. Por otra parte, una corriente eléctrica produce un campo magnético; su aplicación se encuentra en el funcionamiento del radio, la televisión y las ondas de microondas.

La tercera sección es la “Óptica”, una rama de la física cuyo objeto de estudio es la luz, sus leyes físicas son la reflexión y la refracción cuando pasa a través de lentes, agua u otros materiales. Estos son los principios en la elaboración de telescopios, microscopios y cámaras fotográficas.

La cuarta área es “Qué buena onda”, se expone qué son las ondas, las cuales no son perceptibles a través de la vista humana; sin embargo, en esta sala -con ayuda de diversos equipamientos- se puede ver cómo son y cómo se producen. La última sección es “Expo Q”, enfocada en la mecánica cuántica, que estudia las propiedades de objetos pequeños como los átomos y su componente el electrón. Asimismo, se tratan sus aplicaciones en los transistores y en tratamientos médicos como la resonancia magnética nuclear.

3.5.1.13 Espacio infantil

Ésta es una sala del Museo dirigida a los niños de preescolar para que pongan en práctica sus facultades motrices y sensoriales. Primeramente, se tiene la sección de espacio sensorial, con un mural de “La selva”, con dibujos de una guacamaya, mariposa, tapir, boa, mono araña, que se pueden tocar. Allí se les explica cómo son estos animales, las cualidades de su hábitat, sus características y sus hábitos. En la sección de “La Huerta”, los infantes conocen diversos frutos, los pueden oler y sentir su textura.

También se dispone de una pequeña área, la “Ludoteca”. El material consiste en juegos para armar, juegos de memoria, libros de cuentos sobre el reino natural y animal. En este espacio se desarrolla la habilidad de retención y de memoria de los niños, quienes juegan con sus padres.

Otras secciones son “El Jardín” y el arenero, con juegos como un pequeño laberinto. En el espacio con arena, los niños sienten este tipo de suelo y construyen figuras con este material. En el espacio infantil es indispensable la colaboración de los padres, pues son ellos los encargados del cuidado de sus infantes.

3.5.1.14 Senda ecológica

Es un espacio al aire libre de 180 metros, ubicado afuera del edificio del Museo. Es una muestra de la biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel; es similar a una reserva ecológica. En su recorrido, las cédulas describen las especies animales y vegetales características de la zona. Debido a que los animales se refugian para protegerse de posibles ataques de depredadores, es difícil verlos, por ello se han representado mediante esculturas. Los animales de la senda son conejos, coyotes, tlacuaches, ardillas. En cuanto a plantas, se tienen al nopal, tepozán, palo loco y pirul, entre otros.

En el paseo por las diferentes partes de la senda, se explica cómo la zona se convirtió en un lugar lleno de rocas volcánicas, debido a la erupción del volcán Xitle hace miles de años; ello originó la adaptación de las especies vegetales y animales. Como ejemplo, está el matorral

o árbol “Palo loco” con una altura de cuatro metros aproximadamente y flores amarillas. Actualmente, la “Senda ecológica” se encuentra en remodelación, por lo tanto se han suspendido temporalmente los recorridos. Ver la figura 3.6 referente a la colocación de las salas de exposición y la distribución del espacio del edificio de *Universum*.

3.5.2 LAS ACTIVIDADES, O MEDIOS DE COMUNICACIÓN DIRECTA DE *UNIVERSUM*, MUSEO DE LA CIENCIAS UNAM

El museo *Universum* no se limita a divulgar la ciencia a través de las salas temáticas, objetos y equipos interactivos de las exposiciones; sino que también ofrece actividades como: visitas guiadas, demostraciones, talleres, obras de teatro, conferencias y proyecciones.

3.5.2.1 Conferencias

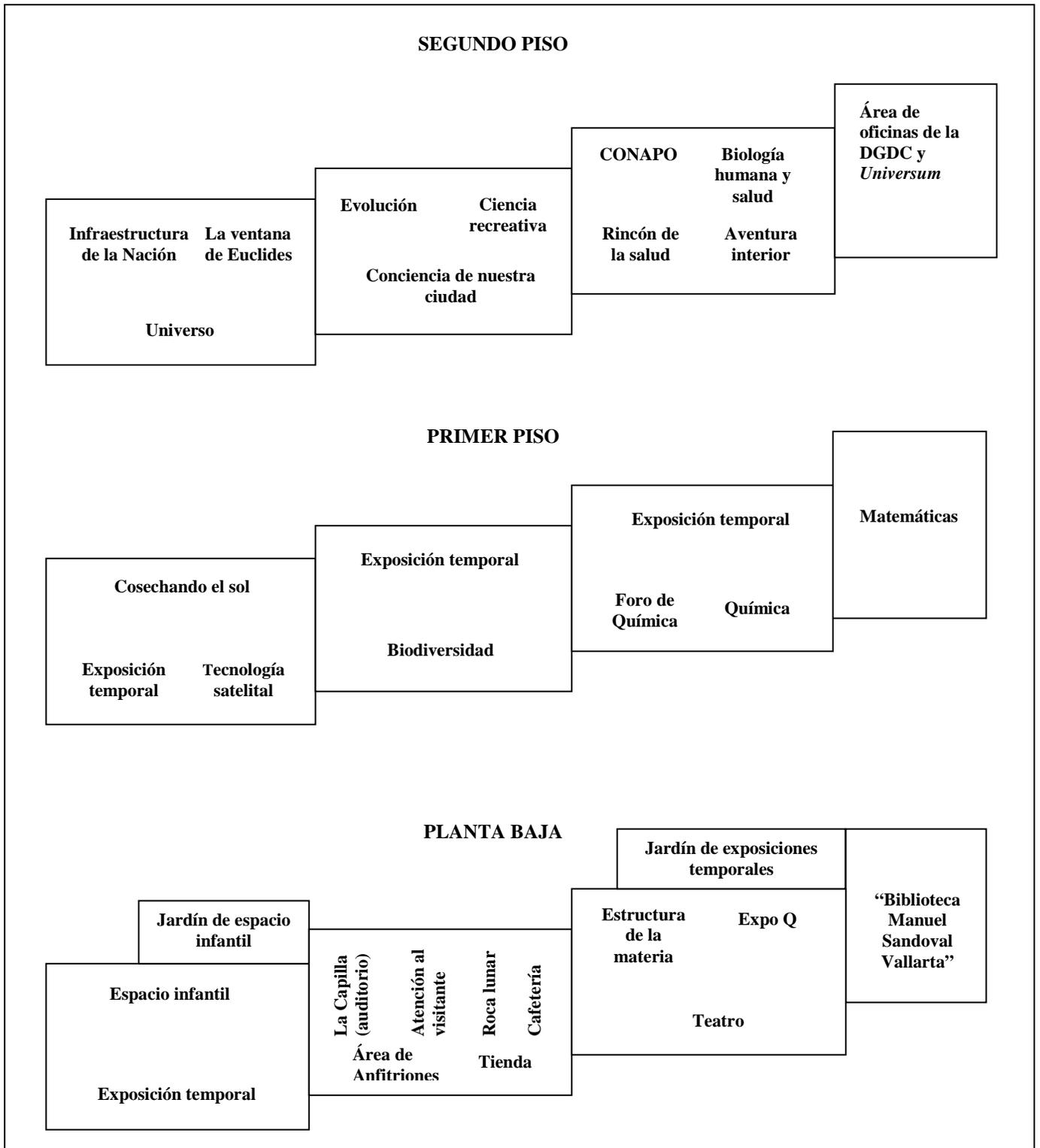
Es la exposición oral de un experto sobre un tema, ésta puede estar apoyada por presentaciones en *Power Point* y/o *Flash*. Las temáticas están ligadas a cuestiones actuales o información complementaria sobre los contenidos de las salas del Museo; también pueden ser referentes a conmemoraciones o festejos científicos, como en el 2008, cuando se expuso información de la papa, pues ése fue el año mundial del tubérculo.

Las conferencias obedecen a ciclos permanentes como, “Domingos en la ciencia”. Tal programa tuvo su origen en 1982, en el *Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad*.¹⁰⁴ Esta idea también ha sido adoptada por el museo *Universum* y actualmente sigue en pie.

La programación depende de la agenda temática general de la UNAM, de las celebraciones internacionales de ciencia declaradas por la Organización de las Naciones Unidas, así como de los organismos científicos a nivel local, nacional e internacional.

¹⁰⁴ Elaine Reynoso Haynes, “Actividades de comunicación directa en un museo de ciencias”, en Luisa Fernanda Rico Mansard [*et al.*], en *Museología*, p. 193.

FIGURA 3.6 Plano de ubicación de *Universum*, museo de las ciencias UNAM



Adaptación del “Plano de ubicación” proporcionado por *Universum*, museo de las ciencias UNAM.

3.5.2.2 “Biblioteca Manuel Sandoval Vallarta”

En este espacio se encuentran libros, revistas, videos, DVD’s, mapas y una sala infantil, con tópicos concernientes a la ciencia y tecnología. Muchos de estos materiales fueron donados por el CONACYT, al mudarse de instalaciones.

Los servicios ofrecidos son: la consulta en sala de colecciones de libros, revistas, videos, DVD’s, compilaciones especiales, fotocopiado, acceso a Internet, con un costo de 10 pesos la hora. Un servicio de vanguardia y poco conocido por el público es la recuperación de documentos en formato electrónico o en línea, a nivel nacional e internacional, mediante la plataforma y sistema de búsqueda electrónico “Ariel”.

El Mtro. Raúl Ortega Muñoz, Coordinador académico de la Biblioteca está haciendo un gran esfuerzo por actualizar el sistema de catálogo en línea del material, porque dentro de su clasificación, él está anexando un breve resumen del contenido, lo cual permite al usuario conocer si el material satisface sus necesidades de información.

El Coordinador se encuentra comprometido con su tarea y es él quien ofrece visitas guiadas en este espacio. Su atención es cálida, al acercarse con los usuarios y ayudarles en su búsqueda de información. Este aspecto es un punto fuerte, pues al público de primaria, secundaria y preparatoria le facilita mucho la obtención de datos.

3.5.2.3 Talleres de ciencia recreativa

Son una serie de actividades de poca duración, aproximadamente de una hora; allí el visitante construye un modelo o un juguete, con apoyo de un guía (un anfitrión) que les explica conceptos científicos. El objetivo es vincular el taller, con lo visto y experimentado a través del recorrido por el Museo.

Los talleres están diseñados acorde con la edad del público; son para niños de cuatro años hasta jóvenes de 15. Para los más pequeños, están disponibles los talleres de hacer mariposas, murciélagos y grillos saltarines.

Para jóvenes de 12 a 15 años, los talleres son más complejos en cuanto a la construcción del objeto y sobre la información expuesta por el guía. Se tienen actividades como la construcción de un caleidoscopio y de poliedros. Se explican conceptos como ejes de simetría y reflexión en los espejos del caleidoscopio; en cuanto a los poliedros, se especifica qué es un polígono regular y qué son los poliedros.

3.5.2.4 Teatro

Son puestas en escena de un tema u hecho científico; se desarrollan con un guión preparado y ensayado por los actores. De acuerdo con Elaine Reynoso,¹⁰⁵ es imprescindible tomar en cuenta: el contenido científico de la obra, la forma como se divulga, si el teatro es el medio idóneo para exponer el tema y, por último, se consideran las posibles respuestas del público.

Una obra de teatro de divulgación científica es considerada como tal, no sólo por tratar temas de ciencia, sino por expresar y definir términos científicos, la forma en cómo se llegó a los resultados y hallazgos, contar una historia con inicio, clímax y conclusión. Para ello, se cuenta con un comité evaluador de la DGDC, integrado por un equipo interdisciplinario de un investigador de la rama o disciplina científica acorde al tema expuesto, un pedagogo, un divulgador y un profesional de teatro.

Como ejemplo de obras teatrales está “Crepas de energía”, escrita por Ana María Sánchez Mora (bióloga y divulgadora con experiencia en la DGDC) y adaptada por Gabriel Ortega. La obra ha permanecido en escena desde 1994. La temática es sobre la energía calorífica; los actores explican y muestran los fenómenos caloríficos a través de la experimentación en vivo y con materiales reales.

¹⁰⁵ *Ibid*, p. 177.

La obra trata de un cocinero y su ayudante preparan unas crepas de cajeta. En el proceso de la elaboración, el ayudante se quema la mano, al sostener una sartén caliente que estaba en el fuego; de esta forma se explica y demuestra el fenómeno de conducción de calor. Aparte, por medio de una caja de vidrio cerrada y con sólo dos orificios, como una especie de chimenea, se expone el fenómeno de convección en el aire por medio del calor.

“Crepas de energía” está dirigida principalmente a estudiantes de secundaria y preparatoria, cuya información previa ha sido recibida en la escuela. Esta producción es divertida, se hacen bromas y las actuaciones son muy cómicas; también es dinámica, porque se pide a voluntarios del público que participen en algunos experimentos.

Otro espectáculo teatral es “Realmente fantástico”. En ella, a un niño llamado Eugenio se le aparece un genio, quien le cambia la perspectiva sobre la ciencia, para verla como algo divertido; para ello, el ser sobrenatural hace experimentos con sustancias químicas y demuestra el cambio de estado de la materia.

“Realmente fantástico” es un medio de apoyo para reafirmar el contenido temático de la sala de “Química”, porque se hacen experimentos referentes a reacciones químicas. Por ejemplo, cuando el genio sale de la botella, ésta se destapa y le sale humo, lo cual se logra por medio de una reacción exotérmica al poner en contacto óxido de magnesio y vapor de agua. Otro experimento de reacción exotérmica es mezclar glicerina y permanganato de potasio; el contacto produce una flama y chispas, así el genio dice que es la simulación de una erupción volcánica.

Más puestas en escena son “Consulta dental ambulante”, “Escamas al rescate”, “Impro al químico”, “Circo, maroma y teatro”, “El circo de la ciencia”. Se exhiben en lugares específicos de *Universum*, como pueden ser los foros o el auditorio; tienen un horario y duración fija. Algunas de ellas son gratuitas y otras tienen un costo de 25 pesos. Pueden presentarse en diferentes lugares, a solicitud de alguna institución, con un costo de recuperación -su fin no es lucrativo-.

3.5.2.5 Demostraciones

Son llevadas a cabo por los anfitriones y personal especializado del Museo, quienes muestran la adecuada utilización y manejo de algún equipo interactivo de la sala, o bien, pueden consistir en la realización de experimentos con materiales peligrosos (como nitrógeno líquido o permanganato de potasio). Estos experimentos requieren de una destreza especial, para evitar accidentes, por lo tanto son realizados únicamente por personal capacitado.

Muchas demostraciones no requieren de una programación o un horario fijo en la agenda del Museo; se proporcionan al público cuando éste las solicita o el anfitrión toma la iniciativa para llevarlas a cabo, dependiendo del ánimo de los visitantes, su disposición para estar presentes y dedicar unos minutos a esta actividad.

Otras demostraciones sirven para complementar o reafirmar la información desarrollada en la sala y no requieren de un horario fijo para su programación. Como ejemplo tenemos las realizadas en la sala de “Tecnología satelital” referentes a la presión atmosférica, o la de fósiles exhibida en el área de “Evolución”.

Algunas sí necesitan de un horario definido, como es el caso del generador de Van de Graaff, situado en la sala de “Estructura de la materia”, que produce cargas eléctricas; por lo tanto es indispensable el personal especializado para manejarlo y explicar el fenómeno de la electricidad.

Una herramienta indispensable para el anfitrión en la realización de estas actividades es “el carrito de demostraciones”, una caja metálica azul con ruedas de aproximadamente 75 centímetros de largo por 50 de ancho; allí se encuentra el material necesario para desarrollar las demostraciones.

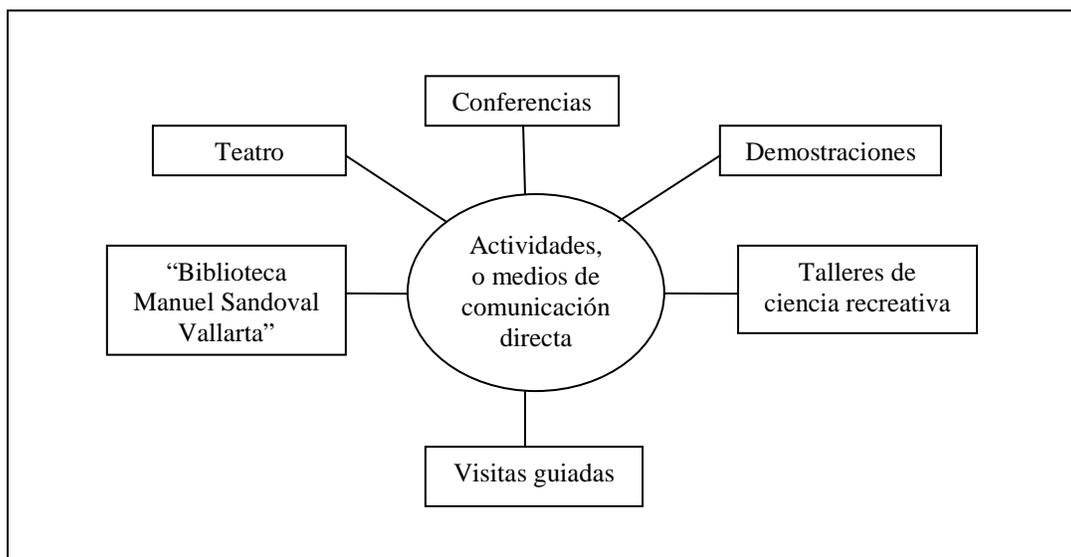
3.5.2.6 Visitas guiadas

Son recorridos guiados por los anfitriones a través de las salas de *Universum*; lo hacen de forma dinámica, entretenida y, sobre todo, adaptando el tipo de lenguaje a las características del grupo visitante, sea éste de primaria, secundaria, bachillerato y demás estratos.

En las visitas se muestra cómo manejar los equipamientos interactivos, y en caso de ser exclusivamente para exhibición, se explica su origen o funcionamiento. Aquí es importante la participación del público, porque se hacen dinámicas de preguntas y respuestas, mientras el anfitrión expone el tema de la sala.

Los recorridos generalmente se proporcionan a los grupos procedentes de visitas escolares, aunque también por iniciativa de los propios anfitriones se puede armar un recorrido. Allí el grupo visitante estará conformado por los interesados o personas quienes vayan pasando por el área del Museo, donde se está dando la visita, y su atención sea capturada por la actividad. Las actividades ofrecidas por la institución quedan esquematizadas en el siguiente cuadro.

FIGURA 3.7 Las actividades de *Universum*, museo de las ciencias UNAM



3.6 LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN DIRECTA PARA DIVULGAR LA CIENCIA A JÓVENES DE SECUNDARIA Y BACHILLERATO EN *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

Cuando vamos a un museo de ciencias, esperamos ver exhibiciones sorprendentes donde se refleje el avance científico que se presume día a día en los medios de comunicación masivo-colectivos. Ansiamos conocer robots, queremos se nos explique qué es el dichoso genoma humano y hasta, los más optimistas, esperamos comprender finalmente la teoría de la relatividad de Einstein o tan siquiera entender algunas leyes de la Física.

Sin embargo, en la mayoría de los museos científicos esto no sucede; su eje temático y sus exhibiciones se encuentran alejados de la ciencia y tecnología de vanguardia mostradas en los canales de comunicación. Estos lugares están repletos de cédulas con mucha información y los equipamientos “interactivos” tienen largas instrucciones para leer y conocer la manera de cómo manipularlos.

El visitante puede experimentar sentimientos de frustración, agobio, y estrés al querer ver, participar, tocar, manipular y leer la mayoría del contenido de un museo en un sólo día de recorrido. Se corre el riesgo de percibir a estos centros de ciencia como portadores de un discurso científico, hecho por una élite versada en el tema que emplea un lenguaje de difícil comprensión para el común denominador.

Universum no se encuentra alejado de estas áreas de oportunidad. Cuando fui anfitriona del citado lugar, era frustrante apreciar que gran parte de los jóvenes asistentes aún repetían el mismo patrón -como yo en mi época de secundaria y bachillerato- de copiar la información de las cédulas y no enterarse de los demás recursos ofrecidos por la institución (talleres, demostraciones, teatro). Estas personas salían del lugar con una saturación de información que puede permanecer como acumulativa, sin trascender en un mensaje o en una experiencia particular de aprendizaje.

El museo de las ciencias UNAM cumplió 16 años -desde su creación el 12 de diciembre del 1992- y, aunque es un organismo perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, no muestra su trabajo científico y tecnológico.

El sitio dispone de 12 salas temáticas, un espacio infantil y una senda ecológica. Los espacios cuentan con cédulas para exponer su contenido, pero el discurso empleado en muchas ocasiones es muy científico o técnico, haciéndolo poco entendible para el público. Ello dificulta capturar la atención de los visitantes y más aún del público meta (estudiantes de secundaria y bachillerato).

Con la saturación de información y de instrucciones sobre el empleo de los equipamientos, las personas podrían considerar a la ciencia como un hecho estable, sin hallazgos ni actualización; como un trabajo realizado por expertos, inaccesible para la población. Esto se va en sentido contrario a los objetivos de un museo y representa la antítesis de la divulgación científica y técnica.

La ciencia, sus aplicaciones, hallazgos y fracasos están elaborados por un trabajo en equipo, ha sido un esfuerzo sumatorio a través del tiempo y la cultura. Tal aspecto social y básico ha sido pasado por alto o se cree es inferido por la gente. Por ende, no es mostrado en los museos o centros científicos, ni siquiera se exponen diferentes definiciones de la ciencia ni de su método.

Respecto a los equipamientos, varias ideas, conceptos y hechos científicos no pueden transformarse en dispositivos, por ello se exhibe la información de forma escrita en cédulas. Tampoco producen una interactividad más participativa, no dan pie al surgimiento de sentimientos de asombro ni de sorpresa, a lo mucho se fomenta la observación y a veces el tacto. Entonces, sólo se llega a la interactividad con nivel de experimentación y de exploración, sin pasar a los siguientes niveles de cognición ni expansión, tal y como lo expone María del Carmen Sánchez Mora (remitirse al último apartado del capítulo 1).

Lo mismo sucede en *Universum*, pues la información en las cédulas y en las instrucciones de uso de los dispositivos, enfatiza el aprendizaje de modo simbólico en los visitantes. Esto no debe fomentarse, porque sus asistentes no desean repetir el mismo patrón de lectura como en las escuelas; ellos esperan del Museo una oferta diferente en la presentación del conocimiento científico y tecnológico.

En cuanto al público del sitio, éste se encuentra integrado por estudiantes de secundaria y bachillerato, quienes por su edad es difícil captar su atención. Es una etapa donde son renuentes a leer y prefieren los multimedios, porque éstos contienen imágenes, sonido, con muy poca información escrita. Además, se debe tener presente que mucho de este público no asiste al Museo de forma voluntaria, sino por una tarea escolar.

Cuando estos actores sociales llegan al lugar, perciben algo similar al contexto escolar: sobreinformación y carencia de casos prácticos. Consecuentemente, se desilusionan y empiezan a predisponerse de forma negativa para aprender. Comienzan a hacer comentarios como “los equipos no sirven”, “no entiendo”, “¿Dónde pueden sellar mi cuaderno para que el maestro vea que sí vine y me ponga mi punto extra?”. Ante esto, la pregunta es ¿Dónde queda el papel de *Universum* como un medio atractivo para acercar a la gente -y en este caso a los estudiantes- con la ciencia y tecnología?

Debido a las áreas de oportunidad presentes en el museo de ciencias de la UNAM, se han creado medios de comunicación directa para apoyar la transmisión de sus mensajes y con ello divulgar parte de los saberes de la ciencia. Tales herramientas son: conferencias, talleres, teatro, demostraciones, proyecciones y visitas guiadas.

Estas acciones son un acto comunicativo directo e intergrupar porque el expositor, sea científico, divulgador o anfitrión, tiene un contacto cara a cara con el grupo, la interacción no es mediada. Hay un acercamiento humano tal y como sucede en el quehacer de la ciencia hecha por y para la sociedad. El emisor tiene la posibilidad de percatarse de las características de la audiencia: ánimo, motivo de su visita y conocimientos previos.

Por ejemplo, al comienzo de algunas visitas guiadas, demostraciones y experimentos, el anfitrión hace una exploración de la información previa de la audiencia, mediante una dinámica de preguntas y respuestas sobre los conceptos clave que serán tratados. En este caso, se pone en práctica una estrategia para la promoción de aprendizajes significativos: las preguntas intercaladas.

En las mismas actividades se emplean otras estrategias como las analogías. Esto es crucial, porque los alumnos observan la reproducción de los fenómenos físicos imitados por los equipamientos -como los movimientos de las olas o la simulación de un rayo-, o ven los objetos reales en las exposiciones del Museo; de este modo, participan activamente en la construcción de un nuevo significado porque adquieren una experiencia que pueden enlazar con la información previa obtenida en la escuela. Esto es algo diferente a lo sucedido en el salón de clases, donde no pueden apreciar los objetos, o, si lo hacen, es a través de ilustraciones.

Los medios de comunicación directa son herramientas eficaces para transmitir mensajes científicos, pues cuando los receptores reciben el contenido, tienen la tarea de decodificarlo; entran en un estado de desequilibrio, donde los estudiantes relacionan sus saberes anteriores con la nueva información, para llegar a un estado de reequilibrio.

Si esto último no se logra, no hay ausencia de aprendizaje; al contrario, se está poniendo en duda lo sabido y percatándose de lo incomprendido. Por lo tanto, el aprendiz podría investigar para entender la información; caso contrario, la duda prevalecería o con el tiempo se olvidaría.

En síntesis, el proceso de comunicación desarrollado a través de estas actividades es directo, interpersonal, intragrupal y bidireccional. El término bidireccional expresa que el expositor no es el único transmisor, porque los receptores tienen la oportunidad de responder a los mensajes haciendo preguntas, expresando sus dudas y puntos de vista. Esto es conocido como retroalimentación.

Aquí se especifica que, en el caso de las obras teatrales, la respuesta inmediata del público no es posible; sin embargo, si hay dudas por parte de los asistentes, pueden recurrir a los anfitriones para aclarar la información. El éxito y aceptación del teatro científico se constatan por su concurrencia, en opinión de la Coordinadora del Departamento de Actividades y eventos especiales del citado centro, los asistentes se divierten y se muestran agradecidos por su realización.

A través de estas actividades complementarias, sí tiene lugar la retroalimentación, porque la información recibida puede ser empleada posteriormente y convertirse en un aprendizaje, cuya utilidad pueda aplicarse en diversas situaciones de la vida cotidiana.

Con estas herramientas, se está propiciando la construcción de aprendizajes significativos, primeramente porque los escolares, al llegar al Museo, se encuentran en una etapa postinstruccional del episodio enseñanza-aprendizaje; entonces, al entrar en contacto con la nueva información del sitio, rescatan de su memoria los saberes obtenidos en la etapa coinstruccional y enlazan estos dos elementos. Asimismo, la información de su estructura cognitiva está en constante modificación, al ampliarse, complementarse o ponerse en duda.

En segundo lugar, al haber una comunicación directa entre el público y el expositor, el último funge como un guía que apoya a su audiencia en la relación de los datos nuevos con los precedentes; para ello, emplea estrategias de enseñanza, con el propósito de generar preguntas y aclararlas. En tercer lugar, el aprendizaje de los estudiantes se produce a su propio ritmo, ellos eligen la información; razón por la cual su conocimiento es cualitativo, más no cuantitativo.

Del mismo modo, se afirma el papel del Museo como apoyo a la educación formal, porque explica conceptos de los contenidos escolares. Igualmente es un medio de divulgación de la ciencia, ya que transmite sus conocimientos con un lenguaje entendible para su público meta y, con ello, se espera un cambio en su actitud hacia la concepción de la ciencia, así como en su relación con el entorno físico y social.

Por otro lado, no todo recae sobre *Universum* en la construcción de aprendizajes significativos, porque la mayoría de los profesores, sin conocer el sitio, envían a los alumnos al centro. Muchos maestros únicamente se enfocan en dejarles de tarea “visitar el lugar”, sin establecer los conceptos claves en los cuales debe centrarse el alumnado. Para remediar esto, los recorridos deben estar preparados y planeados previamente por los educadores, quienes deben conocer el lugar y seleccionar las salas, equipamientos o contenidos con los cuales trabajarán los aprendices.

Posterior a la visita, los facilitadores del aprendizaje tienen la labor de comentar, complementar, explicar y aclarar las dudas sobre lo visto y experimentado, con el propósito de crear un aprendizaje significativo de mayor calidad y cultivar el interés por aprender más.

Para finalizar, el acto de querer informarse y conocer más sobre el universo donde se habita, es una actitud personal que depende de las motivaciones e intereses de cada sujeto. El aprender a través de la divulgación científica es una acción individual, la cual se facilita si se dispone de una diversidad de medios y de lugares para llevarla a cabo.

CONCLUSIONES

Entre los lugares idóneos para divulgar la ciencia se hallan los museos y centros científicos, porque son instituciones y puntos de encuentro entre las personas y las creaciones de materiales culturales, científicos e intelectuales de diferentes tiempos y espacios. De tal forma, el museo cumple con una función social, ya que educa e informa sobre aspectos como el arte, la historia y la ciencia; pero no todo es educar, cultivar y divulgar, también se persigue el deleite y entretenimiento de los individuos.

Una de estas organizaciones es *Universum*, museo de las ciencias UNAM. En este lugar se exponen saberes de diversas áreas científicas mediante recursos como: exposiciones en las salas temáticas, un jardín botánico, una biblioteca, espacios para conferencias, un mariposario, un espacio infantil, un planetario. También se llevan a cabo proyecciones de películas y de documentales, visitas guiadas, obras teatrales y talleres de ciencia.

El centro fue diseñado para los estudiantes de nivel medio básico y medio superior, lo cual corresponde con los datos proporcionados por el Departamento de Atención al visitante donde un 85% de su público se encuentra conformado por alumnos, quienes se dividen en estratos de nivel primaria, secundaria y preparatoria.

Tal dato, lo pude confirmar cuando me desempeñé como anfitriona en *Universum*. Asimismo me di cuenta que la mayoría de los jóvenes asistentes no estaban allí por una motivación propia, sino por cumplir con una tarea escolar. Ante este hecho, el organismo posee la oportunidad de transmitir sus contenidos temáticos de forma entretenida y diferente a como acontece en la educación formal.

Por lo tanto, se debe analizar el potencial de las actividades de comunicación directa como herramientas para divulgar la ciencia de forma atractiva y entretenida a estudiantes de secundaria y bachillerato, y, con ello, se estará en la posibilidad de generar una experiencia particular que propicie la construcción de aprendizajes significativos.

En primer lugar, estas actividades son un medio de comunicación oral, lo cual solventa la saturación de información escrita en las cédulas del Museo. El hecho de emplear un lenguaje hablado para transmitir los mensajes, reduce la apatía del público por leer y acrecienta su interés para participar en las actividades.

Son un medio de comunicación directa, interpersonal y bidireccional. Los términos directo e interpersonal se refieren a que no existen intermediarios entre el emisor y el receptor; hay un contacto cercano entre el anfitrión y los visitantes. Aquí, el primero se convierte en un guía quien hace la exploración de los conocimientos del público y auxilia en la construcción de los nuevos significados.

Otra ventaja es la bidireccionalidad del medio, es decir, la retroalimentación. Los receptores tienen la oportunidad de responder a los mensajes del emisor, de comprobar y refutar sus conocimientos, así como de expresar sus dudas. En este punto, cuando no tenga lugar una retroalimentación inmediata, no significa la inexistencia de un aprendizaje, porque lo aprendido puede ser aplicado en situaciones posteriores a la visita del sitio.

Para ilustrar lo anterior, si un alumno hizo un recorrido por la sala de “Evolución”, asistió a una visita guiada y a las demostraciones de este espacio, seguramente tuvo la oportunidad de comprender conceptos como evolución y adaptabilidad, los cuales podría aplicar, ampliar o modificar en una clase escolar de Biología.

De igual manera, una fortaleza de estas actividades consiste en que se pueden poner en práctica las estrategias facilitadoras de la construcción de aprendizajes significativos. En las actividades de *Universum* se exploran los conocimientos previos de la audiencia a través de preguntas y discusiones guiadas, se expone el tema con ayuda de equipamientos y experimentos, además se hacen analogías y resúmenes de los conceptos clave de cada sala temática del Museo.

Ejemplo, en una visita guiada en la sala “Tecnología satelital”, el anfitrión mide los conocimientos previos de su público a través de preguntas, éstas pueden ser referentes a la fuerza de gravedad o fuerza centrífuga. Posteriormente, el guía expone el contenido de la sala y

efectúa demostraciones (como la compresión de una lata de aluminio a través de la presión atmosférica). Después de todo esto, el facilitador hace un resumen de lo explicado en el recorrido.

Por lo anteriormente expuesto, se aprecia que no es igual la apropiación de los mensajes cuando se leen las cédulas del Museo o se interacciona con un equipamiento, en comparación con la explicación oral, directa e interpersonal de un guía. Como se nos enseña en la carrera de Ciencias de la comunicación, debe dársele digerido el mensaje al receptor, transmitirlo de la forma más sencilla posible para facilitar su comprensión.

Como resultado de la exposición de actividades de comunicación directa ante el público, éste muestra interés por participar en ellas, dejándose de sentir como visitantes anónimos, ya que se les dedica atención y tiempo.

También hay que considerar la ventaja del actor social para aprender a su propio ritmo; esto se refleja en su elección de recorrer una sala y en su decisión por participar en algún taller como los de “Ciencia recreativa”. Tal caso podría ser la construcción de un caleidoscopio, allí el anfitrión le explicaría qué es la reflexión de los espejos; así, el participante vería la aplicación de la teoría en el objeto que estuviese construyendo y, a través de esta experiencia significativa el individuo elaboraría un aprendizaje psicológico.

Otro punto a favor para analizar estas actividades como facilitadoras en la transmisión de mensajes científicos, es que los estudiantes no se muestran presionados cuando participan en ellas, como sucede en la educación formal, donde lo importante es la obtención de calificaciones aprobatorias para acreditar una materia. En el Museo, ellos tienen la libertad de participar, hacer preguntas y equivocarse sin temor a una penalización.

Los visitantes se sienten con más libertad para interactuar en los canales de comunicación, porque -en la mayoría de las ocasiones- los expositores son los anfitriones, quienes también son jóvenes estudiantes. Esto genera un sentimiento de proximidad y confianza por la similitud de sus situaciones. Es más, varios de los anfitriones que estuvimos

asignados a la sala de “Conciencia de nuestra ciudad” orientábamos a los niños y adolescentes en sus tareas colegiales.

Asimismo, a través de estas actividades se refuerza y complementa la información exhibida en el sitio, lo cual propicia un aprendizaje significativo por medio de la interactividad e interacción social, que genera sentimientos de sorpresa, diversión y entretenimiento. Y todo ello conduce a la formación de una experiencia personal en el sujeto.

Por último, estas acciones reflejan el carácter dinámico y de actualización de la ciencia y la tecnología, pues, ante su rápida evolución, se imposibilita el constante cambio o adecuación de los contenidos y equipamientos de *Universum*, esto por la inversión en recursos financieros, humanos y administrativos (sin embargo, se debe reconocer el esfuerzo en la remodelación de sus salas, aunque algunas siguen sin modificaciones como “Matemáticas” y “Cosechando el sol”).

Estos medios de comunicación directa ofrecen la posibilidad de mostrar el trabajo, los esfuerzos, los proyectos científicos y tecnológicos de la UNAM. Es un foro donde las personas conocen lo que está haciendo la máxima casa de estudios, su labor social con los mexicanos y las posibilidades ofrecidas para ingresar a las carreras profesionales.

En conclusión, la utilización de estos medios de comunicación directa es óptima para divulgar la ciencia a estudiantes de educación media básica y superior, porque son una forma entretenida y diferente para transmitir y explicar los mensajes científicos.

Desafortunadamente, estos recursos no son aprovechados al máximo por el público, porque en *Universum*, museo de las ciencias UNAM no se ha dimensionado el potencial de sus medios de comunicación disponibles para difundir la programación. Esto se refleja cuando un asistente promedio sólo visita las salas temáticas, pero no participa en las actividades, pues desconoce su existencia. Ello se solucionaría con una estrategia de comunicación, la cual se desarrolla en el siguiente apartado.

Finalmente, este análisis puede formar parte de posteriores investigaciones destinadas a la creación e implementación de nuevos medios de comunicación directa, para divulgar la ciencia de un modo divertido a los jóvenes y público en general.

PROPUESTA.
PLAN DE COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL.
DIFUSIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM

OBJETIVO:

Difundir información de la programación y realización de las actividades llevadas a cabo en *Universum*, museo de las ciencias UNAM dirigidas hacia su público visitante, tales como: conferencias, talleres, teatro, demostraciones y visitas guiadas.

JUSTIFICACIÓN:

En el museo *Universum* se desarrollan actividades enfocadas en los asistentes, para apoyar, ampliar y reforzar la información transmitida a través de sus exposiciones. Sin embargo, no existe una adecuada comunicación de estas acciones y, por lo tanto, el público no las aprovecha; esto genera una visita tradicional al Museo, caracterizada por la interactividad de los visitantes con los equipamientos y las exhibiciones.

Los medios que transmiten esta información son: el *Nautilus*, carteles situados en el exterior del Museo, “voceo” interno, página de Internet y *Gaceta UNAM*. El *Nautilus* es una publicación bimestral, donde se comunican las actividades del museo *Universum* y de la DGDC; pero se imprimen pocos ejemplares que la mayoría de las veces son adquiridos por el personal del Museo y no por el público externo.

Otro canal donde se propaga la programación de los medios de comunicación directa son los carteles colocados en una columna triangular ubicada en el exterior del Museo, pero adentro del edificio no hay más de estas herramientas para consultarlas.

Referente al “voceo” de las actividades, se efectúa diez minutos antes de su realización. El inconveniente consiste en que no todas las personas lo escuchan, o si lo hacen, llegan tarde a las visitas, talleres, conferencias y demás, debido a las grandes dimensiones del lugar.

Con respecto a los medios masivo-colectivos de comunicación, se cuenta con la página de Internet del Museo, con un vínculo disponible donde invita a suscribirse y recibir información de las actividades. No obstante, muy pocos visitantes la consultan o se suscriben y por ende, no planean su recorrido.

También en la *Gaceta UNAM* se difunde la información, pero éste es un medio de comunicación para la comunidad universitaria, que desconocen los estudiantes de educación media básica y media superior.

A pesar de la existencia de dichos medios de comunicación para transmitir la programación de las actividades a los asistentes, se deben ampliar e implementar otros canales, tanto al interior del Museo como en el exterior. Por lo tanto, se propone el siguiente plan de comunicación, dividido en tres estrategias conformadas por actividades concretas o tácticas. Todo esto queda esquematizado en las tablas ubicadas al final del presente proyecto.

La primera estrategia se enfoca en el ordenamiento, organización y comunicación interna de *Universum*. La segunda se centra en la instrumentación de medios de comunicación para el público externo, con el propósito de informarles sobre las actividades complementarias para divulgar la ciencia y los contenidos temáticos del lugar. El último punto se refiere a la elaboración y puesta en marcha de nuevas actividades y acciones, cuya finalidad es mejorar la exposición de los contenidos y continuar con el trabajo de divulgación.

1. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN INTERNA. DELIMITACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS DE TRABAJO EN *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA COMUNICACIÓN INTERNA.

Antes de llevar a cabo cualquier plan de comunicación en un organismo, son necesarias la organización y delimitación de sus grupos de trabajo. Por esta razón, se deben constituir áreas particulares de *Universum*, museo de las ciencias UNAM y no mezclarlos con los existentes en la DGDC.

Es importante la especificación y comunicación de este ordenamiento a los miembros de la institución, porque desde el cambio de administración de la DGDC y de la Subdirección del Museo, a mediados del año 2008, sus integrantes poseen una vaga idea sobre los departamentos constituyentes; de esto se han enterado a través de la comunicación informal.

Además, se ha soslayado la importancia de mantener informados a los trabajadores sobre: los objetivos del Museo, su visión y valores –si es que existiesen-. No se les comunican oportunamente las actividades destinadas para el público externo, pues cada departamento desarrolla sus tareas y los únicos que conocen los planes, proyectos y eventos por realizar, son los jefes de cada área.

Lo anterior limita el desempeño de los anfitriones y personal del centro científico, porque hay ocasiones que no pueden resolver las dudas de los visitantes concernientes a la programación de algún evento, teniendo como resultado la proyección de una organización ineficiente.

Por otra parte, en el Museo hace falta una labor de comunicación con el público externo, por lo tanto, es de suma importancia los esfuerzos conjuntos de un comunicólogo organizacional, un administrador y un diseñador gráfico que se dediquen a un programa exclusivo de *Universum*, sin combinar sus tareas con las de la DGDC y del *Museo de la Luz*.

Tácticas:

1.1 Organización y delimitación de los grupos de trabajo.

La Subdirección de *Universum*, museo de las ciencias UNAM y la Unidad administrativa de la DGDC tendrán las funciones de organizar, conformar y delimitar los departamentos que constituirán el equipo de trabajo exclusivo del Museo. Ello se realizará a través de juntas. El mensaje por transmitir será la organización de las áreas del organismo, el medio de comunicación, un organigrama. La información tendrá por destinatarios a los miembros internos.

1.2 Creación del organigrama.

La creación de este organigrama correrá en manos de la Subdirección del ente y de la Unidad administrativa, a través de él, se explicará la división de las áreas laborales; su receptor será el público interno. En cuanto a la propagación del mensaje, se propone la siguiente táctica.

1.3 Comunicación formal referente a la estructuración de *Universum* y del organigrama.

Esta información se transmitirá mediante un canal formal de comunicación oral, es decir, una junta general, el responsable comunicativo será la Subdirección. Los receptores estarán conformados por los miembros de la organización. Es importante hacer esto, porque la comunicación entre el líder de un organismo y el personal, fomenta el trabajo en equipo y el sentimiento de pertenencia.

Con respecto al organigrama, lo diseñarán el administrador, comunicólogo y diseñador gráfico (su trabajo se detalla en la siguiente táctica), el material estará impreso en un pizarrón de avisos colocado en:

- Exterior de la oficina de la Subdirección de *Universum*.
- Oficina y módulo externo del Departamento de Atención al visitante.
- Sección destinada para los anfitriones.
- Interior de la entrada principal del Museo.
- Pizarrón de avisos exclusivo del personal interno, situado en las oficinas de *Universum* - este canal de comunicación es una herramienta especificada en el medio de comunicación b, de la táctica 1.5-.
- Página de Internet.

El organigrama también se transmitirá al público externo para proyectarles una imagen de organización y orden, del Museo. Ellos podrán verlo impreso en el Departamento de Atención al visitante, interior de la entrada principal de *Universum* y en la página de Internet.

1.4 Contratación de un comunicólogo organizacional que trabajará conjuntamente con el jefe de la Unidad administrativa (administrador) y el jefe del Departamento de Comunicación gráfica (diseñador gráfico) -esta táctica y la siguiente se explican de manera conjunta por su interdependencia-...

1.5 Organización y comunicación interna formal. Creación e implementación de medios de comunicación.

Es importante el trabajo en equipo de estos profesionales, porque conocen y manejan los medios y herramientas necesarios para diagnosticar, planear e implementar un proyecto de comunicación interno y externo. Con respecto al trabajo, el comunicólogo organizacional, administrador, diseñador gráfico y jefe de la Unidad de cómputo, planificarán y controlarán la comunicación interna y formal de *Universum*.

Por lo tanto, será imperiosa la creación y difusión de canales formales de comunicación, con miras a mantener informados a los miembros de la institución sobre los objetivos, metas, actividades y noticias importantes referentes al sitio.

Los medios serán:

- a) Juntas generales y departamentales; en ellas se tratarán temas relacionados al funcionamiento y tareas del Museo.
- b) Pizarrón de avisos exclusivo de los miembros; se ubicará en las oficinas de *Universum*, donde los empleados podrán tener acceso a él y estar al tanto de las noticias.
- c) Gaceta exclusiva del personal del Museo. Su publicación será mensual.
- d) Página de Internet, con un *link* propio para la consulta del personal interno. Aunque como desventaja, no todos saben y pueden acceder a este medio; por consiguiente, esta dificultad se solventará con los medios de comunicación anteriormente propuestos.

2. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EXTERNA. CREACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN EXTERNOS Y FORMALES PARA INFORMAR SOBRE LAS ACTIVIDADES DE *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM DIRIGIDAS HACIA EL PÚBLICO VISITANTE.

Las actividades destinadas para los visitantes no son informadas ni difundidas adecuadamente, las personas desconocen la oferta del sitio para divulgar la ciencia. Por tal razón se formulan las siguientes tácticas encaminadas a solucionar esta situación.

Tácticas:

2.1 Medios de comunicación escrita.

Se emplearán los medios escritos porque en ellos la información tiene un registro que las personas pueden consultar en cualquier momento. Los responsables de su elaboración y puesta en marcha serán el comunicólogo organizacional y el diseñador gráfico.

A) Columnas triangulares montables.

Las columnas estarán colocadas en los siguientes lugares:

- En medio de la explanada exterior del Museo, porque los visitantes antes de comprar su boleto, pasan por ese lugar.
- A ambos lados de las taquillas. En caso de que los visitantes no hayan visto la columna de la explanada, esta información se repetirá a través de las columnas en los extremos del lugar donde se compran los boletos.

Muchos alumnos acuden a *Universum* exclusivamente a alguna actividad, pero al momento de comprar su entrada, las personas quienes atienden las taquillas no les informan sobre su costo adicional; los jóvenes adquieren el boleto y cuando desean acceder a una obra de teatro, o a un taller de ciencia recreativa, deben comprar otro ticket. Esto ocasiona su disgusto, pues no se les informó oportunamente el requisito.

- En el interior de la entrada principal, justo a lado del vigilante quien recoge el boleto de admisión.
- A un costado del módulo donde se encuentran los anfitriones del Departamento de Atención al visitante.
- En cada descanso de las escaleras de los pisos del Museo.
- Cerca de la entrada de los baños para los visitantes (lugares empleados por todas las personas).

La información contenida en estas columnas será referente a las actividades de conferencias, talleres, teatro, demostraciones, visitas guiadas, proyecciones, entre otras. Se especificará el horario y lugar de la actividad, si hay un costo adicional o no. Además, se indicará la cancelación de algún evento.

B) Folleto *Nautilus*.

Se elaborará una cantidad mayor de ejemplares, porque cuando hay en existencia, se colocan en el módulo del Departamento de Atención al visitante y se agotan muy rápido.

Para su distribución, en la entrada del Museo un anfitrión repartirá este folleto al público, proporcionando uno por grupo visitante. Para evitar el desperdicio de este material, se colocará un buzón pegado en las paredes próximas a las salidas del centro donde se especifique que se depositen los folletos *Nautilus* en caso de ya no utilizarse.

C) Cartel con información de las demostraciones en las salas temáticas.

El cartel se exhibirá en la entrada y salida de la sala donde se realicen las demostraciones, indicando de qué se trata, los horarios y duración aproximada de la presentación. Éstos se ubicarán únicamente en los sitios que cuenten con experimentos, porque no en todas las salas se desarrollan este tipo de actividades.

D) Página de Internet.

En este canal, se encuentra disponible información sobre la DGDC, de *Universum* y del *Museo de la Luz*. Se continuará trabajando con este medio de comunicación, porque en la sección referente al Museo hay un cronograma de actividades y un *link* para suscribirse, y así recibir las novedades de los eventos.

A la página de *Universum* se anexarán los datos concernientes a la programación de demostraciones, conferencias y proyecciones de películas. Igualmente, se publicará el organigrama, para que el personal interno y externo lo consulten. Por último, se añadirá un *link* específico destinado a sus miembros, que contendrá noticias de la organización.

E) Letreros en algunos equipamientos de las salas temáticas.

Se elegirán los equipamientos más representativos de cada sala y se les colocará un letrero diciendo: “Si tienes dudas sobre el funcionamiento de este equipamiento ¡acércate a un anfitrión quien con gusto te orientará!”. Esto tiene el propósito de facilitar la comprensión del contenido del mensaje del equipo interactivo y apoyar la construcción de un aprendizaje significativo.

F) Colocación de los nuevos señalamientos fotográficos de los anfitriones en activo.

En 2008 se colocaron figuras con la fotografía de anfitriones de generaciones pasadas que tenían el mensaje para los visitantes: “Si tienes dudas pregúntanos, estamos para auxiliarte”; pero, a principios de 2009 fueron retiradas para actualizarlas con la imagen de los jóvenes guías que actualmente colaboran en *Universum*. En cuanto estén listos estos señalamientos, deberán colocarse nuevamente en el Museo.

Se cambiarán cada dos años, correspondiendo al ingreso y egreso de las generaciones de anfitriones o si hubiese cambio de uniforme.

G) Inserciones en la revista *¿Cómo ves?*

Hacer inserciones en esta revista mensual de la DGDC. En el medio se promociona a *Universum* y las actividades de “Domingos de ciencia”, que consisten en una conferencia a las 12.00 hrs, en el Auditorio de “La capilla” del Museo; también se informa sobre los talleres de “Ciencia Recreativa”; pero ahora se anexará la programación de los medios de comunicación directa. El encargado de esta acción será el editor de la revista *¿Cómo ves?*

2.2 Medios de comunicación oral.

A) “Voceo” en los altavoces.

Como se ha estado haciendo, se continuará con el “voceo” que anuncia las actividades diez minutos antes de su inicio. Esto ya se hace cada hora, desde la apertura del Museo hasta su cierre. Los comisionados de esta actividad seguirán siendo los trabajadores del Departamento de Atención al visitante.

B) Invitación oral al momento de las reservaciones, o cuando el público externo solicite información del Museo.

Los encargados del Área de Atención al visitante son responsables de coordinar y programar las reservaciones hechas por escuelas u otros grupos, ellos les informarán sobre las actividades, aclarando que algunas tienen un costo adicional. Los datos también se promoverán cuando las personas llamen por teléfono, o acudan a este Departamento para solicitar información referente a *Universum*.

C) Invitación oral, cuando los anfitriones del Departamento de Atención al visitante reciban a grupos con reservación.

Cuando un grupo visitante con reservación arriba al Museo, los anfitriones y personal del Departamento citado tienen la labor de organizarlos en la explanada principal y externa del Museo; esto con el objetivo de ordenar su ingreso y, posteriormente, asignarles una visita

guiada en una sala. Mientras se les asigna visita, son llevados al lobby de *Universum*; en ese momento, el personal del Departamento les informará sobre las actividades.

D) Invitación oral a través de los anfitriones.

Los anfitriones de cada sala invitarán al público a las demostraciones, obras de teatro, conferencias y demás acciones. Ello se efectuará en el recorrido de las personas a través de los espacios temáticos.

E) Plática o discusión guiada sobre el contenido de las proyecciones.

En la sala de “La ventana de Euclides” y de “Tecnología satelital” se muestran proyecciones, pero cuando finalizan no hay alguna plática sobre su contenido. Aquí el anfitrión, o encargado de sala efectuará una discusión guiada sobre lo tratado en el filme y aclarará las dudas de los asistentes. Tal hecho se convertirá en un recurso para la promoción del aprendizaje significativo con la finalidad de hilar la información del documental con el contenido de la sala, o de *Universum* en general.

F) Invitación oral en el programa radiofónico *Hoy por hoy en la ciencia*.

Se efectuará una invitación oral a los radioescuchas del citado programa, transmitido en la estación 96.9 FM los sábados de 10.00 a 11.00 hrs; el cual está dirigido y conducido por la Coordinación de medios de la DGDC

2.3 Medios de comunicación audiovisual.

El programa semanal *¿Cómo ves? Ciencia en TV* es realizado por la DGDC en colaboración con *TV UNAM*, emitido los martes de 17.30 a 18.00 hrs., por el canal 411 del sistema de televisión de paga *Cablevisión* y 255 de *Sky*. En este espacio se hará una invitación oral a los televidentes para que asistan al Museo y participen en sus actividades.

Igualmente, se efectuará una serie de programas enfocados en las actividades disponibles en el sitio, porque su contenido ha sido centrado exclusivamente en los fenómenos, leyes y hallazgos científicos que se intentan explicar a través de los equipamientos interactivos del Museo.

Debido a que en este medio de comunicación interviene el trabajo de varios departamentos, los encargados serán: Coordinación de medios, Subdirección de *Universum*, equipo de producción de TV UNAM y comunicólogo organizacional.

3. ESTRATEGIA PARA LA CREACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE NUEVAS ACTIVIDADES PARA APOYAR LA LABOR DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN *UNIVERSUM*, MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM.

Para que *Universum* continúe con la labor de divulgación de la ciencia y tecnología, es de suma importancia crear más actividades encaminadas a cumplir este propósito; por lo tanto, se propone la presente estrategia.

Tácticas:

3.1 Visitas guiadas por las salas del Museo, con horarios definidos y sin necesidad de contar con una reservación.

Se programarán y realizarán visitas guiadas con horarios establecidos en las salas del Museo, porque este servicio se proporciona únicamente a los grupos escolares, o conjuntos de personas quienes ya cuentan con reservación.

Para hacer disponible este recuso al público sin reservación, se organizarán dos visitas guiadas por sala, una en la mañana y otra en la tarde, con horarios diferentes en cada espacio temático.

Éstas serán comunicadas en las columnas triangulares –herramienta A, de los medios de comunicación escrita de la táctica 2.1- y se vocearán diez minutos antes de su inicio. También se organizarán a petición del público, formando grupos de 10 a 20 personas. Los responsables serán los anfitriones.

3.2 Creación de una sala temática donde se refleje lo hecho por la UNAM en materia científica y tecnológica.

El museo *Universum* pertenece a la máxima casa de estudios y eso lo sabe la mayoría de sus visitantes; pero en ninguna parte del citado lugar existe un espacio enfocado únicamente al trabajo, labor científica y tecnológica desarrollada en la UNAM. Es necesaria una sala donde se muestren los hallazgos, investigaciones y hasta intentos fallidos científicos y tecnológicos de los investigadores de la Universidad.

Lo anterior se hará con las finalidades de proyectar el dinamismo de la ciencia y de reflejar el trabajo en equipo invertido en un proyecto científico, mostrando así el aspecto social de la producción científica y tecnológica. Los responsables serán los jefes de los Departamentos de *Universum* así como de la DGDC.

En este espacio se mostrarán los hallazgos por los cuales académicos, investigadores y técnicos de la máxima casa de estudios han obtenido reconocimientos locales, nacionales e internacionales. También se presentarán grabaciones en video de biografías de científicos destacados de la Universidad.

3.3 Elaboración y puesta en marcha de una obra teatral referente a la ciencia y su método.

En esta obra teatral se especificará qué es la ciencia, cuál es su método, su tipología y su diferencia con la tecnología. Del mismo modo, se estará en la posibilidad de mostrar el trabajo en equipo involucrado para su realización, consolidación y evolución a través del tiempo. Se programará y llevará a cabo los sábados, porque ese día hay mucha afluencia en el lugar.

Éste es un “museo de ciencias” pero en ninguna sala se dice qué es ciencia y muchos alumnos tienen esta duda, es más, varios profesores les dejan como tarea definir este concepto; lo cual se puede hacer mediante la inferencia del recorrido por el lugar, pero se necesita de un guía para corroborar lo definido, construir la explicación y aclarar las dudas.

En este punto, el Museo es un facilitador del conocimiento y mediante una obra teatral avalada por el comité evaluador de la DGDC, se podrá exponer de forma entretenida y específica, términos tan empleados como ciencia, método y tecnología.

Los responsables serán los integrantes de la compañía teatral, Comité evaluador de obras teatrales científicas de la DGDC y el Departamento de Actividades y eventos especiales de *Universum*.

3.4 Colocación en las salas temáticas de cédulas indicadoras de fuentes de consulta, donde se pueda ampliar la información expuesta en el Museo.

Esto es implementar el proyecto del Coordinador académico de la “Biblioteca Manuel Sandoval Vallarta”, sobre la colocación de cédulas en el Museo, cuyo contenido sea la indicación de fuentes de consulta, para que los visitantes puedan ampliar información, o aclarar preguntas del contenido de las salas.

Estas fuentes pueden ir desde libros, artículos de la revistas científicas -tal es el caso de *¿Cómo ves?*-, textos escritos por los divulgadores de la UNAM y de otras instituciones educativas, se anexarán las direcciones de sitios de Internet que contengan artículos científicos avalados por una institución educativa.

También se especificará que la disponibilidad de este material se encuentra en la Biblioteca del sitio. En esta labor estará involucrada una pedagoga de la DGDC, el comunicólogo organizacional, el diseñador gráfico y el responsable de la Unidad de cómputo de la DGDC.

3.5 Publicación de información en la página de Internet sobre el contenido de las salas temáticas y del Museo, anexando vínculos de Internet y fuentes de consulta para ampliar la información.

Esta táctica está estrechamente relacionada con la anterior, porque la misma información de las fuentes de consulta en las cédulas de las salas, también se incluirá en la actual página de Internet del Museo, debido a que sólo se expone una breve explicación sobre el contenido de los espacios. Los responsables serán los especificados en la herramienta antecedente.

3.6 Consideración de las opiniones de los visitantes.

Muchos de los asistentes llenan una papeleta para expresar sus opiniones, la cual es recabada por el Departamento de Atención al visitante. Estos puntos de vista se registrarán en una carpeta y se tomarán en cuenta -dentro de las posibilidades y evaluación de su factibilidad- para mejorar el servicio del Museo.

De igual manera, esta información se comunicará al personal interno mediante una junta general, con el propósito de generarle sentimiento de pertenencia y así conozca la percepción que produce en los visitantes. Como resultado se optimizará su servicio y su actitud para con el público. Los responsables serán comunicólogo organizacional y Departamento de Atención al visitante.

PLAN DE COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL

ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN INTERNA

DELIMITACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS DE TRABAJO EN <i>UNIVERSUM</i> , MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA COMUNICACIÓN INTERNA.					
TÁCTICA	RESPONSABLE EMISOR	MEDIO (S)	MENSAJE	DESTINATARIOS RECEPTORES	TIEMPO
1 Organización y delimitación de los grupos de trabajo.	Subdirección de <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM y Unidad administrativa de la DGDC.	Juntas de trabajo entre la Subdirección y la Unidad administrativa.	Organización, conformación y delimitación de los departamentos de trabajo del Museo.	Personal interno del Museo.	Julio-Octubre 2009.
2 Creación del organigrama.		Juntas de trabajo entre la Subdirección y la Unidad administrativa.		Personal interno del Museo.	Julio-Octubre 2009.
3 Comunicación formal referente a la estructuración de <i>Universum</i> y del organigrama.	Subdirección de <i>Universum</i> .	Junta general de trabajo.	Organización de las áreas de trabajo.	Personal interno del Museo.	Octubre 2009.
	Administrador, comunicólogo y diseñador gráfico.	El organigrama estará impreso en un pizarrón de avisos colocado en: a) Exterior de la oficina de la Subdirección del Museo. a) Oficina y módulo externo del Departamento de Atención al visitante. b) Sección de anfitriones. c) Interior de la entrada principal del Museo. d) Pizarrón de avisos exclusivo del personal interno situado en las oficinas de <i>Universum</i> . - Página de Internet.			

			Organigrama impreso en: - Departamento de Atención al visitante. - Interior de la entrada principal del Museo. - Página de Internet.		Público externo.	Octubre 2009.
4	Contratación de un comunicólogo organizacional que trabajará conjuntamente con el jefe de la Unidad administrativa (administrador) y el jefe del Departamento de Comunicación gráfica (diseñador gráfico).	Personal administrativo y personal de base.	Contrato (colectivo o individual) de trabajo.	Trabajo conjunto de profesionales de ciencia de la comunicación, administración y diseño gráfico.	Comunicólogo organizacional.	Julio 2009.
5	Organización y comunicación interna formal. Creación e implementación de medios de comunicación.	Comunicólogo organizacional, administrador, diseñador gráfico y jefe de la Unidad de cómputo.	- Juntas generales. - Juntas departamentales. - Pizarrón de avisos exclusivo del personal interno. - Gaceta mensual. - Página de Internet.	Informar sobre los objetivos, metas, visión, valores, planes de trabajo, noticias y resultados de <i>Universum</i> , museo de las ciencias UNAM.	Personal interno del Museo.	Su implementación será en octubre 2009. Después la práctica será continua, de acuerdo a las necesidades de comunicación.

ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EXTERNA

CREACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN EXTERNOS Y FORMALES PARA INFORMAR SOBRE LAS ACTIVIDADES DE <i>UNIVERSUM</i> , MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM DIRIGIDAS HACIA EL PÚBLICO VISITANTE.					
TÁCTICA	RESPONSABLE EMISOR	MEDIO (S)	MENSAJE	DESTINATARIOS RECEPTORES	TIEMPO
1 Medios de comunicación escrita y multimedia.	Comunicólogo organizacional y diseñador gráfico.	- Columnas triangulares montables. - Folleto <i>Nautilus</i> . - Cartel con información de las demostraciones en las salas temáticas. - Página de Internet (multimedia).	Información sobre las actividades dirigidas al público.	Visitantes.	Su implementación será en octubre 2009. Su actualización será diaria, exceptuando los carteles, porque las demostraciones tienen una programación fija y muy pocas veces se cambian o cancelan.
		Letreros en equipamientos.	Información para recurrir a los anfitriones, en caso de que las personas tengan dudas sobre la utilización de un equipamiento, o preguntas sobre el mensaje a transmitir por el equipo.	Visitantes.	Su implementación será en octubre 2009. Se cambiarán en caso del retiro del equipamiento, o la actualización de la sala.
		Colocación de los nuevos señalamientos fotográficos de los anfitriones en activo.	Dato sobre a quien puede recurrir el público visitante.	Visitantes.	Su implementación será en octubre 2009.

					Se cambiarán cada dos años, correspondiendo al ingreso y egreso de las generaciones de anfitriones, o si hubiese cambio de uniforme.	
	Editor de la revista <i>¿Cómo ves?</i>	Inserción en la Revista <i>¿Cómo ves?</i>	Información sobre las actividades dirigidas al público.	Público general.	A partir de octubre 2009.	
2	Medios de comunicación oral.	Personal del Departamento de Atención al visitante.	Altavoces del Museo.	Información sobre las actividades dirigidas al público.	Visitantes.	Diariamente. Y diez minutos antes del inicio de cada actividad.
			Invitación oral cuando los grupos reservan visita al Museo, o el público solicite información.		Grupos visitantes con reservación. Público en general.	Al momento de efectuar una reservación, o cuando los visitantes soliciten información.
			Invitación oral a grupos de visitantes con reservación.		Grupos visitantes con reservación.	A la llegada de los grupos visitantes con reservación, que esperen en el lobby.
	Anfitriones.	Invitación oral a los visitantes de la sala.	Visitantes.	Diariamente, durante el recorrido del público.		

			Plática o discusión guiada sobre el contenido de las proyecciones.	Información y aclaración de dudas referentes a las proyecciones del Museo.	Visitantes.	A la conclusión de las proyecciones.
		Coordinación de medios de la DGDC.	Invitación oral en el programa de radio <i>Hoy por hoy en la ciencia</i> , 96.9 FM.	Información sobre las actividades dirigidas al público.	Público general. Radioescuchas.	A partir de octubre 2009.
3	Medios de comunicación audiovisual. Televisión.	Coordinación de medios de la DGDC, Subdirección de <i>Universum</i> , producción de <i>TVUNAM</i> y comunicólogo organizacional.	Invitación oral en el programa de televisión <i>¿Cómo ves? Ciencia en TV</i> . Canal 411 de <i>Cablevisión</i> y 255 de <i>Sky</i> .		Público general. Televidentes.	

ESTRATEGIA DE CREACIÓN DE NUEVAS ACTIVIDADES PARA DIVULGAR LA CIENCIA

CREACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE NUEVAS ACTIVIDADES PARA APOYAR LA LABOR DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN <i>UNIVERSUM</i> , MUSEO DE LAS CIENCIAS UNAM.						
TÁCTICA	RESPONSABLE EMISOR	MEDIO (S)	MENSAJE	DESTINATARIOS RECEPTORES	TIEMPO	
1	Visitantes guiadas por las salas del Museo, con horarios definidos.	Anfitriones.	Visita guiada.	Información del contenido de la sala temática, así como del adecuado uso de los equipamientos del Museo.	Público sin programación de visita guiada.	Implementación en octubre 2009. Se programará diariamente una visita, en el turno matutino y otra en el vespertino, o a petición del público.
2	Creación de una sala temática donde se refleje lo hecho por la UNAM en materia científica y tecnológica.	Jefes de los Departamentos de <i>Universum</i> así como de la DGDC.	Sala temática.	Información sobre los hallazgos, investigaciones, invenciones y trabajo científico, así como tecnológico, desarrollado por la UNAM.	Visitantes.	Un año para su creación, 2009-2010.
3	Obra teatral referente a la ciencia y a su método.	Compañía teatral, Comité evaluador de las obras teatrales científicas de la DGDC y Departamento de Actividades y eventos especiales.	Obra teatral.	Información sobre la definición de la ciencia, su método, su topología y la diferencia con la tecnología.	Visitantes.	Cuatro meses y medio para su creación, julio-diciembre 2009. Su presentación inaugural será el 12 de diciembre de 2009, en el 18° aniversario de <i>Universum</i> . Su programación será sabatina.

4	Colocación en las salas temáticas de cédulas indicadoras de fuentes de consulta.	Coordinador académico de la "Biblioteca Manuel Sandoval Vallarta", pedagogo, comunicólogo organizacional, diseñador gráfico y Unidad de cómputo.	Cédulas.	Información concerniente a fuentes de consulta para ampliar contenidos de las salas y Museo en general.	Visitantes.	Julio-diciembre 2009. Se cambiarán en caso de actualización de las salas.
5	Publicación de información en la página de Internet sobre el contenido de las salas temáticas del Museo y fuentes de consulta para ampliar la información.		Página de Internet.			
6	Consideración de las opiniones de los visitantes.	Comunicólogo organizacional y Departamento de Atención al visitante.	- Junta general. - Registro en una carpeta.	Información concerniente a las percepciones de los visitantes con respecto a las exhibiciones, visitas guiadas y servicio del personal del Museo.	Personal interno del Museo.	A partir de octubre 2009. Semanalmente se hará su recopilación y registro de la información. Se comunicará al personal interno cuando haya juntas generales.

FUENTES DE CONSULTA

LIBROS

- ALONSO FERNÁNDEZ, Luis. *Museología y museografía*. 2ª ed.; España, Barcelona: Ediciones del Serbal, 2001, 383 p.
- BONILLA, Carlos. *La comunicación. Función básica de las relaciones públicas*. México: Trillas, 2001, 120 p.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Introducción a la teoría general de la administración*. 7ª ed.; Colombia: Mc Graw Hill, 2004, 562 p.
- COLL, César y MAURI, Teresa. *El constructivismo en el aula*. España, Barcelona: Graó, 1997, 183 p.
- CAULTON, Tim. *Hands on exhibitions. Managing interactive museums and science centres*. 3ª ed.; Estados Unidos: Nueva York, Routledge, 1998, 155 p.
- CEAC. *Curso de habilidades directivas* [s. p. i.], 265 p.
- *Coloquio interno sobre divulgación de la ciencia. Abril–mayo 2000*. México D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia y Universidad Nacional Autónoma de México, 2000, 120 p.
- DAFT, Richard I. *Organizaciones: el comportamiento del individuo y de los grupos humanos*. México: Limusa, 1992, 773 p.
- DE LA MOTA, Ignacio H. *Diccionario de la comunicación, artes, ciencias y técnicas*. 4 vols.; México: Noriega Editores, 1994, 1442 p.

- DE LA VEGA SHIOTA, Gustavo [et al.] *Nociones sobre la investigación científica*. Col. Ciencia y Tecnología 3. México D. F.: Oxford University Press, 1999, 71 p.
- DEL POZO LITE, Mariza. *Cultura empresarial y comunicación interna. Su influencia en la gestión*. México D. F.: Fragua, 1997, 118 p.
- DÍAZ BARRIGA ARCEO, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México D. F.: Mc. Graw-Hill, 2001, 465 p.
- DYAZ, Antonio y ARAGONESES, Julián. *Arte, placer y tecnología*. España, Madrid: Anaya Multimedia, 1995, 238 p.
- ESTRADA MARTÍNEZ, Luis [et al.], (coord.). *La divulgación de la ciencia*. Cuadernos de Extensión Universitaria, México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1981, 86 p.
- _____ *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...?* Cuadernos de divulgación para divulgadores. México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 47 p.
- FERNÁNDEZ, Alonso, FERNÁNDEZ, Luis. *Introducción a la nueva museología*. España: Alianza, 1999, 208 p.
- FERNÁNDEZ DE COLLADO, Carlos. *La comunicación humana: en el mundo contemporáneo*. México, D. F.: Mc. Graw-Hill, 1991, 411 p.
- _____ *La comunicación en las organizaciones*. México, D. F.: Trillas, 1991, 368 p.
- FLORES VALDÉS, Jorge. *Cómo hacer un museo de ciencias*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, 1996, 166 p.

- GARCÍA BLANCO, Ángela. *Didáctica del museo. El descubrimiento de los objetos*. España: Ediciones de la Torre, 1994, 170 p.
- _____. *La exposición, un medio de comunicación*. España, Madrid: Akal, 1999, 236 p.
- GARZA MERCADO, Ario. *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de Ciencias sociales*. 6ª ed.; México, D. F.: El Colegio de México, 1996, 410 p.
- GALLARDO CANO, Alejandro. *Curso de teorías de la comunicación*. 2ª ed.; México, D.F.: Cromocolor, 1998, 169 p.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Francisca. *Manual de Museografía*. España: Síntesis, 1994, 318 p.
- _____. *El museo como espacio de comunicación*. España: Ediciones Trea, 1998, 325 p.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ DE COLLADO, Carlos, BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación*. 2ª ed.; México, D. F.: Mc Gaw Hill, 2000, 501 p.
- HOMS QUIROGA, Ricardo. *La comunicación en la empresa*. México: Grupo Editorial Iberoamericana, 1998, 148 p.
- KNAPP, Mark L. *La comunicación no verbal. El cuerpo y el entorno*. México: Paidós, 1999), 373 p.
- KOTLER Neil y KOTLER Philip. *Estrategias y marketing de museos*. España: Ariel, 2001, 448 p.
- LARAMÉE, Alain. *La communication dans les organisations. Une introduction théorique et pragmatique*. Canadá, Québec: Télé-Université, 2001, 266 p.

- LEÑERO, Vicente y MARÍN, Carlos. *Manual de periodismo*. México, D. F.: Tratados y Manuales Grijalbo, 1986, 315 p.
- *Le petit Robert. Diccionario de la lengua francesa*. Francia, París: Dictionnaires Le Robert, 2003, 2949 p.
- LIBAERT, Thierry. *El plan de comunicación organizacional. Cómo definir y organizar la estrategia de comunicación*. México, D. F.: Limusa, 2005, 283 p.
- MARTÍNEZ DE VELASCO, Alberto y NOSNIK, Abraham. *Comunicación organizacional práctica. Manual gerencial*. México, D. F.: Trillas, 2001, 63 p.
- MORTENSEN, David. *La comunicación: el sistema interpersonal*. Argentina: Ediciones tres tiempos, 1978, 247 p.
- NAGEL, Ernest. *La estructura de la ciencia*. España: Paidós, 1981, 556 p.
- O'SULLIVAN, Tim [et al.] *Key concepts in communication*. Estados Unidos: Nueva York, Routledge, 1993, 270 p.
- *Primer encuentro de divulgación científica. 21 y 22 de septiembre de 1995*. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 1995, p. 98.
- REYES PONCE, Agustín. *Administración Moderna*. México, D. F.: Limusa, 2005, 480 p.
- RICO MANSARD, Luisa Fernanda [et al.] *Museología de la ciencia: 15 años de experiencia Universum*. México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007, 350 p.
- ROJAS SORIANO, Raúl. *Guía para realizar investigaciones sociales*. México, D. F.: Plaza y Valdés, 1998, 437 p.

- ROBBINS, Stephen. *Comportamiento organizacional*. 8ª ed.; México: Prentice Hall, 1999, 313 p.
- RUIZ OLABUÉNAGA, José Ignacio. *Sociología de las organizaciones*. España: Universidad de Deusto, 1995, 499 p.
- SÁNCHEZ MORA, Ana María. *La divulgación de la ciencia como literatura*. México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998, 168 p.
- TONDA MAZÓN, Juan, SÁNCHEZ MORA, Ana María y CHÁVEZ ARREDONDO, Nemesio (coord.). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México, D. F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002, 378 p.
- *Oxford Dictionary*. 5ª ed., Estados Unidos, Nueva York: Oxford University Press, 2005, 1780 p.
- ZAVALA, Lauro, DE LA PAZ SILVA, María y VILLASEÑOR, Francisco. *Posibilidades y límites de la comunicación museográfica*. México, D. F.: Serie el discurso museográfico contemporáneo, Dirección General de Asuntos de Personal Académico, Escuela Nacional de Artes Plásticas, Universidad Nacional de Artes Plásticas, 1993, 155 p.

TESIS

- ARELLANO VÁZQUEZ, Georgina y CLOUD GALVÁN, María del Carmen. *La divulgación de las ciencias en México a través de los museos interactivos: el caso del Universum de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Tesis de licenciatura en Ciencias de la comunicación; México, D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 1997, 212. p.

- PÉREZ DE CELIS HERRERO, María Teresa Josefina. *La investigación evaluativa del proceso educación-comunicación en los museos*. Tesis de maestría en Enseñanza Superior; México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Ciudad Universitaria, 2003, 127 p.
- RENDÓN GARCÍA, Magda Lillali. *Universum. El museo como medio de comunicación*. Tesis de licenciatura en Ciencias de la comunicación; México, D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 2000, 215. p.
- SURIÁN RODRÍGUEZ, Maribel. *Los anfitriones como divulgadores de la ciencia en Universum (reportaje)*. Tesis de licenciatura en Ciencias de la comunicación; México, D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 2003, 160. p.

HEMEROGRAFÍA

- DE LA PEÑA SOBRAZO, Patricia. “El siglo de la Biología”, en *El Faro, la luz de la ciencia*: boletín informativo de la Coordinación de la Investigación Científica UNAM, VII, no. 82 (México, D. F.: 10 de enero de 2008), pp. 13-14.
- DÍAZ, José Luis, “De la mente al conocimiento mediante la ciencia cognitiva”, en *Ciencias*: revista trimestral de difusión de la ciencia, publicada por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, no. 88 (octubre-diciembre, 2007), pp. 4-17.
- SUÁREZ-IÑIGUEZ, Enrique, “La filosofía de la ciencia de Karl Popper” en *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*: revista trimestral publicada por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, no. 159 (enero-marzo 1995), pp. 9-33.

CIBERGRAFÍA

- Academia Mexicana de Ciencias [en línea], México, Dirección URL: <http://www.amc.unam.mx/> (consulta: 26 de junio de 2007).
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [en línea], México, Dirección URL: <http://www.conacyt.mx> (consulta: 26 de junio de 2007).
- *Cuadro de resumen de Estadísticas sociodemográficas* [en línea]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección URL: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob00&c=5262> (consulta: 17 de octubre de 2007).
- International Council of Museums; *Evolución de la definición de museo según los estatutos del ICOM (1951-2001)* [en línea], Francia, International Council of Museums, Dirección URL: http://icom.museum/hist_def_fr.html (consulta: 9 de abril de 2008).
- María Emilia Beyer Ruiz, “Razones y significados del museo de ciencias” [en línea] en *Elementos: ciencia y cultura* [texto en formato pdf., en línea], Número 052, pp. 37-41, México, Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Hemeroteca Científica en línea en Ciencias sociales, Dirección URL: <http://www.redalyc.com> (consulta: 19 de junio de 2008).
- *Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2008* [texto en formato Adobe.pdf, en línea], México, 1 de enero de 2008, Dirección URL: <http://www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/pef/2008/index.html><http://www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/pef/2008/index.html> (consulta 22 de diciembre de 2008).
- René Drucker Colín, “Una muestra de vida Nacional” [en línea], México, *La Jornada*, 12 de junio 2007, Dirección URL:

<http://www.jornada.unam.mx/2007/06/12/index.php?section=opinion&article=020a1pol>
(consulta: 19 de diciembre de 2007).

- Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A. C. [en línea], México, Dirección URL:
http://www.somedicyt.org.mx/joomla/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1
(consulta: 26 de junio de 2007).

- Universidad Nacional Autónoma de México, *Ixtli, observatorio de visualización de la UNAM* [en línea], México D. F. Dirección URL:
http://www.ixtli.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=33
(consulta: 10 de diciembre de 2007).

APUNTES

- Guillermo Tenorio Herrera, *Cuadros sobre nociones de comunicación*, Curso de Introducción a las Teorías de la Comunicación y Teorías de la Comunicación I, México D. F.: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Ciudad Universitaria, UNAM, 2001-2002, 4 cuadros.