



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS**

**DESARROLLO DE MODELOS TRIDIMENSIONALES  
PARA LAS SALAS DE EL AGUA Y LA INDUSTRIA  
Y MEDIO AMBIENTE PARA  
EL MUSEO MODELO DE CIENCIAS E INDUSTRIA**

**TESINA QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL**

**PRESENTA**

**ANGEL RICARDO BAHENA LEDEZMA**

**DIRECTORA DE TESINA**

**DOCTORA MARIA PATRICIA VÁZQUEZ LANGLE**

**MÉXICO, D.F. 2012**



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.

## **Dedico esta trabajo a**

### **Mis padres**

Ana Maria Ledezma Ruíz

Alejanbdro Cruz Bahena López

Gracias por la maravillosa oportunidad de aprender de ustedes cada día; por apoyarme a cada momento y tener paciencia y confianza en mi desarrollo. Por su amor y dedicación en enseñarme lo que vale la pena de la vida y por creer que algún día llegaría el momento de culminación del presente trabajo.

**A mis amigos** que me apoyaron, me impulsaron y abrieron mi panorama demostrandome que se puede lograr lo que uno se proponga.

**A Dios** que sin Él nada de lo que soy sería posible, Su fidelidad, amor, confianza y fortaleza.

# Í N D I C E

## **CAPÍTULO 1**

<b>MUMCI</b> .....	<b>5</b>
--------------------	----------

MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS .....	5.
----------------------------------	----

HISTORIA DEL EDIFICIO .....	6.
-----------------------------	----

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO MUMCI .....	7.
---------------------------------------	----

SALAS .....	8.
-------------	----

IMPORTANCIA DEL MUMCI .....	14
-----------------------------	----

## **CAPÍTULO 2**

<b>MODOS DE COMUNICACIÓN EN LOS MUSEOS</b> .....	<b>17</b>
--	-----------

MODELOS DE COMUNICACIÓN PARA LOS MUSEOS .....	17
---	----

LA EXPOSICIÓN COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN .....	20
--	----

## **CAPÍTULO 3**

<b>MUSEOGRAFÍA</b> .....	<b>25</b>
--------------------------	-----------

GUIÓN MUSEOGRÁFICO .....	26
--------------------------	----

ELEMENTOS MUSEOGRÁFICOS .....	27
-------------------------------	----

Circulación .....	27
-------------------	----

Iluminación .....	29
-------------------	----

Color .....	32
-------------	----

Mobiliario .....	33
------------------	----

Material Gráfico .....	34
------------------------	----

Medios Complementarios .....	36
------------------------------	----

Modelos Tridimensionales .....	37
--------------------------------	----

## **CAPÍTULO 4**

<b>DESARROLLO DEL MODELO TRIDIMENSIONAL RELLENO SANITARIO PARA LA SALA DEL MUMCI: MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>41</b>
INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	41
ELABORACIÓN DEL MODELO RELLENO SANITARIO.....	42
PLANEACIÓN DE LA MAQUETA.....	43
INVESTIGACIÓN.....	45
ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y DISPOSICIÓN DEL CONTENIDO.....	50
SELECCIÓN DE LOS MATERIALES.....	51
PRODUCCIÓN.....	52

## **CAPÍTULO 5**

<b>DESARROLLO DEL MODELO TRIDIMENSIONAL POZOS PROFUNDOS PARA LA SALA DEL MUMCI: EL AGUA Y LA INDUSTRIA.....</b>	<b>63</b>
PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	63
PLANEACIÓN DEL MODELO.....	66
SELECCIÓN DE MATERIALES.....	67
ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO.....	68
PRODUCCIÓN.....	69

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
--------------------------	-----------

## **MATERIAL COMPLEMENTARIO**

ENTREVISTA AL LIC. GERARDO ALONSO ULLOA.....	77
--	----

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>
--------------------------	-----------

# INTRODUCCIÓN

El desarrollo de dos modelos tridimensionales para dos de las salas de exposición permanente del Museo Modelo de Ciencias e Industria MUMCI es el motivo de este trabajo.

Los primeros tres capítulos explican la razón y sustento del proyecto en el cual participe y describo a detalle en los últimos dos capítulos.

El primer capítulo trata acerca de la historia, objetivos, museografía e importancia del MUMCI, institución para la cual se fabricaron los modelos tridimensionales.

El segundo capítulo aborda el tema de los modos de comunicación en los museos, es decir cuáles son los modelos de comunicación en los museos, los elementos que influyen para que se cumpla el proceso de comunicación entre museo y visitante. Este capítulo servirá como base para entender la importancia que cumplen los objetos (como los modelos tridimensionales) como vía de comunicación para exponer el mensaje de la exposición.

En el tercer capítulo hago un recorrido por la museografía, disciplina que se encarga del montaje de las exposiciones. Revisando cada elemento que hace posible que una exposición se lleve a cabo y profundizando en el que es la razón de nuestro trabajo, el modelo tridimensional.

Finalmente los capítulos cuarto y quinto son la descripción del proceso de producción de los modelos tridimensionales. En el cuarto capítulo describo el desarrollo del modelo Relleno Sanitario y en el quinto capítulo describo la producción del modelo Pozos profundos.

Espero que el trabajo de algo de luz a quien lo consulte respecto al material que desarrollamos en el proyecto y sirva para aumentar el poco número de lecturas que hay respecto al tema.

## CAPÍTULO 1

# M U M C I

MUSEO MODELO DE CIENCIAS E INDUSTRIA

La ciudad de Toluca es el escenario que alberga uno de los museos de ciencia más importantes a nivel Latinoamérica, tanto por el contenido de sus exposiciones, como por el modo innovador de exhibirlas. La interactividad con que llega a sorprender a sus visitantes va desde una pantalla táctil hasta una botella gigante simulando su sellado, agitando por unos segundos a quien se introduzca en ella. Desde la simulación de máquinas que elaboran y envasan las cervezas hasta una habitación de un hogar inteligente.

El MUMCI es un espacio educativo que cuenta con salas sobre diversas ramas industriales divididas en el área de exposiciones permanentes y un área de exposiciones temporales. Las exposiciones permanentes (como detallaremos más adelante) constan básicamente de salas que tratan temas como : agricultura, manufactura, administración, entre otras; y ciencias relacionadas como: Física, Química y Biología; esto hace que la exposición sea compleja ya que se abarcan la mayoría de los aspectos que envuelven la fabricación de una cerveza (principal producto de elaboración del grupo modelo y uno de los ejes pilares de su exposición).

En cuanto a las exposiciones temporales el MUMCI se ha encargado de traer unas de talla internacional como la exposición 300% Spanish Design, que consta de 100 sillas, 100 lámparas y 100 carteles de artistas y diseñadores españoles como Picasso, Gaudí,

Miró, Dalí, Tusquets, Mariscal, Moneo o Hayón, entre otros; la exposición sensorial “¿Ya viste?, cierra los ojos, abre tu corazón” en la que se puede experimentar cómo viven las personas invidentes, por medio de un simulador, en total oscuridad y apoyados con un bastón, se recorren diversos escenarios de la vida cotidiana en los que podrás usar sólo el tacto, el oído o el olfato; entre otras.

Además de las salas de exposición, el MUMCI cuenta con un teatro con sistema IMAX e IMAX 3D con una pantalla de 600 m2 y capacidad de albergar hasta 300 personas por función. Cuenta con servicio de cafetería, estacionamiento, tienda de regalos, biblioteca, guardería y salón de conferencias.

### MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS

La misión del MUMCI es *“Crear conciencia dentro de la comunidad en general, que cada elemento del universo cumple con un propósito para la buena marcha del mundo y el desarrollo de la humanidad.”*<sup>1</sup> Ofrecer a sus visitantes la oportunidad de adquirir conocimientos a través de diversas opciones que se adapten a su estilo de aprendizaje, principalmente multimedios interactivos que promuevan el conocimiento general, despierten interés y creen conciencia respecto al mundo en que vivimos, el impacto que tiene la industria sobre éste y acciones en búsqueda de su mejora.

EL MUMCI tiene tres objetivos principales:

1. Conservar y compartir la herencia científica, tecnológica y cultural de Grupo Modelo, la relación con diferentes ramas industriales y el trabajo realizado, para contribuir con el progreso de la comunidad y el país.
2. Aumentar la conciencia social sobre la importancia de la Ciencia y la Tecnología, logrando un mejor entendimiento de la misma, promoviendo el conocimiento y estimulando la participación de la comunidad.
3. Crear conciencia en la comunidad sobre el impacto de la industria.

## HISTORIA DEL EDIFICIO

El inmueble histórico del Estado de México en su momento fue la planta cervecera más moderna del país, produjo la primera cerveza Lager de la historia cervecera en México y fue hogar de Victoria, la marca con mayor tradición y antigüedad de la industria cervecera del país.

Lo que hoy conocemos como MUMCI era una gran compañía cervecera, la cual se extendía a dos cuadras más de las que hoy abarca, ya que contaba con una fábrica de vidrio y otra de empaque. Por su labor y prestigio fue una de las más reconocidas en la época del porfiriato.

En 1860 el empresario Santiago Graf llega a la ciudad de Toluca y decide desarrollar un taller artesanal de producción de cerveza; en ese entonces se decía que era bueno producir cerveza en Toluca porque contaba con agua de muy buena calidad, incluso se dice que el barón de Humboldt aseveraba que esta era la ciudad con mejor agua, después de Alemania,

aunado a ello existían distintas haciendas que producían excelente cebada.

Según cuentan los cronistas, Santiago Graf inició el taller frente al jardín Zaragoza, sede actual del MUMCI; el taller creció hasta que en 1890 se convirtió en la Compañía Cervecería Toluca y México, se construyeron así la fachada y las oficinas de la fábrica.

La fachada se terminó antes de 1900 con características de un estilo arquitectónico ecléctico y con detalles simbólicos. Justo enfrente de la entrada principal está la cabeza de un león, pues la gente se refería al taller artesanal de Santiago Graf como cervezas de león.

Años después, la competencia y la desarticulación del sistema ferroviario, provocaron que la Compañía Cervecería Toluca y México dejara de ser la cervecera líder. En 1935, la Cervecería Modelo adquirió todos los activos de la compañía cervecera y con ellos el edificio que alberga hoy al MUMCI.

En 1940 la Cervecería Modelo utilizó el edificio como distribuidora y se dejó de producir cerveza. Durante los años 80 el edificio dejó esas funciones, hasta que en el año 2004 Grupo Modelo apoyó la creación de un Museo de Ciencia y Tecnología, creando un espacio para la difusión en la ciudad de Toluca gracias a la tradición industrial que ésta tiene.

La restauración del edificio tuvo un proceso del año 2004 al 2009, aunque el gran reto fue que el edificio del siglo XIX albergara a un museo del siglo XXI, para ello se convocó a arquitectos del país, quienes debían presentar un proyecto de restauración y creación, con las consignas siguientes: respetar la imagen del edificio antiguo sin ninguna modificación y generar condiciones propicias para hacer un museo de corte científico.<sup>2</sup>



Aunque no era nada sencillo, el arquitecto José de Arimatea Moyao López recuperó elementos industriales para enmarcar el edificio antiguo. El MUMCI logra recrear momentos y lugares, transportándonos a sitios como Egipto e incluso París.

Actualmente, el edificio forma parte de la lista de monumentos históricos del INAH, por lo que su restauración implicó la autorización de dicha institución para adecuar el inmueble como sede de un museo de ciencias. La restauración estuvo a cargo del doctor Gabriel Mériego Basurto, quien trabajó coordinadamente con el arquitecto José de Arimatea Moyao.

## PRESENTACIÓN DEL PROYECTO MUMCI

En la gestación del proyecto de creación del MUMCI se plantearon diversos puntos que declaraban sus objetivos y razón de ser. Aquí los principales puntos mostrados en una presentación del proyecto facilitada por personal del MUMCI a la Escuela Nacional de Artes Plásticas.<sup>3</sup>

Con el objetivo de tener un impacto educativo, económico y social, además del fortalecimiento de su marca, el Grupo Modelo propone la creación de un museo de ciencias en donde no solo se muestre el proceso de fabricación de la cerveza sino la relación con las demás ramas industriales que intervienen en su producción.

La propuesta de valor<sup>4</sup> del proyecto MUMCI consta de los siguientes elementos:

- Temática nueva. Otros grupos cerveceros y museos, únicamente contemplan la historia de sus fundadores y el proceso de fabricación. En cambio nosotros mostraremos la relación y el im-



Edificio sede de la Cervecera Toluca. Actualmente alberga el MUMCI.  
Fuente: <http://www.skyscrapercity.com>



Edificio Antigua sede de la Cervecera Toluca y México. Vista frontal.  
Fuente: <http://bo.kalipedia.com/>



Vista actual del edificio del MUMCI.  
Fuente: <http://static.wix.com/media>

## MUMCI

pacto que tenemos con 47 ramas industriales de las 74 que existen.

- Los guiones de las exposiciones fueron desarrollados por ejecutivos de la industria con experiencia, lo que le dará un sentido práctico en vez de teórico.
- Incluiremos temas en los que somos o tenemos a los expertos: agua, calidad, entre otros.
- Presentaremos la información de manera interesante y atractiva utilizando Multimedia, procurando relacionarlos con los temas que le afectan en la vida diaria.
- Muy bien organizado, con servicios de primera para lograr la satisfacción total de los usuarios, brindando siempre un excelente trato a los visitantes.
- Las exposiciones serán itinerantes y llevarán cédulas explicativas en español e inglés.
- Contaremos con exhibiciones temporales de interés general fabricadas por nosotros o rentadas a otros museos.

El contenido temático estará estructurado de la siguiente manera reflejándose en la distribución de las salas:

SALA A1 HISTORIA DE LA CERVEZA  
SALA A2 HISTORIA DE GRUPO MODELO  
SALA A3 HISTORIA DE COMPAÑÍA  
CERVECERA TOLUCA Y MÉXICO  
SALA B1 CEBADA  
SALA B2 MATERIAS PRIMAS  
SALA C1A ELABORACION DE CERVEZA

SALA C1B ENVASADO DE CERVEZA  
SALA C2 FABRICACIÓN DE BOTELLAS  
SALA C3 FABRICACIÓN DE EMPAQUES  
SALA C4 TRATAMIENTOS DE AGUA  
SALA C5 CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS  
SALA C6 MEDIO AMBIENTE  
SALA C7 LABORATORIO  
SALA C8 FABRICACIÓN DE BOTES  
SALA C9 FABRICACIÓN DE PLASTITAPAS  
SALA D1 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN  
SALA D2 COMUNICACIONES  
SALA D4 CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y  
COMPETITIVIDAD  
SALA E1 DISTRIBUCIÓN  
SALA F1 MERCADOTECNIA  
SALA H1 COMERCIALIZACIÓN  
SALA I1 ACCIONISTAS  
SALA I2 PERSONAL  
SALA I3 CONSUMO RESPONSABLE  
SALA I3c RESPONSABILIDAD SOCIAL  
SALA I4 CLIENTES

Además de las salas que conformarían el MUMCI también se pensó en que las instalaciones contarán con un Teatro IMAX, una tienda de souvenirs, un restaurante un coffee bar & beer, una tienda EXTRA y un salón de usos múltiples donde se impartirán cursos, talleres y conferencias, además de una biblioteca y una ludoteca infantil.

Desde la creación del MUMCI a la actualidad la distribución de sus salas ha sufrido algunas modificaciones sobre todo en el nombre: por ejemplo en la sala de Medio Ambiente actualmente ocupa el nombre de Desarrollo Sostenible.

A continuación presento la distribución de las salas y nombres como aparecen actualmente.

## SALAS

El Museo Modelo de Ciencias e Industria cuenta con catorce salas que integran el ala derecha a través de las cuales desarrolla temas relacionados a la industria, desde la adquisición de materias primas, hasta la elaboración de productos terminados como: cerveza, vidrio, botes, cajas o plastitapas.

Siete salas conforman el ala izquierda del museo, ahí se abordan temas como el aspecto social de la industria cervecera a través del conocimiento de su historia, distribución y grupos de interés: comunidad, accionistas, personal, clientes y consumidores.<sup>5</sup>

La distribución de las salas está organizada de forma que los visitantes sigan un orden temático sugerido con señalización numérica en el piso. Las salas están organizadas de la siguiente manera: sobre agricultura, Administración, sobre Manufactura, Historia, Logística, Mercadotecnia y comercialización, Grupos de Interés y de Exposiciones Temporales. A continuación damos una breve descripción de cada sala.

### SALAS SOBRE AGRICULTURA

#### Cebada

Se describe este cereal que es la base de la cerveza, las regiones donde se cultiva, el proceso de elección de los granos, los tipos de cultivos y variedades, el proceso de siembra y crecimiento, sus clasificaciones y sus otros posibles usos.

#### Materias primas

De la cebada se produce la malta y ésta es una de las materias primas más importantes para la elaboración de la cerveza. Su obtención, sus diferentes tipos y usos, además, de observar los ingredientes adicionales, como el lúpulo, la levadura y el agua,



Visualización de la Sala A2 Historia del Grupo Modelo



Visualización de la Sala B1 Cebada



Visualización de la Sala C1A Elaboración de Cerveza



Visualización de la Sala C1B Envasado



Visualización de la Sala D2 Comunicaciones



Visualización de la Sala C5 Construcción de Plantas

que dan a la cerveza sus cualidades y su particular sabor refrescante.

## SALAS SOBRE ADMINISTRACIÓN

### Tecnologías de información

Un vistazo al mundo de las computadoras, sus sistemas y programas, su participación en los importantes cambios que estamos viviendo en prácticamen-

te todo lo que hacemos en nuestra vida diaria, de dónde vienen, cómo funcionan y hacia dónde van.

### Comunicaciones

Las comunicaciones nos permiten vivir cada día en sociedad, son nuestra forma de expresión, de compartir nuestras ideas. Para conocer este proceso que ha evolucionado junto con el hombre y que, gracias a la tecnología, tiene destinos inimaginables.

### Calidad, productividad y competitividad

Estos tres temas están interrelacionados pues son clave para el éxito de personas, empresas e instituciones que se enfrentan a retos cada vez más demandantes en un entorno global y altamente competitivo.

## SALAS SOBRE MANUFACTURA

### Elaboración y envasado de cerveza

El arte y ciencia de la elaboración de cerveza desde la selección y acondicionamiento de materias primas, hasta la obtención del producto, pasado por etapas como la maceración, filtración, ebullición del mosto o fermentación. Además, se describe el proceso, cuidadosamente controlado, para envasar la cerveza y darle la protección e imagen necesarias para su consumo.

### Fabricación de envases de vidrio

El vidrio es uno de los materiales más importantes en la historia de la humanidad. Su desarrollo histórico, cómo está compuesto, su fabricación, sus propiedades y cualidades, los distintos usos que puede recibir y el proceso a través del cual se forma una botella, son algunos de los temas de esta sala.

### Tratamientos de agua

Esta sala aborda el tema del agua, cuáles son sus estados, su distribución en México y principales usos.



PLANTA BAJA



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

Vista de Planta del la distribución de las salas del MUMCI

Además, se muestra cómo se obtiene para ser utilizada en la industria, así como algunos procesos de tratamiento y recuperación de aguas residuales.

### Construcción de plantas

Se exponen los factores necesarios para construir una fábrica; los requerimientos físicos, sociales y económicos que permiten su edificación y opera-

ción, así como algunos de los beneficios que ésta puede generar a la comunidad que le rodea.

### Fabricación de botes

En esta sala se da a conocer la dinámica de fabricación del bote de aluminio; desde su historia, origen de sus materias primas, la formación de su cuerpo, lavado, decorado, barnizado, hasta su terminación.

### Fabricación de plastitapas

Se presenta interesante proceso de elaboración de la tapa corona conocida también como plastitapa o “corcholata”; desde su historia, seguida por la forma en que se fabrican sus materias primas, el corte de lámina, decorado y recubrimiento, la manera en que se le da forma, el ensamblado o colocación del sello plástico, hasta su empaqueo para hacerlo llegar al cliente.

### Empaques

Esta sala aborda el impacto de la producción del empaque dentro de la comunidad, sus lineamientos ambientales, su relevancia en nuestra vida diaria y proceso básico de manufactura.

### Laboratorio

La cerveza es sometida a distintos controles durante el proceso de elaboración para asegurar la calidad del producto que la empresa ofrece a sus consumidores. Se exponen algunos de los métodos y técnicas utilizados en los laboratorios de análisis de dicha bebida.

### Desarrollo Sostenible

La conservación de nuestro planeta para las futuras generaciones es el principal tema de esta sala. Algunas de las alteraciones al medio ambiente originadas por la actividad humana, así como las acciones que podemos desarrollar para ayudar a prevenir, controlar, mitigar o compensar estos impactos adversos.



Sala Elaboración y llenado de la cerveza del MUMCI.  
Foto del autor



Sala Elaboración y llenado de la cerveza del MUMCI.  
Foto del autor



Sala Elaboración y llenado de la cerveza. Foto del autor

## SALAS SOBRE HISTORIA

### Historia de la cerveza

Una historia tan extensa como la del hombre mismo, la evolución de la bebida y los avances que han permitido que hoy en día podamos degustar la cerveza tal y como la conocemos.

### Historia de Grupo Modelo

Cada botella, cada bote, cada barril de cerveza de Grupo Modelo guarda una historia que se sigue escribiendo y se remonta a principios del siglo XX; al año 1925 cuando la Cervecería Modelo abrió sus puertas.

### Historia de la Compañía Cervecería Toluca y México

Fue conocida en sus comienzos como Cervecería de Toluca, empezó operaciones a finales del siglo XIX, en su momento fue la cervecería más moderna y motivo de orgullo para los mexiquenses. Hoy en día la podemos recordar a través de su marca principal: Victoria, propiedad de Grupo Modelo desde 1935.

## SALAS SOBRE LOGÍSTICA, MERCADOTECNIA Y COMERCIALIZACIÓN

### Logística

Cómo se hace llegar un bien o servicio hasta el cliente en cantidad, tiempo y forma; desde materias primas, hasta el punto de comercialización mediante procesos de planeación y control logístico a lo largo de toda la cadena de distribución, son algunos tópicos de esta sala.

### Comercialización

Esta exposición muestra la importancia de la comercialización en productos y servicios, a quien lo requiere en tiempo y forma, bajo los esquemas de calidad. Diseñada por expertos en el ramo, la muestra hace un vínculo pedagógico con la teoría y el tra-

bajo cotidiano dentro de una empresa, de manera lúdica y vivencial. Disponible sólo como exposición temporal.

### **Mercadotecnia**

El visitante podrá adquirir conocimiento en el diseño, planeación e implementación de la mercadotecnia, así como el impacto de ésta en la sociedad. Cuenta con interactivos que abordan tanto los procesos para elaborar los comerciales como la importancia de la ética publicitaria. Sólo disponible como exposición temporal.

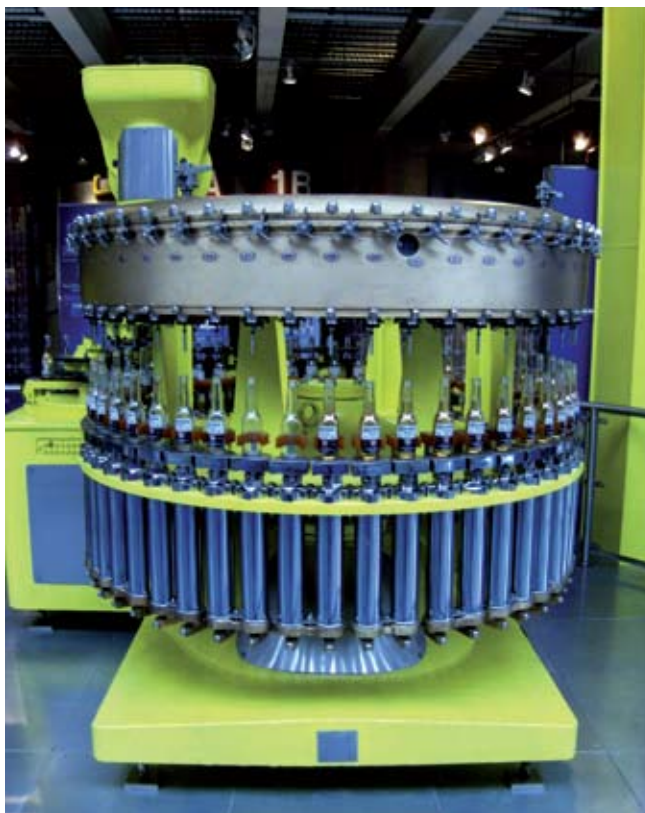
### **SALA DE EXPOSICIONES TEMPORALES**

El museo cuenta con un área de más de 500m<sup>2</sup> para la realización de exposiciones temporales. Dicha sala tiene iluminación natural y artificial; una altura máxima de 3.5 metros (dependiendo de las necesidades de conservación) y una entrada independiente al museo. La disposición del espacio y las facilidades de montaje permitirán que diversas muestras itinerantes y préstamos o rentas de otros museos complementen los contenidos.

Las exposiciones temporales están relacionadas con alguna temática de la exhibición permanente. Tal como sucedió con la primera exposición temporal, Limón Partido, obra multimedia del artista mexicano Ignacio Rodríguez Bach. Esta muestra consistió en una divertida presentación de siete instalaciones interactivas donde es abordado el tema de la amistad, el cual está en concordancia con la sala de Grupos de Interés.

### **IMPORTANCIA DEL MUMCI**

La importancia de un centro de ciencias e industria radica en que los conocimientos obtenidos en él ayudan a sus visitantes a entender el funcionamien-



Sala Elaboración y llenado de la cerveza. Foto del autor



Sala Elaboración y llenado de la cerveza. Foto del autor

## MUMCI



Sala Grupo Modelo. Foto del autor



Sala Grupo Modelo. Foto del autor



Patio del MUMCI, en ocasiones se ocupa para dar conferencias, pláticas, etcétera. Foto del autor

to del mundo y la sociedad en que viven. El MUMCI, además de funcionar como un ambiente de aprendizaje relajado donde el visitante es libre para escoger lo que le interesa conocer al ritmo que quiera, es también un excelente espacio para la convivencia familiar, donde existe la posibilidad de compartir las actividades y aprender juntos.

Para lograr captar la atención del público en general, el MUMCI ha adoptado la estrategia de traer exposiciones sobre temas diversos, no necesariamente relacionados con la industria. Desde exposiciones de carteles y objetos diseñados en diversos países hasta la última (al momento de escribir este texto) de dinosaurios. Así el MUMCI trata de abarcar distintos públicos, algo que es aplaudible ya que eleva la calidad cultural de los habitantes y turistas que lo visitan.

El MUMCI es el resultado de la preocupación del grupo Modelo por difundir las actividades tanto industriales como sociales. Lo que trae como consecuencia un vasto esfuerzo al momento de desarrollar las actividades que giran en torno al museo, beneficiando así a los usuarios del museo y habitantes de la ciudad de Toluca.

La visita al museo del grupo modelo puede ser una experiencia amena. La diversidad de recursos expositivos y servicios adicionales con que cuenta el museo, hacen una estancia agradable.

Aun así es necesario destacar que la disposición de las salas no obedezca a un orden establecido, aunque si hay una propuesta de recorrido señalada en el piso de manera numérica. La distribución de las salas es un poco confusa y al no haber una separación confirmada entre estas, el recorrido puede tornarse confuso. Las salas de temas sociales (productividad, medio ambiente, historia, etc.) parecen



menos visitadas, me parece que debido a su naturaleza temática, los recursos de interacción con el visitante son pocos, y por lo tanto son las menos concurridas. En este sentido sería interesante implementar algún sistema de actividades en el cual se pueda integrar al visitante persuadiéndolo de la importancia de estas salas.

Una de las cualidades que tiene el MUMCI sobre otros museos de ciencia es que privilegia la interactividad de los visitantes mediante los objetos expuestos. No debemos olvidar que lo más importante de cualquier tipo de museo son sus visitantes, a ellos se deben las exposiciones. Por eso es vital poner cuidado en el tanto en el contenido como en los recursos expositivos; de esto hablaremos en el siguiente capítulo: el modo en que los museos se comunican con sus visitantes.



Sala Grupo Modelo. Foto del autor



Exposición Temporal Arcosaurios. *Tras las pistas del pasado.*  
Foto del autor

## NOTAS

1. <[http://www.mumci.org//index.php?option=com\\_content&task=view&id=46&Itemid=61](http://www.mumci.org//index.php?option=com_content&task=view&id=46&Itemid=61)>
2. OROZCO, V. 2011. "Los museos tienen la palabra".Reconocer 117, 4:26-29.
3. MUMCI (2008) Presentación del proyecto[diapositivas de PowerPoint] Toluca, México
4. En mercadotecnia y administración, una propuesta de valor es una estrategia empresarial que maximiza la demanda a través de configurar óptimamente la oferta. Fuente:<http://www.es.wikipedia.org>
5. <[http://www.mumci.org//index.php?option=com\\_content&task=view&id=80&Itemid=85](http://www.mumci.org//index.php?option=com_content&task=view&id=80&Itemid=85)>

## CAPÍTULO 2

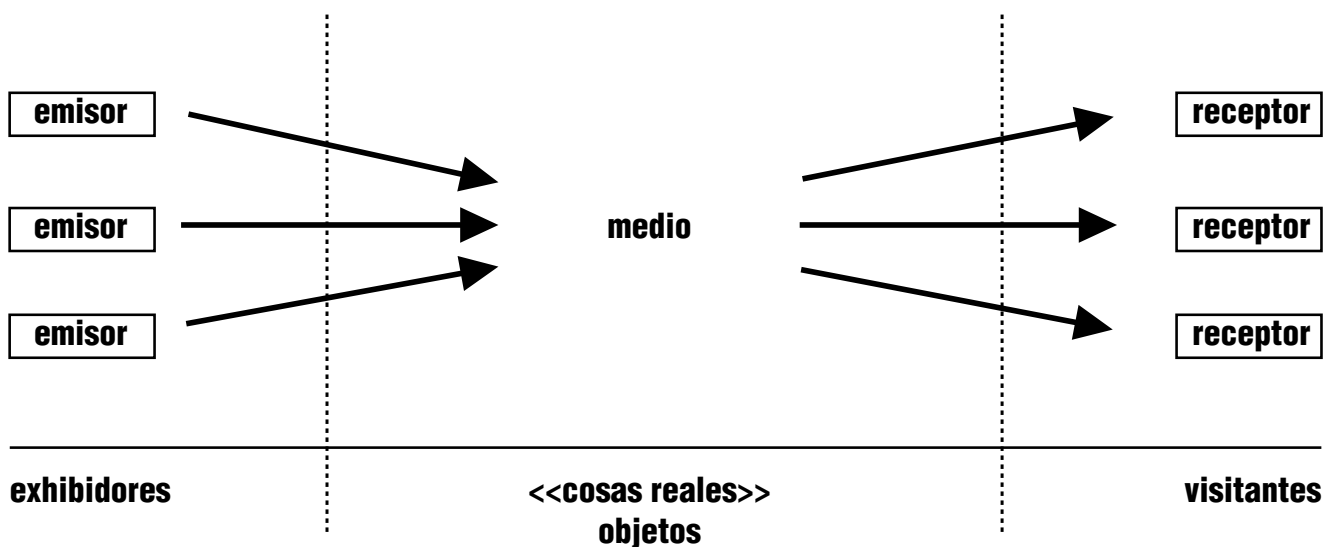
# MODOS DE COMUNICACIÓN EN LOS MUSEOS

### MODELOS DE COMUNICACIÓN PARA LOS MUSEOS

Uno de los principales objetivos del museo es difundir, comunicar, motivar cierto tipo de conocimiento, según la especialidad del museo. Recordemos que los museos viven de los visitantes por lo tanto el proceso mediante el cual se comunica la información es de vital importancia para cumplir dicho objetivo. Para comprender mejor esta relación museo-visitante analizaremos algunos modelos de comunicación revisados por Hooper-Greenhill<sup>1</sup> y que nos servirá como base para conocer mejor el tipo de productos gráficos que expone un museo y entrar de lleno en el proceso de producción de uno de estos productos en el capítulo cuarto y quinto de este trabajo.

Cameron (1968) fue el primero en proponer un modelo sencillo del proceso de comunicación para los museos<sup>2</sup>. Su modelo se basa en el sistema básico de comunicación emisor-medio-receptor donde coloca al emisor como los “exhibidores”, el medio como los “objetos u cosas reales” y los visitantes como el receptor (véase fig. 1).

La principal aportación de este modelo es la propuesta que Cameron hace al mencionar que en un museo hay varios emisores, muchos medios y muchos receptores, donde el principal medio utilizado es el de los objetos (Hooper-Greenhill, 1998). Con emisores se



## MODOS DE COMUNICACIÓN EN LOS MUSEOS

refiere a los exhibidores utilizados para cada objeto exhibido, es decir, el soporte físico de una pintura, el pedestal de un busto, etc. Por otra parte los medios son diversos, desde una pintura, escultura, hasta un modelo representacional o una interfaz interactiva.

Finalmente hay muchos tipos de visitantes que reciben los mensajes de distintos modos, de acuerdo a cada uno; por ejemplo, quizá el mensaje en una exposición sea el mismo: Participación de México en la Segunda Guerra Mundial, pero dentro de los visitantes hay un niño de ocho años acompañado por

su papá, desde luego que el medio debe adaptarse a cada uno de los receptores (uno para el papá y uno para el hijo). Esta propuesta de Cameron va a ser la base para la construcción de sistemas más complejos que veremos a continuación.

Otra propuesta de modelo fue la de Kenz y Wright<sup>3</sup> quienes con base en el de Cameron proponen una distinción entre los museos de ciencia en los cuales se da primordial importancia a los símbolos verbales (escritos o hablados) y los de arte, en los que los objetos son lo más importante. (véase Fig. 2) .

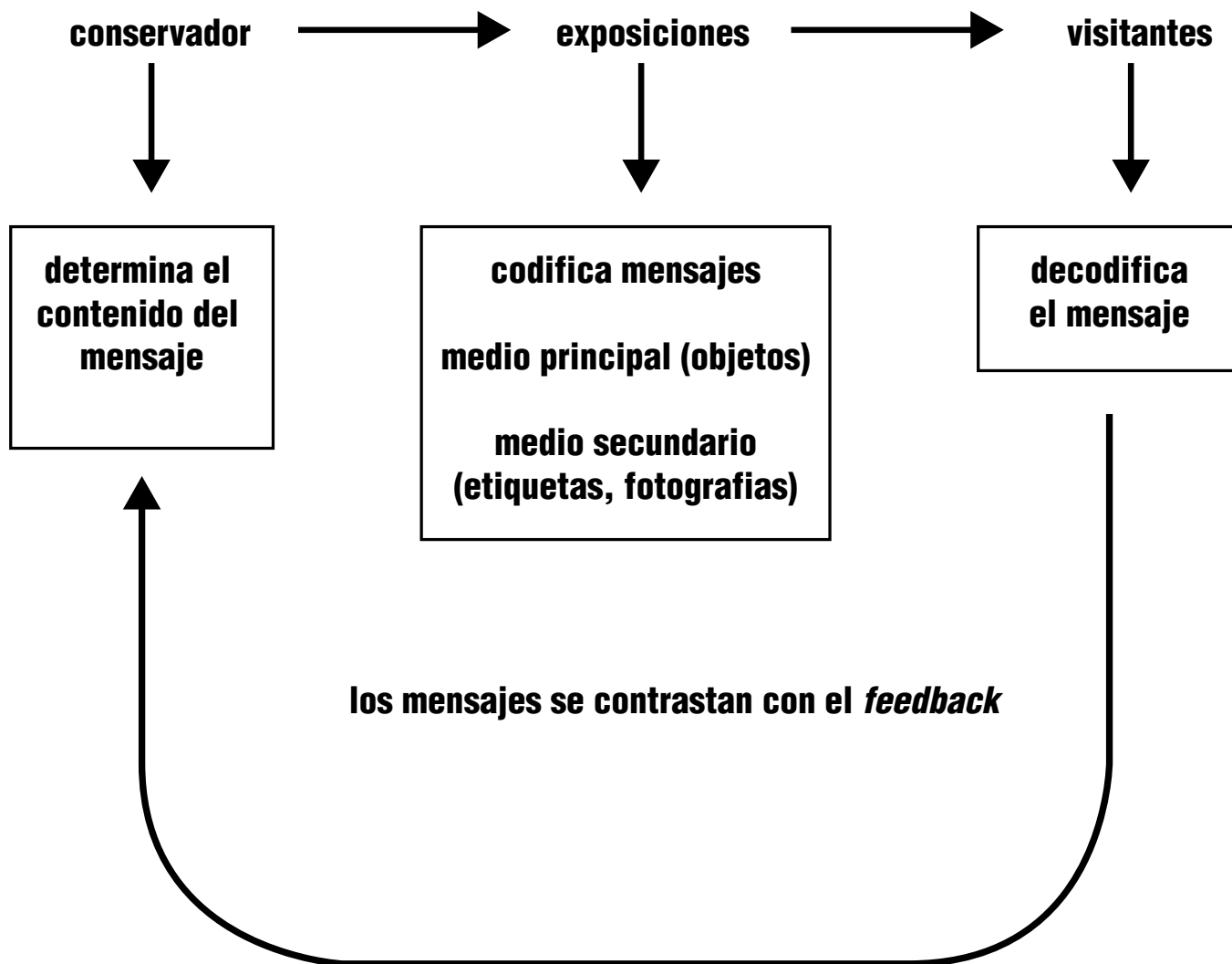


Fig.2 Modelo del proceso de comunicación (especialmente aplicable a los museos de ciencia) según Kenz y Wright (1970)

A diferencia de Cameron, la propuesta de Kenz y Wright radica en la importancia que se le da a la presentación de ideas como función básica de la comunicación del museo. El conservador es el emisor quien juega el papel de director de museo, era quien estaba a cargo de las obras y de su exposición al público y por lo tanto era quien determinaba el mensaje de la exposición. Las exposiciones son las que soportan a los medios; los objetos son el medio principal y las etiquetas y fotografías son el medio secundario. Finalmente los visitantes son los receptores quienes descodifican el mensaje. Este modelo es especialmente aplicable a los museos de ciencia.

El modelo de Kenz y Wright se acerca más a la realidad actual de los museos: una persona encargada de construir el mensaje, un equipo que lo codifica e interpreta en la museografía y unos receptores (visitantes) que lo reciben. Por ejemplo en el conjunto de Salas sobre Manufactura del MUMCI hay un mensaje definido: *el modo en que se elabora una cerveza, desde la materia prima hasta su envasado*. La museografía va acorde con el mensaje: maquetas representando la cebada, desde la semilla hasta la cosecha; la exhibición de un modelo de máquina encargada de sellar las botellas con las tapa roscas y por último hay un grupo escolar que recorre la sala tocando, observando y preguntando a los guías.

Con este modelo podría parecer que todo está contemplado, se pone atención especial al mensaje, a la forma de exponerlo y se considera a los visitantes. Sin embargo surgieron críticas a este modelo argumentando que la pasividad con que se presenta al público lo convierte en un modelo "hipodérmico", donde el emisor inyecta ideas a los receptores<sup>4</sup>.

No se contempló que los receptores contaban con experiencias previas, un bagaje cultural, un entorno social, nivel de conocimientos, etc. lo cual influía directamente en la forma en la que se percibe la información. Si regresamos al ejemplo de la Participación de México en la Segunda Guerra Mundial, el hijo va a recibir de una forma el mensaje, quizá no tiene idea de lo que es una guerra, mientras que el papá pudo haber visto documentales de varias.

Fue Miles<sup>5</sup> quien criticó a los museos que se basan en este modelo lineal como base para exponer. La independencia de los departamentos para realizar la exposición (primero de conservación, luego diseño, luego promoción) trabajando por separado, además de propiciar un sistema de trabajo piramidal donde el director o conservador es el jefe supremo, fijando el contenido y el mensaje según su propio punto de vista sin considerar los otros departamentos ni al público.

El aporte de Miles es más bien un esquema que muestra un enfoque para la realización de las exposiciones utilizando la investigación en todas las etapas del proceso, desde el estudio de mercadeo hasta la evaluación final después de la exposición (véase Fig.3).

La ventaja del modelo propuesto por Miles radica en el control de cada una de las etapas del proceso que derivan en una exposición. El cuidado que conlleva cada proceso y la evaluación inmediata se refleja en mejores resultados de comunicación en las exposiciones.

Los visitantes digieren la exposición de acuerdo a los propósitos del museo, porque hubo un estudio previo de la reacción de estos en el proceso de investigación. Sin embargo no podemos negar que aún hay museos que siguen trabajando con el modelo

## MODOS DE COMUNICACIÓN EN LOS MUSEOS

de comunicación lineal para la generación de sus exposiciones, teniendo como resultado poca afluencia de visitantes.

Si el objetivo del museo es la difusión del conocimiento se debe poner principal atención a quienes reciben este conocimiento. Debemos tomar en cuenta que el tiempo en el cual surgieron los museos es muy distinto al que estamos viviendo actualmente. Ha cambiado tanto el contenido, como la forma de presentarlo, como la percepción de quienes adquieren el conocimiento.

Es necesario, por tanto, que los museos, sobre todo los de ciencia, pongan principal atención en la forma que muestran la información. La tecnología juega un papel fundamental en este proceso ya que mientras más novedoso sea el uso de ella en la exposición los visitantes recurrirán con frecuencia en busca de la experiencia de interactuar con el museo y de este

manera obtener la información que difícilmente encontrarían de otro modo.

La interactividad es la principal característica de los museos de ciencia, de hecho el concepto de museo de ciencia nace a partir de esta; al exponer las máquinas industriales o replicas que funcionan de igual manera en una fábrica, acercaron a los visitantes a contemplar y entender y participar en procesos que anteriormente solo podían consultar en enciclopedias. De ahí la diferencia entre un museo de arte y uno de ciencia, la contemplación por una parte, la interacción por otra.

### LA EXPOSICIÓN COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN

Si se considera que en el museo se da el proceso de comunicación entonces debemos reconocer que el principal medio es la exposición. Recordemos que

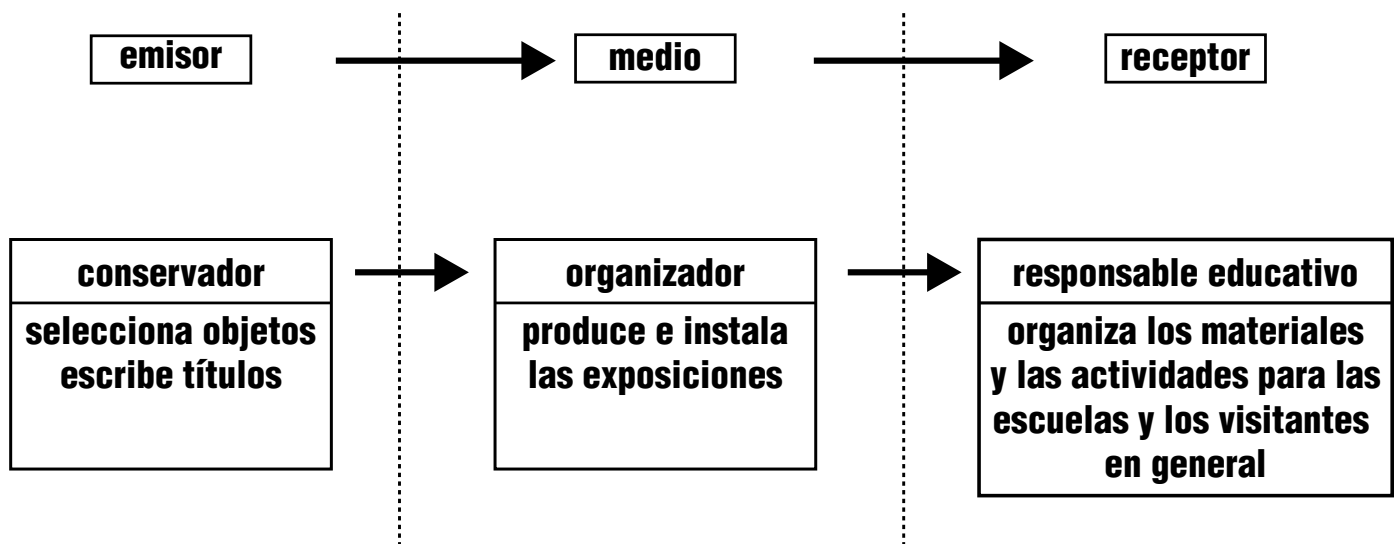


Fig.3 El modelo sencillo de comunicación adaptado como modo de entender el proceso de la exposición. el paso del conservador al organizador y al responsable del área educativa tiene lugar siempre siguiendo un orden temporal establecido. (Hooper-Greenhill, 1998)

todo medio de comunicación se caracteriza por su carácter mediador; es decir, se convierte en un instrumento artificial, haciendo que se modifique la forma natural de percibir e interpretar la realidad en beneficio de la percepción en interpretación prevista<sup>6</sup>.

Los medios de comunicación también se caracterizan por la tecnología, accesibilidad y espacio social en los que se desarrollan, cuestiones que se despliegan en las exposiciones sin duda alguna. Generalmente los museos son espacios donde cualquiera que lo desee puede entrar a recorrer una exposición, interactuando con otras personas con su mismo interés, además de acceder de una forma con algún tipo de contenido (e incluso interactuando con él).

En los casos de los museos de ciencia la exposición como medio juega un papel vital, de hecho es el engrane que hace girar el mensaje que se desea transmitir por el (los) emisor(es).

Pensemos por ejemplo en un científico que se encuentra en la calle con un hombre iletrado; el científico quiere dialogar con el iletrado pero este no entiende debido a su lenguaje técnico y al manejo de sus conceptos tan complejos. Sin embargo en el momento justo cuando se da esta situación de impotencia por parte del científico por explicarle al hombre iletrado sus conceptos un hombre los escucha y se acerca, por fortuna entiende correctamente al científico y encuentra los terminos precisos y entendibles para el hombre iletrado y se los explica.

En el caso del anterior ejemplo la exposición funge como traductora entre el científico y el iletrado y no porque los que acuden a una exposición sean iletrados sino porque los conceptos que se tratan en un museo de ciencia son resultado de muchos años de

estudio y necesitan ser condensados y moldeados para su fácil comprensión a la comunidad en general.

De hecho el mediador (o productor de la exposición) tiene que dar un tratamiento comunicativo al hecho científico, convirtiendo el discurso científico en mensaje de acuerdo al canal y considerando que el mensaje se expresará en los siguientes códigos: visual lingüístico o textual; visual paralingüístico o paratextual.

En la exposición la mediación se da entre el visitante y el significado de los objetos de carácter científico (o conceptos) que se desean dar a conocer mediante una manipulación del discurso científico en pro de la comunicación. Esta manipulación derivará en la necesaria reducción del discurso científico original como en su menor precisión para la adecuación al receptor no experto. En este proceso de adecuación se perderá gran parte de la matización científica y de la argumentación compleja, respetando obviamente el discurso medular, pero se hará en beneficio de poder dar a conocer a un número mayor de personas no expertas nuevas interpretaciones.

Todo este proceso de traducción de mensajes concluirá en un producto gráfico (bi o tridimensional): textos, ilustraciones, interactivos, audiovisuales y modelos tridimensionales, serán el soporte de la exposición ya que en ellos recaerá el peso comunicar el concepto deseado (son como una pintura en un museo de arte, por así decirlo). La realización de estos objetos regularmente se lleva a cabo por diseñadores gráficos o industriales, arquitectos, ingenieros, etc que trabajan de forma interdisciplinaria. Entraremos a detalle en los capítulos cuarto y quinto cuando veamos la producción de dos de estos objetos realizados para el MUMCI.

## **MODOS DE COMUNICACIÓN EN LOS MUSEOS**

Al revisar los modelos de comunicación podemos comprender la importancia de cada una de las partes que componen este proceso. Cada departamento encargado de las exposiciones en los museos deben coordinarse para cumplir cada uno de los objetivos. Básicamente hay dos tipos de personas fundamentales en el desarrollo de la exposición: los encargados de decidir el mensaje y los responsables de exponer este mensaje. Los que tienen esta última tarea deben conocer una disciplina que estudia a detalle las técnicas de exponer un mensaje a través de distintos medios en un espacio determinado, esto es la museografía. En el capítulo siguiente revisaremos los conceptos generales de esta disciplina que son necesarios para tomar en cuenta en la realización de una exposición museográfica, específicamente la de un museo de ciencia.



## NOTAS

1. HOOPER-GREENHILL, E. Los museos y sus visitantes. Madrid:Trea, 1998 pp. 67-71.
2. Cameron (1968), citado por Hooper-Greenhill (1998), 70.
3. Kenz y Wright (1970) citado en hooper- Greenhill (1998), 70.
4. Morley (1980) citado en Hooper-Greenhill (1998), 71.
5. Miles (1985) citado en Hooper-Greenhill (1998), 71.
6. GARCIA BLANCO A. La exposición, un medio de comunicación, Ediciones Akal, Madrid, 1999.



# CAPÍTULO 3

# MUSEOGRAFÍA

Para entender la forma en que se monta una exposición es necesario conocer la disciplina que se encarga de ello: la museografía.

La raíz etimológica de esta palabra proviene de la palabra griega *graphein* que significa descripción; se entiende entonces de museografía como “la descripción de los museos”. El término lo utiliza por primera vez como aplicación técnica Gaspar F. Neickel en su tratado *Museographia u orientación para el adecuado concepto y conveniente colocación de los museos o cámaras de curiosidades*<sup>1</sup> en el cual da consejos prácticos a los coleccionistas para la realización de un museo ideal.

La museología y la museografía son disciplinas encargadas de lo referente a los museos. La museografía es la que se ocupa en agrupar técnicas de concepción y realización de una exposición; desde iluminación, conservación, relación espacial; todo lo necesario para que el discurso de la exposición se logre de una manera correcta en favor del visitante. La museografía se apoya en disciplinas como el diseño gráfico, la arquitectura y el diseño industrial, entre otras.

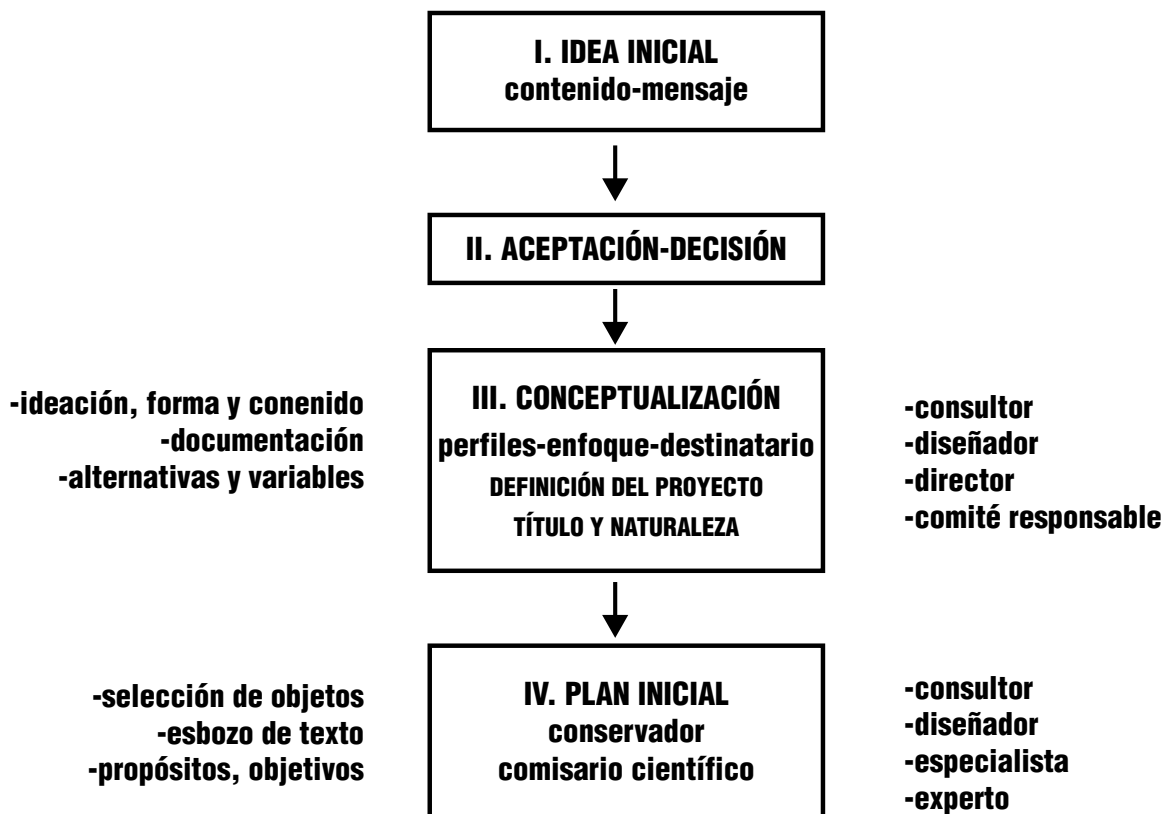


Fig. 1 Esquema de génesis de la exposición (Fernández, Luis 1999.)

## MUSEOGRAFÍA

En términos del ICOM<sup>2</sup> la museología es la “ciencia del museo, que estudia la historia/forma y razón de ser de los museos [...]” y la museografía la define como “la técnica que expresa los conocimientos museológicos en el museo [...]”.<sup>3</sup>

Para la realización de una exposición se parte de una idea inicial (contenido o mensaje), la cual pasa por un consejo para la toma de decisión de aceptación. Después sigue el paso de la conceptualización (definición del proyecto y título) para finalizar con la realización de un plan inicial (véase Fig. 1).

Hasta aquí la toma de decisiones son de los directivos y curadores del museo. Todo este trabajo culmina en un documento llamado *guión museológico*. De aquí en adelante el museógrafo tendrá que trabajar y desarrollar otro documento: el *guión museográfico*, el cuál es la traducción del primero a técnicas expositivas, de modo que los visitantes puedan disfrutar de información que este a su alcance a través de la exposición.

La exposición debe tener un hilo conductor que ayude al seguimiento del desarrollo temático; es importante que el hilo conductor propuesto por el emisor sea bien reconocido por los receptores, que les transmitan algún tipo de conocimiento o experiencia, que les despierten interés para seguir indagando por su cuenta<sup>4</sup>.

## GUIÓN MUSEOGRÁFICO

El guión museográfico consta de 6 puntos básicos: tema, contenido temático, material de exhibición, material de apoyo museográfico, montaje y descripción del espacio (véase Fig. 2). Cada uno de estos puntos se conjugan para proyectar correctamente el mensaje global de la exposición.

El tema es el contenido conceptual de la exposición, el concepto global que la sintetiza y desarrolla a la vez a lo largo de la exposición. El tema es el que da coherencia lineal a la exposición, es la base de esta.

Si bien la elección del tema no compete del todo al desarrollador de la exposición o museógrafo, es importante que esté consciente que no siempre la traducción de ideas a objetos es viable. Hay ocasiones que por el grado de abstracción del tema, el museógrafo tendrá que valerse de textos escritos, orales y diagramas conceptuales. De hecho esta es la principal función del desarrollador de la exposición: la traducción del tema a objetos y ambientes que comuniquen de manera idónea.

El contenido temático es la división del tema en subtemas, el contenido específico a tratar. Por su parte el material de exhibición son los objetos significativos y relativos al tema, la elección de esos objetos regularmente la toma un curador.

### GUIÓN MUSEOGRÁFICO

Tema	Contenido Temático	Material De Exhibición		Material De Apoyo Museográfico			Montaje	Descripción Del Espacio
		Objetos	Documentos	Textos	Gráficos	Otros		

Fig. 2 Modelo de guión museográfico. Fuente: <http://www.museosdevenezuela.org>

El material de apoyo museográfico es aquel que sirve para reforzar el mensaje en sus distintos niveles: desde un panel explicativo de información acerca de algún objeto de la exposición, hasta la señales que propongan el recorrido de la exposición (véase Fig. 3).

En el área de montaje y descripción del espacio se definirá el tipo de recorrido así como los muebles a utilizar (vitrinas, paneles, etcétera), también se define el tipo de iluminación y el ambiente de la exposición en general.

## **ELEMENTOS MUSEOGRÁFICOS**

A lo largo del guión habrá elementos museográficos que tenemos que destacar, que son fundamentales para cuidar el diseño de la exposición y que sirven para dar un ambiente adecuado ya que son parte del primer nivel de lectura del visitante de la exposición:

- Circulación
- Iluminación
- Color
- Mobiliario
- Material gráfico
- Medios complementarios

## **CIRCULACIÓN**

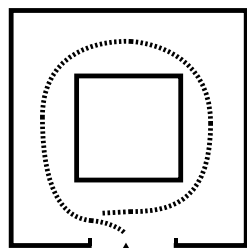
La circulación define el modo en que el visitante realizará el recorrido por la exposición. Estudios revelan<sup>5</sup> que los visitantes emplean una mayor cantidad de tiempo cerca de la entrada y de forma progresiva disminuye el tiempo que le dedican a observar lo expuesto a medida que se acercan a la salida. Es por eso que para que la exposición se desarrolle de forma efectiva y los visitantes reaccionen de manera adecuada a ella debe estar muy bien organizada.



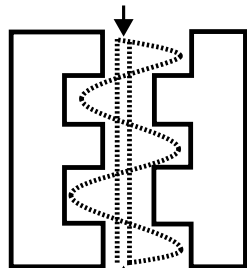
Fig.3 Propuesta de recorrido para la exposición permanente del MUMCI.  
Foto del autor.

Para resolver el problema de atención de los visitantes en el transcurso de recorrido, Lehbruck<sup>6</sup> desarrolló una tipología de modelos de circulación; distinguió 5 tipos básicos: arteria, peine, cadena estrella y bloque (véase Fig. 4).

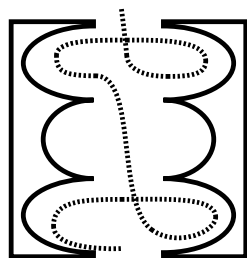
El modelo arterial es un tipo de camino contiguo, es recto, angular o en curva, determinando así una secuencia lineal y privando el acceso a rutas alternativas. La principal desventaja es la rigidez ya que presiona a los visitantes a moverse en una sola dirección del recorrido, impidiendo que un visitante, si lo desea, retroceda a algún punto de la exposición.



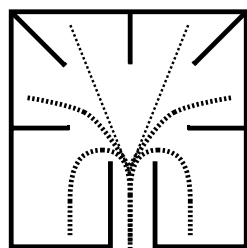
**ARTERIAL**



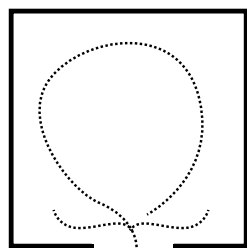
**PEINE**



**CADENA**



**ESTRELLA/ABANICO**



**BLOQUE**

El recorrido en peine consiste en un camino principal con habitaciones por ambos lados del camino. Este modelo tiene la ventaja que ofrece a los visitantes varias áreas que pueden consultar libremente sin estorbar el flujo, además de que si una habitación está ocupada puede acudir a otra y regresar posteriormente cuando esté menos concurrida.

La cadena es similar al modelo arterial ya que es lineal pero es más compleja ya que está compuesta por espacios autosuficientes en los que cada uno puede disponer un camino más variado en su interior.

Otro modelo que ofrece al visitante alternativas es el de estrella o abanico, denominado así por su formación radial desde un punto central. Es utilizado generalmente para diferenciar áreas temáticas, dejando lugar a un área central. Este tipo de modelo es el que encontramos en el MUMCI, donde al inicio de la exposición encontramos la sala de Proceso Cervecerero en torno a la cual están distribuidas las demás salas: De arena a envase, Cebada, El agua y la industria y Los ingredientes de la cerveza (véase Fig.5).

El último modelo es el de bloque y es aquel que propone al visitante la libre circulación, en función del deseo del visitante con respecto al interés de los objetos hacia él. Este espacio está condicionado únicamente por la ubicación de entrada y salida de la exposición.

No hay una regla para la elección de cualquiera de estos modelos, sin embargo la decisión depende por un lado con el espacio que se cuenta y por otro del concepto de la exposición.

Fig. 4 Ejemplos de modelos típicos de circulación (según Lehbruck, 1974)

El modelo de circulación debe conjugarse con la exposición para que el visitante perciba el mensaje deseado, además que se puede conjugar más de un modelo en cada sala para darle variedad al recorrido de la exposición.

## ILUMINACIÓN

La luz es uno de los componentes fundamentales de la experiencia visual. En la exposición ofrece una experiencia tanto de apreciación (contemplación de los objetos), como estética, por medio de la creación de atmósferas, siendo esta última característica una principal y poderosa herramienta en el uso museográfico, creando el ambiente de la exposición en sombrío, reflexivo, o brillante y feliz.

Aunque, como debía suponerse, el uso de la luz en las exposiciones cuenta con algunas restricciones, siendo la principal la necesidad de conservación de los objetos. También existen otros impedimentos como la disponibilidad de equipos, la suficiente energía eléctrica, los efectos de los sistemas de calefacción y ventilación, las consideraciones arquitectónicas y de mantenimiento y el presupuesto de iluminación para la exposición, entre otros.

La iluminación museográfica se puede dividir en 2 clases: la iluminación de objetos y la iluminación del espacio expositivo.

La luz en la exposición será un elemento descriptivo de orden espacial y temporal ya que nos creará un recorrido y con su disposición captará la atención de los visitantes en áreas específicas, por lo tanto debe abordarse como todo un sistema. Puente García y Rodríguez Lorite<sup>7</sup> proponen tres principales sistemas: sistema de alumbrado general, sistema de alumbrado dirigido o localizado y sistema de alumbrado mixto.



Fig.5 Distribución espacial (Modelo de abanico) de algunas salas del ala derecha del Museo Modelo de Ciencias e Industria.

## Sistema de alumbrado general

Es el sistema que distribuye las luminarias por todo el espacio tratando de conseguir el mismo efecto que la luz natural difusa. Existen dos maneras de obtener esta iluminación; la primera es utilizando el techo como soporte de las luminarias disponiéndolas uniformemente repartidas sobre el mismo. La otra forma es utilizar el techo como reflectante colocando las luminarias a 50 cm dirigidas hacia el mismo, consiguiendo así iluminar el techo utilizándolo como superficie luminosa para iluminar de forma indirecta las áreas expositivas.

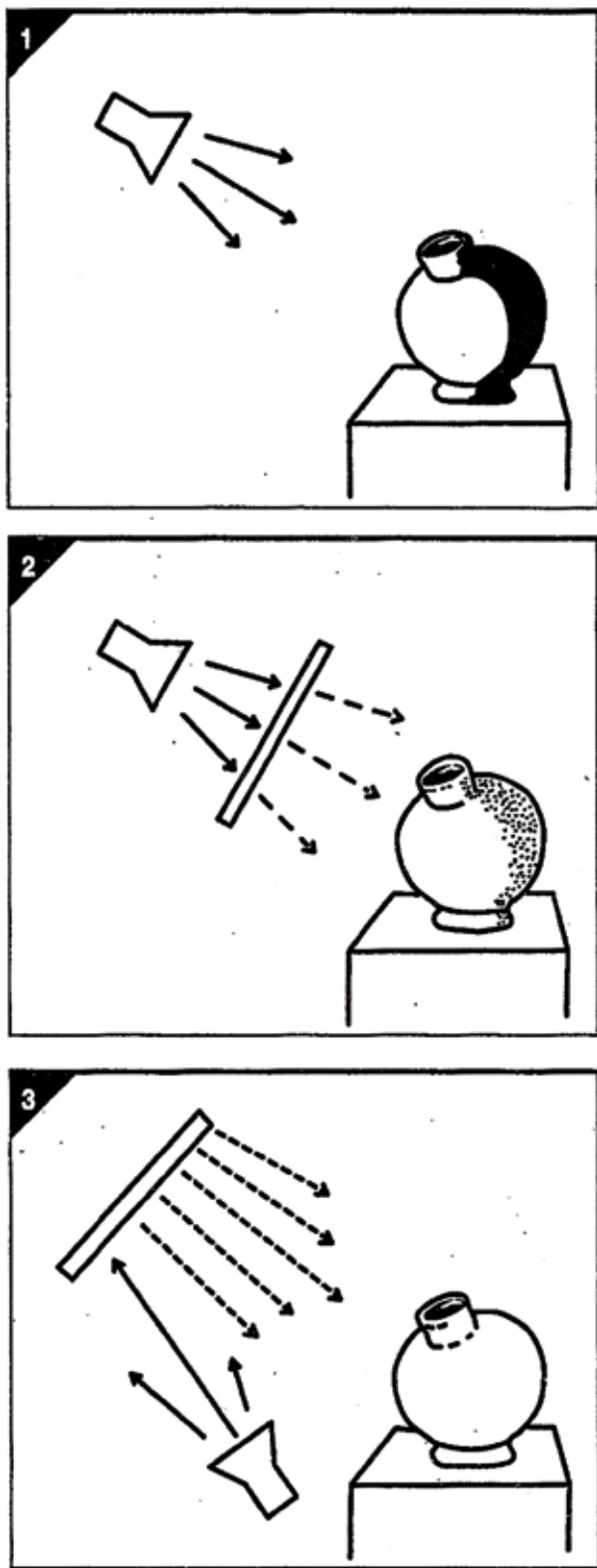


Fig. 6 Tipos de iluminación sobre un objeto (Monroy, 1999).

1. Luz directa (luz dura, sombras duras)
2. Luz difusa
3. Luz indirecta (luz suave, sombras suaves)

### Sistema de alumbrado dirigido o localizado

Se ubican y dirigen luminarias para conseguir el nivel de iluminación adecuado en las superficies expositivas; esto se logra de dos maneras: se ilumina la superficie expositiva de manera uniforme y difusa por medio de luminarias bañadoras de pared. En segundo lugar se ilumina solamente la obra expuesta en la superficie, a esto se le conoce como iluminación de acento o localizada

### Sistema de alumbrado mixto

Se logra con la mezcla de los dos sistemas anteriores, obteniendo sistemas de iluminación directa y de acento o de iluminación general indirecta y difusa o uniforme sobre la superficie expositiva.

Cada sistema tiene sus pros y sus contras. La elección depende, como cualquier elemento, del concepto museográfico, del mensaje a transmitir. Por ejemplo un sistema directo puede producir sombras en la obra expuesta debido a la iluminación proveniente del techo. Con sistemas de alumbrado dirigido se obtendrá una mayor economía por la luz que va directamente sobre la obra expuesta, sin embargo hay que tener en cuenta la radiación que emite la luz sobre las obras y que las puede afectar.

En cuanto a la iluminación de objetos, existen varios debates al respecto (principalmente de obras de arte) debido al cuidado de conservación que se debe tener. Sin embargo retomo la propuesta de Puente García y Rodríguez Lorite (1999) quienes hacen una clasificación de iluminación de vitrinas (de acuerdo a los objetos que ellas contienen):

- Vitrina histórica. Acogen objetos de valor incalculable por su antigüedad, por lo tanto son sensibles a cambios de menores de temperatura provocados por cualquier fuente de energía



lumínica; es indispensable el uso de tecnologías que controlen la condición de temperatura y de rayos UV que podrían afectar las piezas.

- Vitrina de mesa. Regularmente se utiliza para la exhibición de documentos y material bibliográfico o textil, así como pequeños objetos arqueológicos, su principal dificultad es el disimulo del sistema de iluminación y el reparto de luz uniforme.
- Módulos. Todo el espacio que rodea la pieza suele ser un cajón de vidrio. La iluminación regularmente procede de fuera; la desventaja son las sombras que provocan los objetos, lo cual se puede remediar haciendo que la luz proceda de la vertical y el haz no supere la superficie de la base de apoyo de la pieza.
- Tecnológica. Ha sido previamente diseñada regulando condiciones como que la iluminación ya esté incorporada, separada del espacio expositivo, sea regulable, no provoque deslumbramientos y la luz este repartida en todo el plano expositivo.
- Climabox. Se trata de un volumen totalmente sellado de algún material sintético, pensado para un mejor control de las condiciones ambientales y una mayor seguridad de la obra. Se emplea en dibujos u obras pictóricas de gran valor; se cuelgan como el resto de las obras. Como la iluminación nunca puede ser dirigida directamente se crea un ambiente luminoso muy uniforme en su entorno, procurando evitar reflejos de velo sobre la superficie.



Fig. 7 Ejemplo de una vitrina histórica.



Fig. 8 Ejemplo de una vitrina de mesa.



Fig. 9 Ejemplo de vitrinas tipos *módulos*



Fig. 10 Ejemplo de *climabox*

- Objetos tridimensionales específicos. Resuelve la exposición de objetos como maquetas o algún otro de tres dimensiones. Su iluminación destaca aspectos específicos de la obra y regularmente se realiza con fibra óptica.

Cada sistema responde a una necesidad específica, por tanto debe elegirse la que más se ajuste a los requerimientos de la exposición. Quizá para las exposiciones de obras gráficas como pinturas, necesite una distribución uniforme de luz sobre su superficie; para la exposición de objetos tridimensionales convendría la variación de niveles de iluminación para resaltar cada pieza. La elección está en función de la exposición.

### COLOR

El color es un elemento que se da gracias a la luz. Es tan importante en la experiencia perceptiva que es uno de los primeros elementos que causan impacto sensorial y es decisivo en la generación de una imagen global de cualquier producto gráfico, incluyendo la exposición por supuesto.

Las dos consideraciones que debe tener el diseñador de la exposición al momento de la elección del color son dos: los objetos a exponer (tomando en cuenta que el color de los objetos se mezcla con el color ambiental) y la atmósfera que se quiere conseguir para el ambiente de la exposición.

Si el proyecto requiere un ambiente íntimo, relajante y acogedor, se recomienda la utilización de colores oscuros o cálidos (anaranjados, por ejemplo, para remitir el tono del fuego). Las fuentes de luz cálida atraen a los visitantes y los colores oscuros parecen reducir los espacios.

Si se busca crear una atmósfera ligera, abierta, lo recomendable es usar colores pálidos con abundancia de blanco o color hueso, creando así un entorno frío si se combina con tonos azules, verdes o morados.

**MOBILIARIO**

El principal componente mobiliario en las exposiciones es la vitrina. Entre sus funciones destacan: proteger los objetos de robo o daños; ofrecer un microclima protegiendo los objetos que pueden sufrir daños de luz ultravioleta o de corrosión por el ambiente; ser soporte de los objetos y situarlos de forma que puedan ser vistos cómodamente desde casi todos sus ángulos; funcionan como elemento de diseño que sirven como puente entre un objeto muy pequeño (una joya por ejemplo) y una persona; además funcionan como componentes visuales dentro del diseño de la exposición y ayudan a establecer el modelo de circulación dentro de la sala.

El panel es otro elemento que compone el mobiliario de una exposición. Es una superficie suplementaria a las paredes, pisos y techos, comparte alguna de las funciones de la vitrina: de soporte, de fondo y de articulación espacial. La principal ventaja de los paneles es que son móviles, sus dimensiones pueden ser variables y su posición depende de la luz, pueden instalarse obras bidimensionales: fotografías, ilustraciones, murales; o bien, apoyo didáctico de las exposiciones: textos de sala, cédula particular, ficha técnica de las obras, etcétera.

Otro elemento mobiliario importante es el soporte, el cual sirve para sostener objetos expuestos que no se pueden colocar en vitrinas o en paneles, o bien para permitir la interacción con el objeto con los visitantes (véase Fig 11). Algunos soportes pueden estar adheridos al objeto con el fin de protegerlo y diferenciarlo del ambiente.



Fig. 11 Vitrinas Museo Valle de Tehuacán, Puebla.



Fig. 12 Panel como mobiliario. MUMCI.



Fig.13 Ejemplo de vitrina para objetos tridimensionales específicos.

## MUSEOGRAFÍA



Fig. 14 Soporte como mobiliario. MUMCI.

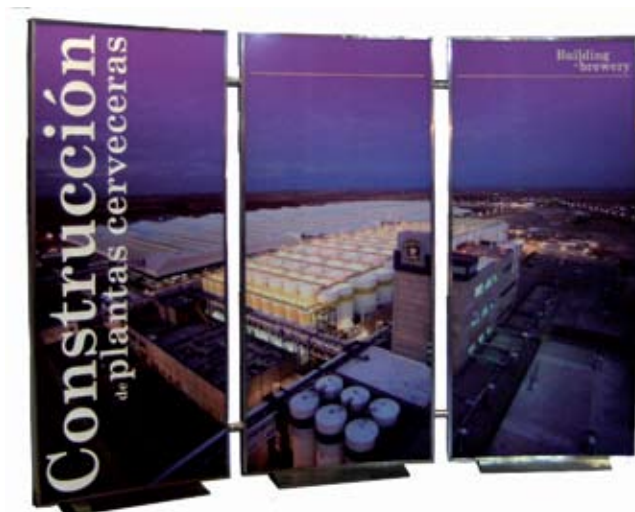


Fig. 15 Uso de la fotografía como Material gráfico. MUMCI.

## MATERIAL GRÁFICO

Existe un debate (que no trataremos aquí) en cuanto a la utilización e importancia del material gráfico empleado en una exposición. El desacuerdo se refiere principalmente a los museos dedicados a la presentación de objetos como experiencia estética, donde se argumenta que

*“Una obra de arte no es un espécimen ni, en principio, un documento histórico sino una fuente de placer análoga...cada cuadro, cada escultura o cualquier objeto de arte transmite al espectador el placer de él esperado con mínimas interferencias posibles.”<sup>8</sup>*

Con interferencias se refiere a material que pueda explicar la obra, argumentando que la obra es contemplativa, no explicativa.

Sin embargo existen otros museos (los de ciencia) que presentan objetos y especímenes, donde el papel de apoyo no solo es importante sino vital para la exposición didáctica. Estos apoyos aportan el grueso de la información que se quiere transmitir al visitante, haciéndolo de forma atractiva e inteligible.

Los soportes gráficos en la exposición son el medio ideal para responder las muchas preguntas que el visitante podría plantearse; pueden dar información contextual sobre el origen del objeto, cómo fue hecho y cómo funciona, además pueden aportar datos significativos acerca del objeto enfocando la atención del visitante que de otro modo pasaría desapercibido. Las fotografías, ilustraciones, planos y diagramas son algunos elementos utilizados como apoyo informativo en la exposición.

La fotografía puede funcionar cuando no se cuenta con el objeto original para la exposición ni de su réplica. La ventaja de la fotografía sobre la ilustración, es que la primera contiene un halo de credibilidad, para el visitante representa una reproducción fiel de la apariencia real de las cosas.

Además la fotografía resulta ideal porque puede ofrecer información visual ampliada sobre una parte de un objeto difícil de ver, por ejemplo el detalle de una planta. También ofrece información sobre el contexto original de un objeto, sobre todo si es difícil de representar, por ejemplo de un yacimiento arqueológico; da la posibilidad de mostrar los objetos en uso.

La ilustración por su parte es demasiado flexible gracias a la facilidad de representación; mencionábamos que tenía una desventaja frente a la fotografía, pero bien se

pueden aprovechar al máximo sus atributos de representación que difícilmente podría mostrar una foto.

Un ejemplo claro del aporte de la ilustración en el apoyo expositivo son las ilustraciones científicas, donde se puede mostrar por ejemplo una ilustración de un animal prehistórico, deduciendo su apariencia con la ayuda de especialistas en trabajo con el ilustrador. Además la ilustración puede reflejar cual era la apariencia de las cosas en un momento determinado, el coliseo romano por ejemplo. Por lo tanto una de las principales características de la ilustración es la reconstrucción visual.

Otra aplicación no menos despreciable de la ilustración, sobre todo por el vínculo con las nuevas generaciones es la viñeta. La ventaja es que confiere a la exposición una perspectiva fresca ampliando el alcance sobre los potenciales visitantes.

Otro soporte indispensable para la transmisión idónea de la información es el diagrama (conocido normalmente como infografía). Su función es presentar los datos de la forma más efectiva posible con un número limitado de elementos visuales bajo la forma de enunciados sencillos con un enfoque esquemático. Los diagramas son efectivos para ilustrar y explicar sistemas, procesos y conceptos; por ejemplo la línea del tiempo de la arquitectura moderna.

Otro uso importante para la presentación de datos es el uso de diagramas de bloque, graficas de pastel y tablas; los cuales permiten al visitante identificar la progresión, porcentajes, proporciones y otros conceptos de manera instantánea, que debido a su modelo matemático resultarían difíciles de entender.



Fig.16 Uso de las tablas como Material gráfico.



Fig. 17 Uso de la ilustración como Material gráfico. Foto del autor.

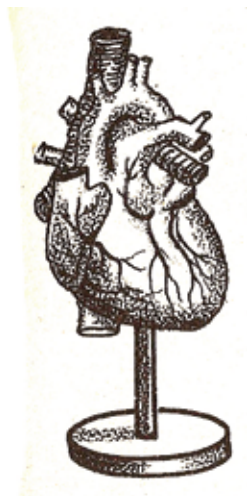


Fig. 18 Ejemplo de Modelo Compacto.



Fig. 19 Ejemplo de Modelo Exacto.



Fig. 20 Ejemplo de Modelo Cortado.

## MEDIOS COMPLEMENTARIOS

La utilización de medios audiovisuales en dentro de la exposición es ya común. Estos medios ofrecen una información contextual sobre los objetos, ampliando la cobertura del tema a través de imágenes y efectos sonoros. Su finalidad es apoyar, ampliar e interpretar los objetos. Además gracia a inserción de ordenadores la proyección puede ser ininterrumpida y repetirse ininidad de veces.

La computadora juega un papel vital para la programación de estos medios audiovisuales o bien a través de la creación de interactivos presentado en interfaces montadas en displays para su interacción con el visitante.

La presentación de la información en museos científicos es vital; la gran cantidad de datos e información para que el visitante pueda entender los conceptos no se lograría de forma efectiva sin estos medios gráficos y complementarios. Algunos autores (Belcher, 1994) incluyen las maquetas y modelos tridimensionales dentro de esta clasificación de soportes gráficos, complementarios a la exposición. Sin embargo en algunos museos estos medios complementarios se vuelven primarios, objetos expuestos como único medio de presentar información difícilmente expuesta de otro modo.

Las maquetas y modelos se encuentran en el límite de soportes gráficos y objetos de exposición. Son en parte la suma de los soportes gráficos y la acción de representar artesanalmente un concepto. Nos detendremos a analizar a detalle estos productos gráficos para entender de manera más clara los capítulos cuarto y quinto dedicados precisamente a la producción de dos de estos modelos tridimensionales.

## MODELOS TRIDIMENSIONALES

Los modelos tridimensionales son aquellos objetos de exhibición que reproducen, a escala, formas de otros objetos reales. Son conjuntos de formas que sirven como símbolo operativo para representar sistemas o esquemas que cumple con la función de mostrar el funcionamiento o proceso de los mismos con fines didácticos.

Entre estos modelos figuran los globos terráqueos, mapas de relieve, especímenes embalsamados, esqueletos y otros objetos de la biología, yesos o ceras, maquetas, dioramas.

Los modelos se dividen en diferentes clases, de acuerdo a las necesidades a las que satisfacen. Un modelo puede reunir más de una característica así que tomaremos en cuenta la más sobresaliente. Debemos destacar que la función principal de los modelos tridimensionales es didáctica, de ahí que la clasificación sea partir de esa función<sup>9</sup>.

### Modelo compacto

Representa únicamente los rasgos externos, por lo regular se destaca un rasgo importante como peso, color, tamaño, textura, etc. Puede ser el detalle de un modelo exacto que funcione de forma ilustrativa del objeto real.

### Modelo exacto

Representa el objeto con mayor exactitud en cuanto a sus detalles técnicos como por ejemplo sus medidas exactas (aunque estén a escala). Regularmente se utiliza este tipo de modelo para representar objetos frágiles, extraños o perecederos (por ejemplo un cerebro humano).

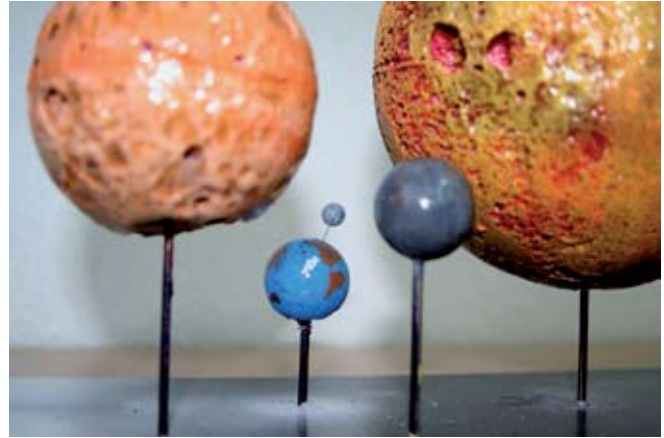


Fig. 21 Ejemplo de Modelo Reducido.

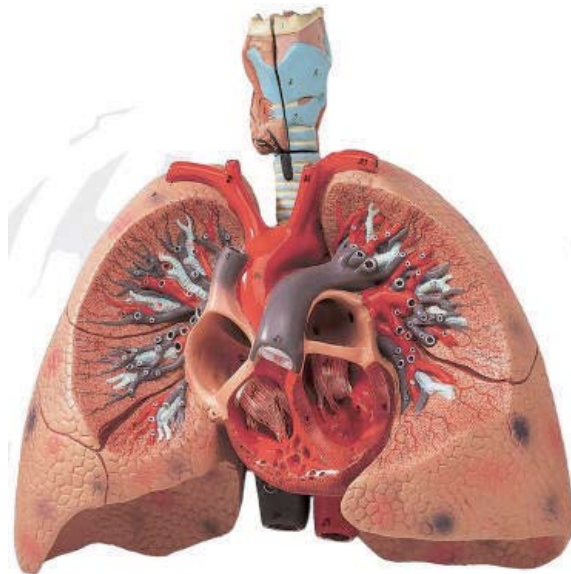


Fig. 22 Ejemplo de Modelo Desarmable.



Fig. 23 Ejemplo de Modelo con Movimiento

## **MUSEOGRAFÍA**

### **Modelo ampliado o reducido**

Son modelos que están aumentados o reducidos a proporción matemática exacta con respecto al original. Facilitan la visualización de los detalles y relaciones del objeto. (<http://picasaweb.google.com/justinaleiva>)

### **Modelos cortados**

Se denominan también modelos en corte o en rayos X; muestran al objeto como si se le hubiese cortado una parte de la superficie. Se utiliza para mostrar la construcción interna y para dar idea de las partes que constituyen el todo del objeto. (fig.13)

### **Modelo desarmable**

Puede representar a un objeto en su totalidad o solo una parte del mismo, pero está formado por piezas pequeñas que encajan unas con otras y se pueden desarmar. El objetivo de mostrar los modelos así es mostrar su funcionamiento y relaciones de sus partes.

### **Modelo con movimiento**

La función principal es mostrar su operación y función. Es una representación que destaca las partes móviles de un objeto destacando los rasgos externos o importantes.

### **Remedo**

Es un arreglo o disposición de piezas o montajes reales de un sistema o proceso. Funciona aplicándole algún tipo de fuerza o energía. Se ocupa para demostrar operaciones, procesos o procedimientos en los que intervienen muchas partes.

La producción de los materiales que serán expuestos en el museo requieren de un trabajo complejo y minucioso en donde un equipo interdisciplinario debe traducir a la perfección el mensaje en un objeto llamativo, agradable y por supuesto, que contribuya al conocimiento de quienes interactúen con él.

En los capítulos siguientes describiré el proceso de producción de dos objetos tridimensionales realizados para el MUMCI, desde la concepción de la idea hasta la conclusión del producto.



## NOTAS

1. SANTANA J. La museografía y la Revolución Didáctica [en línea], 2010.  
<<http://www.trea.es/material/descargas/Introduccionmanualmuseografia.pdf>>  
[Consulta 2 de septiembre del 2011].
2. Internacional Council of Museums <<http://icom.museum/>>.
3. Citado en <<http://arte.laguia2000.com/museos/los-conceptos-de-museografia-definicion-y-evolucion>>
4. GARCIA, A. La exposición, un medio de comunicación, Ediciones Akal, Madrid, 1999.
5. BELCHER, M. Organización y diseño de exposiciones: su relación con el museo, España:Trea, 1994.
6. Lehmbruck (1974), citado en BELCHER, M (1994).
7. RODRIGUEZ M. Y PUENTE y GARCÍA R. (1999) citado en RICO, J. Los conocimientos técnicos:museos, arquitectura, arte; Madrid:Sillex, 1999.
8. MEEKS, M. Elaboración y uso de modelos para la enseñanza, México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971.



## **CAPÍTULO 4**

# **DESARROLLO DEL MODELO TRIDIMENSIONAL RELLENO SANITARIO PARA LA SALA DEL MUMCI: MEDIO AMBIENTE**

### **INTRODUCCIÓN AL PROYECTO**

La producción de materiales didácticos de alta calidad fue uno de los objetivos del acuerdo de colaboración entre la Escuela Nacional de Artes Plásticas ENAP y el Museo Modelo de Ciencias e Industria MUMCI.

Alumnos de la ENAP colaborarían con profesores, especialistas en temas de ingeniería y museógrafos para desarrollar materiales de algunas de las salas del MUMCI en las fechas de septiembre del 2008 al mes de agosto del 2009. Por su parte el museo haría una donación en especie (computadoras) para la ENAP y a los alumnos que participamos en el proyecto nos sería liberado el servicio social; así cada una de las partes se beneficiarían con el acuerdo.

Este capítulo describe el proceso de desarrollo de dos de los modelos tridimensionales elaborados para dos salas: El agua y la Industria y Medio Ambiente.

La coordinación del Proyecto de apoyo museográfico estuvo a cargo de la Dra. María Patricia Vázquez Langle, en la realización de los dos modelos tridimensionales, la dirección de arte corrió a cargo del Profr. Francisco Romero Bolio y tres compañeros de la carrera de Diseño y Comunicación Visual trabajamos en el área de producción y diseño; dos de nosotros especializados en diseño tridimensional y el otro especialista en ilustración.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

### ELABORACION DEL MODELO RELLENO SANITARIO

#### REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Para la realización del modelo tridimensional personal del MUMCI nos entregó un documento con las siguientes especificaciones:

*Diseñar una maqueta interactiva, tomando de referencia la ilustración anexa. Ésta se podría colocar sobre una base de 2.00 X 2.00 metros y que la información que leerá el visitante se coloque en su sección correspondiente.*

*El objetivo es simular los aspectos ambientales propios de la operación de un relleno sanitario, así como sus controles operacionales que evitan la contaminación del ambiente.*

*Simular la prevención de:*

- *Infiltración de lixiviados al suelo y acuífero mediante el uso de geomembranas.*
- *Riesgos de explosión por la generación de biogás mediante la utilización de redes de captación que pueden ser enviadas a quemadores o a plantas de generación de energía eléctrica,*
- *Proliferación de fauna nociva y de olores mediante el trabajo por celdas y el sellado de las mismas cada turno.*



Fig.1 Imagen de referencia adjunta en el documento proporcionado por el MUMCI para la realización del modelo tridimensional Relleno Sanitario.

*Se podría colocar un tablero con botones para cada una de las secciones que integren la maqueta, para que al momento de oprimir los botones, se ilumine la sección correspondiente. Otra alternativa es que el tablero quede distribuido en cada lado de la maqueta, a fin de queden repartidas las secciones junto con sus explicaciones.*

El documento continuaba con el argumento de la importancia del relleno sanitario:

*Hoy en día, en México casi la totalidad de los desechos es depositada en rellenos sanitarios, que cada día cubren más superficie del suelo útil para las actividades económicas. Debemos reducir la generación de desechos, aplicando criterios de consumo racional desde el momento de la selección de productos.*

*Es de vital importancia separar los desechos que puedan ser reutilizados, reciclados o cuentent con potencial energético ya que en muchos casos éstos se convierten en nuevos materiales de envase o embalaje o incluso en fuentes de energía renovable.*

Finalmente el documento termina con una propuesta a manera de cuadro (véase Fig.2) en donde los especialistas sugieren cómo podrían ser representados los conceptos esenciales en el modelo tridimensional. Son básicamente 6 puntos que deberán ser considerados:

- La cobertura superior (corte transversal del relleno sanitario).
- Fuegos provocados por los gases producidos por la basura (biogás).

- Base del relleno que se dividirá en 4 secciones: capa de arcilla, capa plástica, restos de basura aislada y capa del subsuelo.
- Recolección de lixiviados.
- Sistema de venteo de gases.
- Gases emitidos.

Al analizar la información recibida y al ser nuestra tarea traducirla en un producto gráfico, consideramos pertinente recabar toda la información posible para, en primera instancia entender cabalmente los conceptos para saber cuál era la mejor forma de presentarlos y transmitirlos.

## PLANEACIÓN DE LA MAQUETA

La manera en que decidimos afrontar la resolución del diseño del modelo fue a través de un método de diseño que consta básicamente de cuatro pasos:

1. Definición del problema y preparación del programa detallado.
2. Obtener datos relevantes, preparar especificaciones.
3. Análisis y síntesis de los datos. Propuestas de diseño.
4. Producción del modelo.

Seguir este método nos sirvió para tener un mayor control y anticiparnos a posibles problemas que pudieran surgir, además de hacer una división de trabajo de acuerdo a nuestras aptitudes.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

Sección / botón y efecto	Texto que leerá el visitante en el tablero
<p><b>1. La cobertura superior</b></p> <p>Al oprimir el botón se deberá encender la sección que indica el corte transversal de un relleno sanitario, tal como se indica en el esquema de la maqueta con línea roja. Esta carta puede marcarse en un costado de la maqueta.</p>	<p><b>C.6) CIN- 2A La cobertura superior.</b>            Cuando un relleno se completa, se cubre con un sistema multicapa en forma de cúpula, para evitar la acumulación de agua de lluvia y la infiltración de la misma.            Caracteres con espacio 160            Cada capa debe llevar su letrero:            1. Suelo para vegetación            2. Tierra compactada, de preferencia arcilla.            3. Arena            4. Residuos</p>
<p><b>2. Fuegos</b></p> <p>Al oprimir el botón se deberá simular que salen llamas y gases.</p>	<p><b>C.6) CIN-2B Sin título</b>            Los fuegos provocados o accidentes originan emisiones de:            -Dioxinas            -Ácido clorhídrico            -CO2            -Metales pesados            Caracteres con espacio 104</p>
<p><b>3. Base del relleno</b></p> <p>La base del relleno tiene 4 secciones por lo que sería importante que cada una tenga su propio botón y al oprimirlo se ilumine la sección correspondiente de acuerdo al esquema.</p> <p>Al oprimir este botón, se iluminará la capa de arcilla y se deberá notar una fisura por donde pasa agua sucia hacia el subsuelo. Por atrás podría coleccionarse una pequeña bomba de agua, para que esté circulando constantemente este líquido.</p> <p>Al oprimir el botón se deberá señalar la capa plástica del relleno sanitario, que evita que haya contacto con la arcilla y de esta al subsuelo.            Nota: sería importante que arriba de la capa plástica se vea tubería y grava.</p> <p>Al oprimir este botón, se debe iluminar esta sección, donde se vean restos de basura que de alguna forma están atrapados aquí y no pueden llegar los contaminantes al subsuelo, debido a la capa plástica.</p> <p>Al oprimir el botón, se iluminará esta capa del subsuelo que se vea que circula agua a la cual por las fisuras que antes se mencionaron, puede llegar a contaminarse (efecto de agua sucia) y marcar con luces la circulación del agua hacia un río y que contamina a los peces, o bien que se dirija a un pozo (no profundo) y que de ahí se vea como la gente saca agua para su consumo (con lo que se puede enfermar).</p>	<p><b>C.6) CIN-2C Base del relleno</b></p> <p><b>C.6) CIN-2Ca Sin título</b>            La barrera geológica (arcilla) puede fisurarse, permitiendo el paso de los lixiviados (líquido con características de acidez, generado por la degradación de los de la materia orgánica) hacia el subsuelo.            Caracteres con espacio 179</p> <p><b>C.6) CIN-2Cb Sin título</b>            La membrana plástica (Poliétileno de Alta Densidad (PEAD) impide que los lixiviados vayan al subsuelo, sin embargo, esta capa puede ser alterada por la acción de químicos propios de los residuos o de la descomposición de ellos.            Caracteres con espacio 197</p> <p><b>C.6) CIN-2Cc Sin título</b>            Los recursos naturales y la energía empleada en fabricar bienes de consumo no vuelven a los ciclos naturales porque la biodegradación se ve limitada y cuando ocurre, los nutrientes no ingresan al suelo.            Caracteres con espacio 201</p> <p><b>C.6) CIN-2Cd Cursos de agua</b>            Un curso de agua contaminado, sea superficial o subterráneo, afecta la vida acuática y la salud de las personas que consumen agua de ahí.            Caracteres con espacio 177</p>
<p><b>4. Recolección de lixiviados</b></p> <p>Que cada sección tenga su propio botón y al oprimirlo se ilumine la sección correspondiente de acuerdo al esquema            Que se vea como de la sección que se encuentra arriba de la capa plástica, hay tuberías que se encargan de captar los líquidos de la degradación.            Estos tubos deben conectarse con una planta de tratamiento.</p>	<p><b>C.6) CIN-2Da Toma recolectora de lixiviados</b>            Se coloca un sistema de tuberías en la parte baja para captar el líquido que se genera durante la degradación de la basura y enviarlo a una planta de tratamiento.            Caracteres con espacio 163</p>
<p><b>5. Sistema de venteo de gases</b></p> <p>Colocar tuberías que conecten hacia un motor y que éste simule que funciona moviendo un equipo.            La idea es representar que se genera electricidad en este motor, que posteriormente es enviada a través de cables hacia un sistema de alumbrado público.</p>	<p><b>C.6) CIN-2E Sistema de venteo de gases</b>            Durante la degradación de la materia orgánica se produce biogás, compuesto por metano, que es un combustible renovable que se puede utilizar para generar electricidad. Con el biogás generado (principios de los años 2008) en el relleno sanitario de la ciudad de Monterrey, se produce, por hora, energía eléctrica equivalente al consumo de 7 mil 400 viviendas con 10 focos de 100 watts cada una.            Caracteres con espacio 144</p>
<p><b>6. Gases emitidos</b></p> <p>Que se simule que salen gases y aparentar que sube la temperatura ambiental. Tal vez con luces naranja y algún termómetro que haga esta asociación.</p>	<p><b>C.6) CIN-2F Sin título</b>            Los rellenos emiten mezclas de gases como metano, dióxido de carbono, tolueno, benceno, cloruro de vinilo, entre otras. Algunas de estas sustancias son tóxicas, cancerígenas o provocan el efecto de invernadero.            Caracteres con espacio 211</p>

Fig.2 Principales elementos que compondrían el modelo tridimensional Relleno Sanitario. Cuadro adjunto al documento proporcionado por el MUMCI

Cabe mencionar que aunque decidimos seguir la metodología al pie de la letra, nos enfrentamos a situaciones que estaban fuera de nuestro control y tuvimos que improvisar, materiales que propusimos al inicio y no funcionaron o modificaciones que nos hacían de último momento y que teníamos que afrontar.

### INVESTIGACIÓN

Fue el proceso donde nos enfocamos en buscar toda la información posible para poder sacar conclusiones de la forma en que haríamos el modelo tridimensional. Esta etapa fue muy importante porque nos dio el panorama general, las bases para tomar las mejores decisiones posibles.

A continuación el resumen de dicha información:

### Relleno sanitario

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos. Es un método de ingeniería para la disposición de residuos sólidos en el suelo de manera que se le dé protección al ambiente, mediante el esparcido de los residuos en pequeñas capas, compactándolos al menor volumen práctico y cubriéndolos con suelo al final del día de trabajo, previniendo los efectos adversos en el medio ambiente.



Fig.3 Esquema de funcionamiento de un relleno Sanitario. Fuente:<http://www.dforceblog.com>

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO



Fig. 4 Colocación de membrana plástica del relleno sanitario.  
Fuente: [www.enestahora.com.mx](http://www.enestahora.com.mx)



Fig.5 Construcción de un relleno sanitario en la etapa de colocación de la membrana plástica. Fuente: <http://www.dforceblog.com>

### Funcionamiento de un relleno sanitario moderno

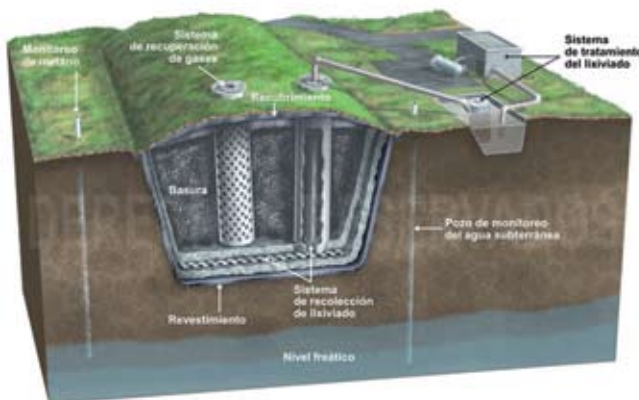


Fig.6 Funcionamiento de un relleno sanitario moderno.  
Ilustración: <http://elroyer.deviantart.com>

Además como forma de minimizar el impacto y como implementación del protocolo de Kyoto los rellenos sanitarios incluyen tratamiento de lixiviados, que son los líquidos producidos por la basura; quema de gases de descomposición, principalmente el metano; planes de reforestación en el área del relleno sanitario y control de olores<sup>1</sup>.

Los rellenos sanitarios son obras que se utilizan para la disposición de residuos sólidos urbanos y a su vez, no contaminar el medio ambiente. El relleno sanitario se emplea en comprimir la basura lo más que se pueda y después cubrirla con una capa de tierra y otros materiales y así consecutivamente colocar otra capa de basura hasta que el relleno sanitario quede repleto. Con el uso de los rellenos sanitarios se pueden aprovechar terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de un parque, área recreativa, campo deportivo, etcétera<sup>2</sup>.

### Tipos de rellenos sanitarios

Existen tres principales tipos de Rellenos sanitarios:

1. Relleno sanitario Tipo Área. El relleno de área normalmente se emplea cuando se dispone de terrenos con depresiones y hondonadas naturales y artificiales, canteras, pozos producidos por extracción de materiales (ripió, arena, arcilla), lugares pantanosos o marismas, terrenos adyacentes a los ríos u otros similares.
2. Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera. Este tipo de relleno sanitario es probablemente uno de los más prácticos y apropiados, ya que su operación es sencilla y la escasez de material de recubrimiento no produce problemas siempre que el terreno para este sistema de disposición final sea convenientemente elegido.



3. Relleno sanitario Tipo Combinado o Rampa. El relleno tipo combinado se opera en forma similar a los rellenos de área o zanja, pero los desperdicios descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de material. Terminada la operación se recubre con una capa de tierra o similar. El método de rampa se utiliza en terrenos de declive moderado o en aquellos que tienen una capa delgada de material susceptible de ser usado para recubrimiento o como sello del relleno<sup>3</sup>.

#### Los lixiviados

Como son productos de la degradación de los residuos y su interacción con el agua aportada por las lluvias, los lixiviados presentan una composición química variable que en general depende de las características de los residuos dispuestos. Los residuos domésticos generan percolados de color oscuro, olor desagradable, cuyas características físico-químicas dependen de su antigüedad pero comúnmente demuestran una elevada carga orgánica y altos valores de alcalinidad y salinidad. Es precisamente la carga orgánica la que, llegado el caso puede producir efectos nocivos para el medio ambiente.

#### Tratamiento de lixiviados

Se utilizan distintos métodos de tratamiento de los percolados: Se acopia el lixiviado en lagunas impermeabilizadas, cuya función es lograr que parte de los constituyentes se concentren en los barros del fondo por sedimentación. Esto permite la evaporación por acción de la luz solar. La laguna es un recinto completamente cerrado e impermeable, sin salida hacia cursos de agua ni a napas subterráneas, y trabaja en cierta medida por evaporación.



Fig.7 Tanque de tratamiento lixiviados.  
Fuente: <http://www.aqualimpia.com>



Fig.8 Planta de tratamiento de biogás. Fuente: <http://www.redbiogas.cl>



Fig.9 Planta de tratamiento de biogás. Fuente: <http://www.redbiogas.cl>



Fig.10 Quemador de biogás. Fuente: <http://saguapac.com.bo>



Fig.11 Ecurrimiento de lixiviados.  
Fuente: <http://cuidatusaludcondiane.com>

Los barros producidos por los lixiviados se asientan en el fondo quedando un líquido menos dañino. Posteriormente se efectuaron experiencias de tratamiento físico-químicos. De ese modo puede obtenerse un líquido apto para pasar a una etapa de tratamiento biológico a fin de remover la carga orgánica y finalmente, el líquido presenta condiciones aptas para su descarga en curso de agua<sup>4</sup>.

### Tratamiento de biogás

El biogás es un gas producido por bacterias durante el proceso de biodegradación del material orgánico en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). La generación natural de biogás es una parte importante del ciclo biogeoquímico del carbono. El metano producido por bacterias es el último eslabón en una cadena de microorganismos que degradan material orgánico y devuelven los productos de la descomposición al medio ambiente. Este proceso que genera biogás es una fuente de energía renovable.

La producción del biogás en rellenos grandes permite su aprovechamiento transformándolos en energía eléctrica a través del uso de generadores de combustión interna, turbinas o microturbinas, o puede utilizarse como combustible en calentadores de agua u otras instalaciones, teniendo una alta inversión inicial, pero que puede ser autofinanciable.

El biogás generado en rellenos sanitarios puede ser captado utilizando un sistema de recolección de biogás que usualmente quema el gas por medio de quemadores<sup>5</sup>.

En el proceso de investigación el equipo llegó a una conclusión interesante: No podíamos hablar de relleno sanitario sin dejar de hablar de su contraparte, el tiradero al aire libre. El primero nació como

respuesta al segundo y por lo tanto necesitábamos investigarlo para entender mejor el concepto de relleno sanitario.

### Tiradero al aire libre

Los tiraderos o basureros son aquellos lugares donde se deposita finalmente la basura. A los vertederos tradicionales actuales es destinada la basura generada por un grupo o asentamiento humano, ésta por lo común contiene de forma revuelta restos orgánicos (como comida), plásticos, papel, vidrio, metales, pinturas, tela, pañales, baterías y una gran diversidad de objetos y sustancias consideradas como indeseables.

En el proceso de descomposición de la materia en los vertederos se forman lixiviados que arrastran los productos tóxicos presentes en la basura y contaminan las aguas subterráneas, que en ocasiones se utilizan para consumo humano y riego. Se liberan al aire importantes cantidades de gases como metano, CO<sub>2</sub> (gas responsable del efecto invernadero) o gases tóxicos como el benceno, tricloroetileno, etc.

Durante los incendios accidentales o provocados en dichos vertederos, se liberan a la atmósfera al arder productos clorados, algunos tan tóxicos como las dioxinas, declarada cancerígena por la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>6</sup>.

## ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El resultado de nuestra investigación arrojó varias conclusiones sobre que íbamos a representar y de que forma; la investigación gráfica fue de gran ayuda y nos serviría para comenzar el proceso de planificación.

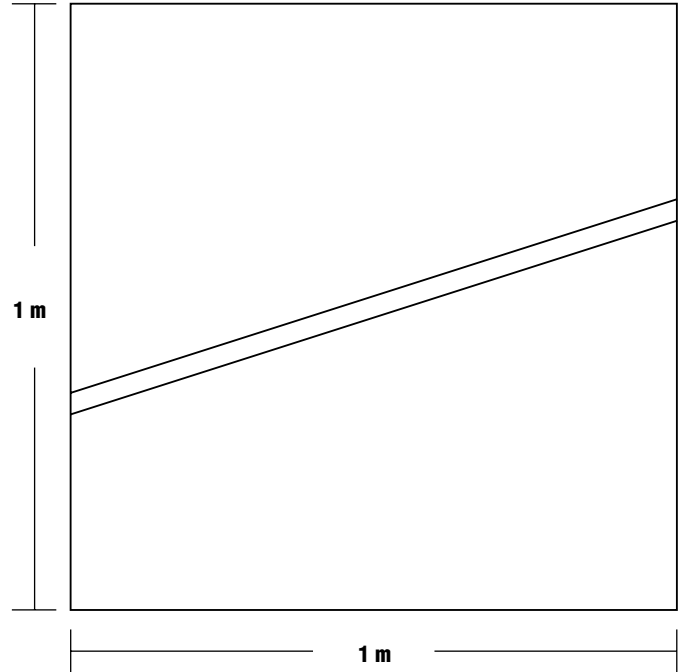


Fig.12 Vista de Planta del modelo Relleno Sanitario

Con respecto a la información recibida en primera instancia y de acuerdo con la información recabada nuestras primeras conclusiones acerca del modelo a representar fueron:

—Las dimensiones del modelo tridimensional serían de un metro por un metro y no de dos como se había pensado al inicio; esto por cuestiones de facilidad en la elaboración, manejo y mantenimiento (véase Fig. 12) .

—No era conveniente incluir elementos que difícilmente se pudieran ajustar a la escala, como camiones o personas.

—Sería conveniente la representación del tiradero al aire libre para mostrar un comparativo y así destacar los beneficios de uno y perjuicios del otro.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

Quizá fue este último punto el más importante porque establecía las bases de cómo sería el modelo tridimensional. Una vez consultadas y aprobadas nuestras conclusiones por los expertos, comenzaríamos a trabajar en la estructura del modelo.

### DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y DISPOSICIÓN DEL CONTENIDO

Si serían dos los elementos a representar teníamos que dividir en igual número nuestro modelo. La solución lógica y simple era dividir la maqueta justo a la mitad. Sin embargo al visualizar el modelo concluimos que esta estructura es poco atractiva debido a la rigidez y monotonía que provoca la división, además que el ángulo de visión sería demasiado corto para cada división.

Por lo tanto se acordó jugar con las divisiones, de modo que ambas fueran de la misma medida, no importando la regularidad ni simetría de su forma.

El resultado fue un corte diagonal que transformaba ambas partes en superficies trapezoidales (véase Fig 13). Se acordó que el panel que dividiría ambas superficies también fuera de la misma forma trapezoidal, esto generaba dinamismo a la estructura, lo que ocasionaría que los puntos de vista se expandieran y por lo tanto fuera más apetecible visualmente.

#### Lado Relleno Sanitario

Como existen tres tipos de relleno sanitario y todos tienen la misma importancia, decidimos representar los tres. La solución fue subdividir en tres el lado correspondiente al relleno sanitario a manera de ni-

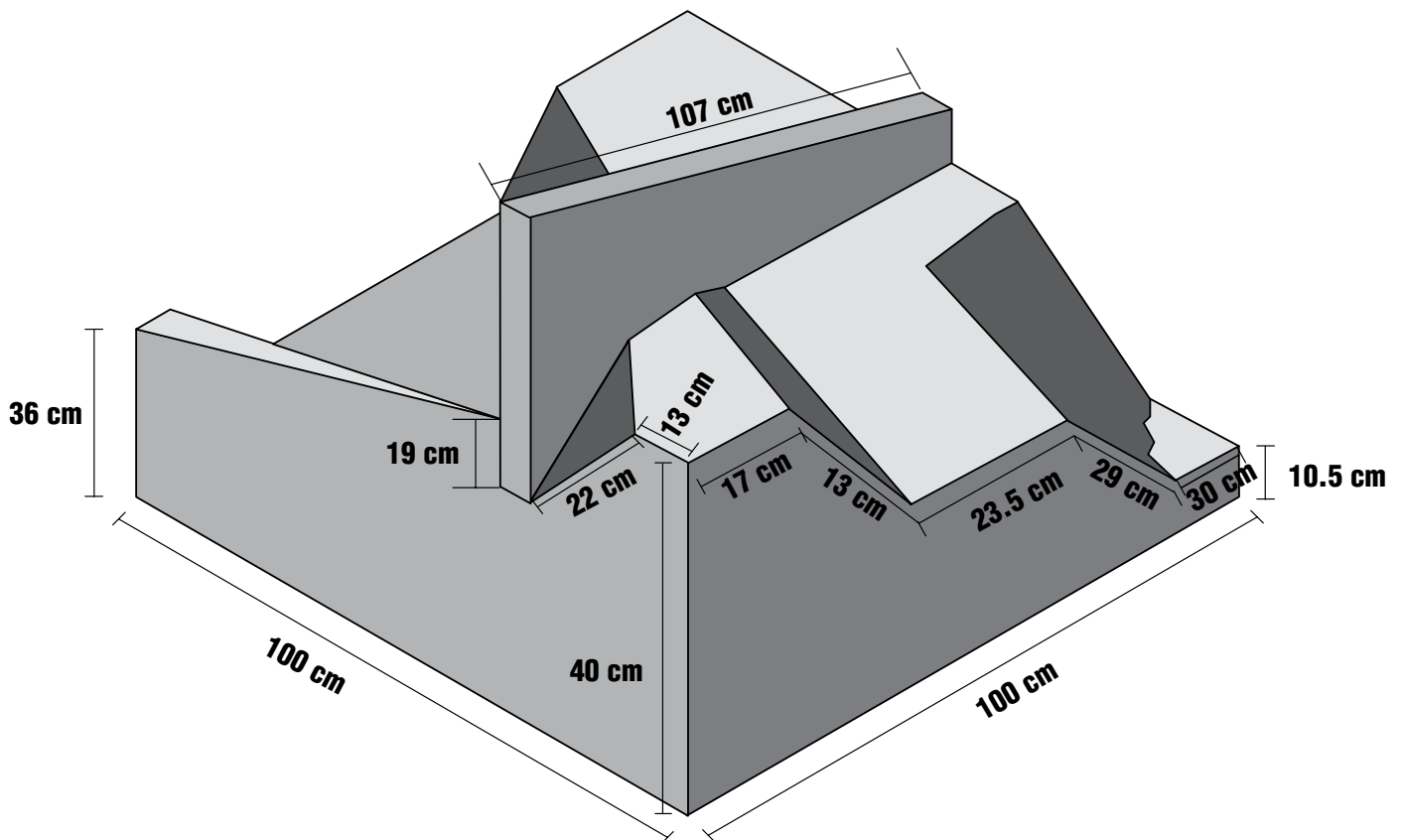


Fig.13 Vista de isométrica del modelo Relleno Sanitario

vel, así jugaríamos con la altura de la maqueta aprovechando su tridimensionalidad.

En el primer nivel, el más bajo, representaríamos el relleno visto por dentro, a modo de corte (véase Fig. 2). Ahí debería ir el cumulo de desechos orgánicos al mismo tiempo canales colectores e lixiviados y sus mangueras extractoras para su procesamiento.

El segundo nivel sería precisamente el del procesamiento de lixiviados o su tratamiento. En este nivel comenzaríamos a representar también la extracción del biogás ya que en el tercer nivel representaríamos su tratamiento.

EL ultimo nivel era el más alto, aquí representaríamos la mejor cara de un relleno sanitario, el resultado de la extracción del biogás, quizá la utilización de este para la generación de energía eléctrica a través de una planta, el aprovechamiento del agua extraída de los lixiviados como resultado de su tratamiento. Incluso podríamos representar un parque o jardín, resultado del aprovechamiento del abono, lo último estaba por definirse con los expertos.

### Lado Tiradero

En el lado del tiradero no tendríamos tanto orden ya que el concepto de tiradero es justamente desorden, sin embargo si había tres aspectos importantes a destacar: los fuegos provocados por la generación del biogás, la proliferación de fauna nociva y la contaminación del subsuelo a causa de los lixiviados.

### SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Para la estructura o base decidimos utilizar madera triplay de 9mm ya que es fácil de cortar y por la variedad de acabados que existen para aplicarle. Además es un material ligero y durable y reemplaza



Fig.14 Manipulación de espuma de poliuretano para representación del tiradero al aire libre.



Fig.15 Manipulación de espuma de poliuretano para representación del relleno sanitario.

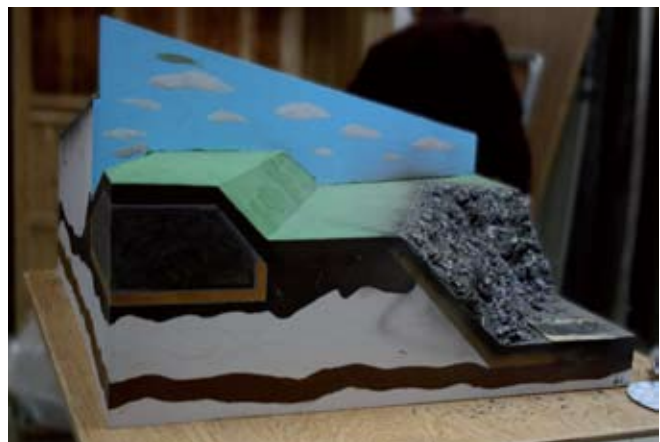


Fig.16 Pintado de terrenos y cielo de relleno sanitario.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

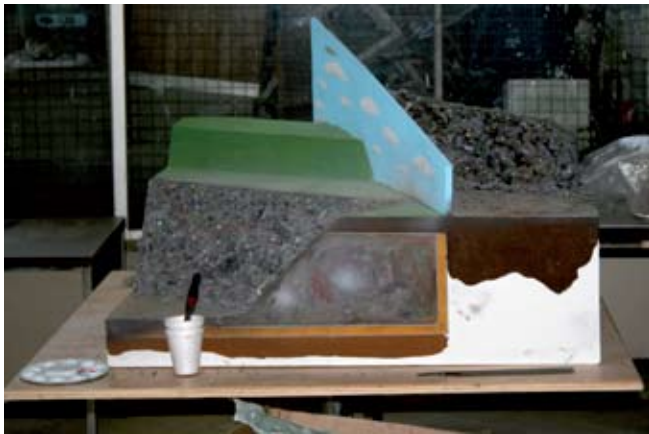


Fig.17 Representación de basura orgánica en el interior del relleno sanitario.

zable, factores a tomar en cuenta para su posterior mantenimiento.

En cuanto a la representación de la basura estuvimos en busca de un material que fuera fácil de manipular, que fuera sólido y moldeable, viable para darle acabado con pintura; se pensó que la espuma de poliuretano sería una excelente opción ya que produce mucho volumen pero es ligera a la vez, además es bastante maleable, se puede cortar, ligar, etcétera; se le puede aplicar sin fin de acabados.

Para pintar el modelo tridimensional optamos por la utilización de pintura acrílica por la gama de colores que ofrece, las texturas que podemos generar con ella y por su durabilidad en los soportes.

Para las texturas de pasto y algo de basura elegimos el aserrín; podríamos pintarlo de varios colores y además nos podría generar otras texturas y efectos interesantes mezclándolo con pegamento blanco y otros materiales.

Decidimos que para la representación de los pequeños objetos como la planta de energía eléctrica, los tubos transportadores de los lixiviados y otros elementos similares la haríamos con objetos reciclados, así que nos dimos a la tarea de recolectar objetos que nos pudiesen seguir para tal fin.

## PRODUCCIÓN

Lo primero que había que hacer para comenzar a desarrollar al modelo era la base; por lo tanto se mandó a hacer con un carpintero lo que serviría como estructura para el resto del modelo con base a las características propuestas en el diseño. El resultado fue la base tal y como la habíamos pensado y con las características deseadas: una base de madera que

estuviera construida solo por piezas laterales, es decir, que estuviera hueca; esto dio como resultado una base sólida y ligera, lista para aplicar sobre ella el resto del trabajo.

Una vez resuelta la base decidimos aplicarle la espuma de poliuretano en las zonas que representaban basura, tanto del lado del relleno sanitario como del tiradero al aire libre. Este último lado requería mayor cantidad de espuma puesto que la extensión de basura a representar ocuparía la gran parte de dicho lado.

El efecto de la espuma tardaba cerca de 1 a 2 horas para obtener el resultado deseado, que era que tomase su máxima expansión y dureza a fin de que pudiéramos lijarla y cortarla para modelarla según nuestro requerimiento. Mientras esto sucedía nos enfocamos a delimitar las caras laterales inferiores, en donde se representaría el subsuelo, además de pintar las celdas del relleno, un estrato del terreno y el cielo del lado del relleno. Al mismo tiempo se procedió a pintar los niveles del relleno sanitario que representarían el pasto; así que mezclando capas de verdes se intentó llegar a tonalidades parecidas a la textura del pasto.

Con los avances que llevábamos nos dimos cuenta que el trabajo de ilustración nos llevaría mucho tiempo por los detalles que queríamos alcanzar y por la técnica que ello representaba así que decidimos deslindar la responsabilidad de todas las ilustraciones al especialista del grupo en esa área, los demás nos enfocáramos en el resto. También se acordó que el ilustrador trabajaría con técnicas digitales así podría trabajar desde su casa, además que para la impresión de dichas ilustraciones tendríamos una amplia gama de materiales para escoger el más conveniente.



Fig.18 Proceso de pintado del tiradero al aire libre



Fig.19 Representación de tratamiento de lixiviados, segundo nivel del relleno sanitario.

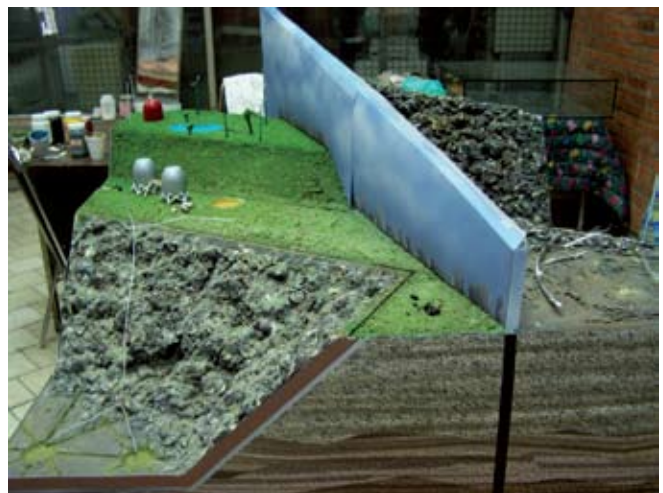


Fig.20 Presentación del modelo para la primera revisión.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO



Fig.21 Primera corrección de ilustraciones del subsuelo

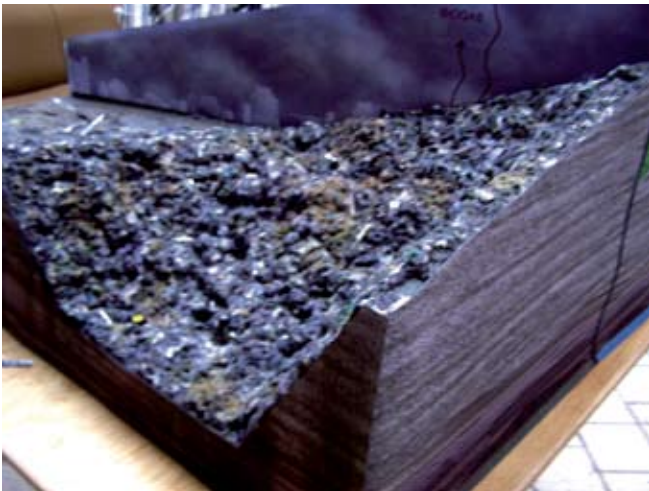


Fig.22 Ilustraciones de prueba, Tiradero al aire libre.

Una vez que la espuma llegó a su máxima dureza y expansión estaba lista para trabajarla, se procedió a cortarla y lijarla para eliminar la redondez de los bordes que había quedado como resultado de la aplicación. Cabe destacar que la aplicación y distribución de la espuma no es totalmente controlada y dependen muchos factores para que se expanda de una forma correcta, por eso necesitaríamos modelarla quitándole retazos y lijándola.

Cuando logramos darle a la espuma una apariencia irregular le agregamos pasta para modelar para generar otro tipo de textura, no podíamos caer en

representaciones realistas ni mucho menos meterlos con elementos a escala así que estudiando referencias gráficas de tiraderos decidimos destacar la representación del color y textura. Buscaríamos lograrlo mediante la mezcla de materiales y aplicación de pintura.

Al inicio no obtuvimos el resultado esperado, tenía una textura de “mugre” o mancha sin embargo estaba uniforme la textura; decidimos por lo tanto aplicar más colores y después lijar la espuma para lograr más contraste en la textura.

Por otro lado el ilustrador tenía las primeras pruebas de la representación del subsuelo; al inicio optó por un estilo no tan realista, más cercano a la viñeta sin embargo el resto de la representación del modelo tenía estilo realista por lo que se tuvieron que ajustar las ilustraciones a ese estilo.

En la primer reunión con el experto se le expuso los avances y sus observaciones fueron las siguientes:

—Las ilustraciones tenían que representar de forma correcta la geomembrana, esto es sellada completamente para que no se mezcle con el terreno y no se minen los lixiviados al subsuelo; además de representar la recolección de dichos lixiviados y del biogás a través de la representación de tubos.

—La representación de la basura no remitía a la misma por lo que se solicitó se le añadiesen elementos figurativos para que se entendiera que era basura. Le comentamos al experto que quisimos evitar la integración de elementos figurativos a causa de la escala (serían demasiado pequeños e imperceptibles) a lo que nos respondió que tendríamos



que sacrificar la escala para lograr tal representación del tiradero al aire libre.

—También en las ilustraciones el cielo debía ser diferente para cada lado. En el caso del tiradero tenía que ser un cielo gris claro, incluso simular las emisiones de biogás y la situación del calentamiento global. En el caso del cielo del relleno sanitario se evitaría la presencia de edificios, dejando solamente el cielo claro para contrastarlo con el del tiradero al aire libre.

—En el lado destinado al relleno se debían incluir la representación de las instalaciones que tratan los lixiviados, esto es: tubos con los que se extraen los lixiviados, una bomba de extracción, tanques de sedimentación y una planta de tratamiento de agua que se aprovecharía en un lago artificial; además había que representar unos canales que servirían para recolectar los lixiviados.

—Para el tratamiento del biogás también se requería una ilustración que representara captadores ( con forma de campana) y los tubos que lo conducen ala misma planta de tratamiento en el cual se simularía la generación de energía eléctrica como resultado del tratamiento del biogás para el alumbrado del parque.

Teniendo presentes las observaciones comenzamos con las correcciones y ajustes. En las ilustraciones se hicieron las modificaciones pertinentes: se representó la captación del biogás así como la extracción de lixiviados; en el lado del tiradero se representó la contaminación del manto acuífero por la filtración de los lixiviados. Para la representación de los tubos de extracción tanto del biogás como de lixiviados se



Fig.23 Planta de tratamiento de lixiviados.

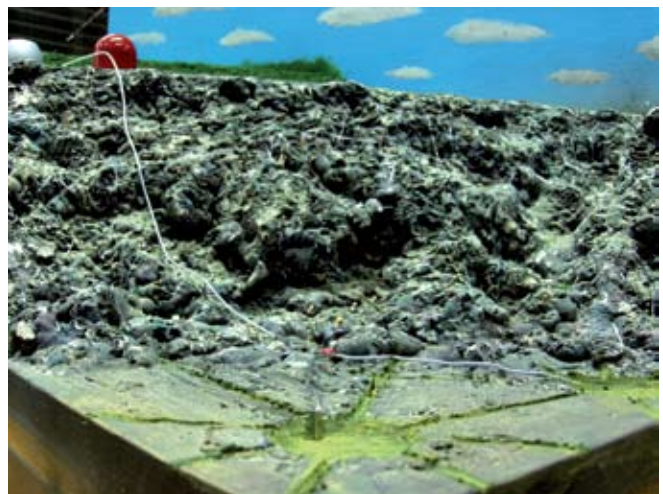


Fig.24 Canales de captación de lixiviados, primer nivel del modelo.

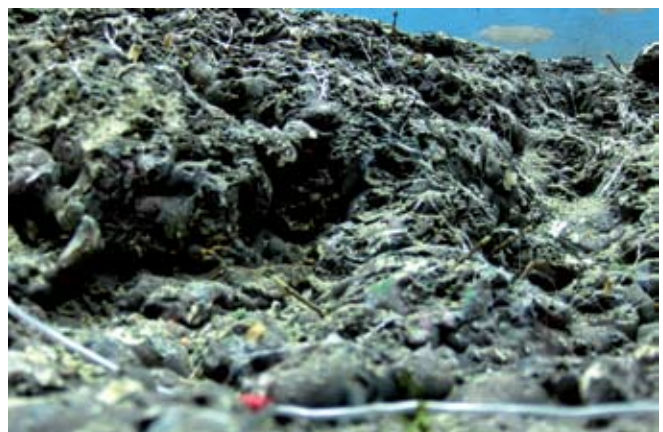


Fig.25 Detalle de desechos orgánicos, relleno abierto, primer nivel del modelo.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

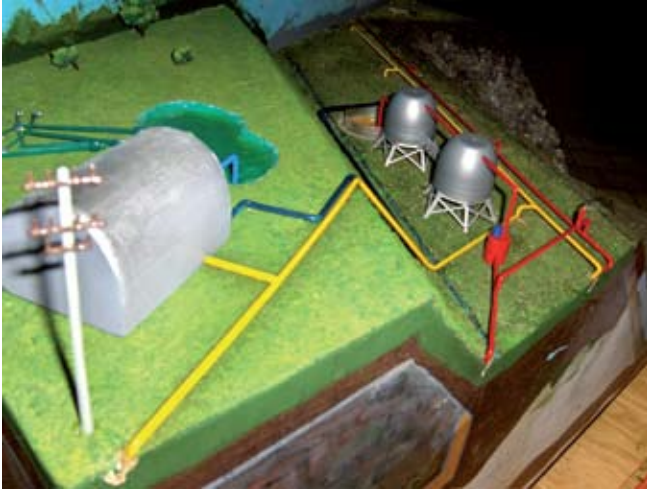


Fig. 26 Planta de procesamiento de lixiviados y tuberías, segundo nivel del modelo.

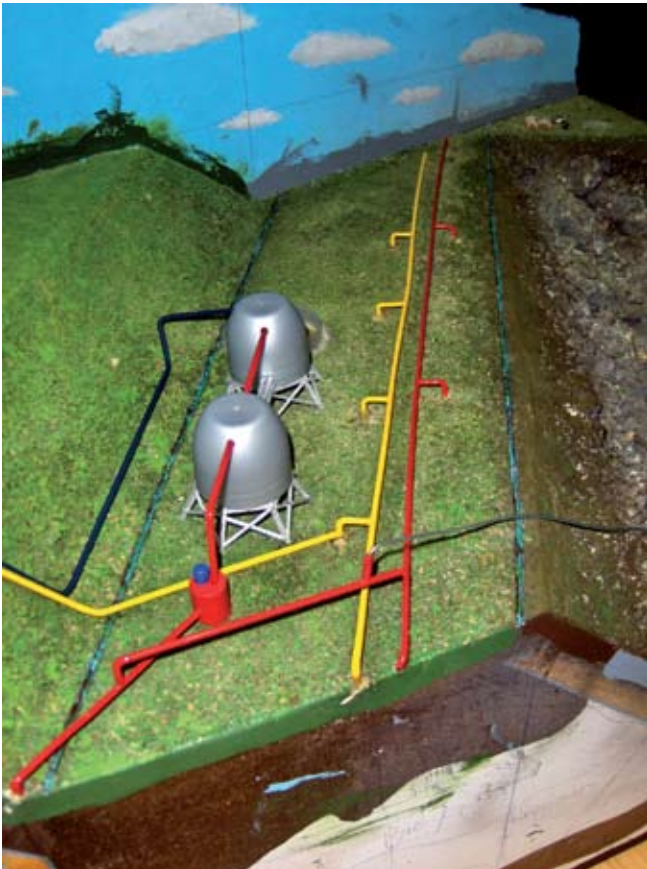


Fig. 27 Planta de procesamiento de lixiviados y tuberías, segundo nivel del modelo.

acordó que utilizaríamos colores amarillo y rojo respectivamente, debido a que son colores que representan precaución, peligro y alerta (véase Fig. 27).

En la representación del tiradero se le añadió elementos como llantas (de carritos de juguete), alambre, silicón frío (para darle apariencia de escurrimiento y viscosidad), varitas, pedazos de aluminio y alambre y cartón, tal como nos había sugerido el experto.

Para las ilustración de las caras laterales correspondientes al tiradero se tomó como referencia la misma representación de la basura hecha con la espuma y diversos elementos, solamente se le aplicó una distorsión y matices de colores que remitieran a los desperdicios en el subsuelo. Asimismo para la representación del cielo en ese mismo lado se utilizó una mezcla de rojos, azules y grises para evocar tanto el desprendimiento de gases como el calentamiento global, producto de un mal manejo de los desperdicios y basura en el mundo.

Del lado del relleno sanitario el primer nivel donde representamos un relleno en su capa interior, a nivel de subsuelo, comenzamos a elaborar un depósito de lixiviados de forma circular conectado por unas ranuras a manera de canales. Se decidió pintar tanto el depósito como los canales de color amarillo verdoso para referir al color de descomposición de basura orgánica que es precisamente de donde vienen los lixiviados.

Para la construcción de lo que serían las instalaciones de tratamiento de lixiviados nos dimos a la tarea de buscar un material de reciclaje, el resultado fue unas tapas de spray desodorante de color plateado las cuales daban apariencia de grandes tanques de tratamiento de alguna sustancia.

Después de buscar referencias visuales se diseñó la base de los tanques con madera balsa ya que es un material fácilmente manejable y utilizado en gran parte por arquitectos para proyectos de maquetas; además se logran excelentes acabados con distintos materiales. En nuestro caso optamos por pintura de aerosol plateada para simular dicha base.

Hubo la necesidad de hacer varios huecos a manera de pozos en los tres niveles del relleno sanitario. En el primer nivel había que representar el depósito de lixiviados y canales conductores de este; en el segundo nivel teníamos que representar un depósito del resultado del tratamiento de lixiviados, esto es al lado de la planta de tratamiento; en ese mismo nivel había que hacer unos canales para representar el drenaje pluvial.

Finalmente en el nivel más alto del relleno sanitario necesitábamos una oquedad que representara un pequeño lago artificial hecho con el agua tratada producto de todo el proceso de tratamiento de lixiviados. Para lograr esto se utilizó un taladro tipo router utilizando diferentes discos de esmeril de distintos grosores para hacer tanto los canales como las oquedades.

Una vez hechas las cavidades procedimos a pintarlas. Los canales tendrían en la parte central azul, remitiendo al agua proveniente de la lluvia y en las orillas utilizamos color café para simular textura de tierra. En el depósito junto a la planta de tratamiento de lixiviados ocupamos un color marrón que por estar a la mitad del tratamiento de extracción de agua de los lixiviados. El lago del nivel más alto lo pintamos de color azul por ser ya el agua completamente tratada.

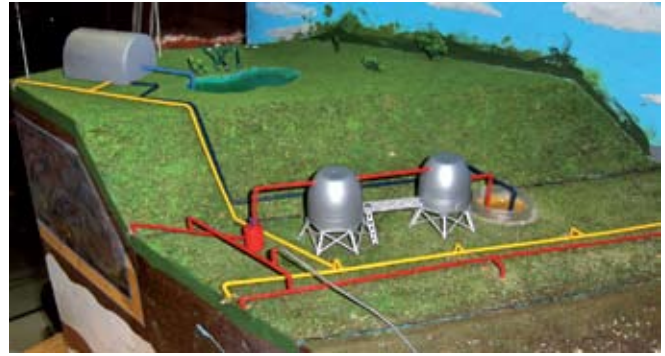


Fig.28 Planta de procesamiento de lixiviados y tuberías, segundo nivel del modelo.



Fig.29 Planta de tratamiento de biogás y agua, tercer nivel del modelo.



Fig.30 Montaje de ilustraciones en vinil.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO



Fig. 31 Modelo terminado.



Fig.32 Modelo Relleno Sanitario expuesto en sala Medio Ambiente del MUMCI.

En cuanto al acabado del terreno de los tres niveles había que buscar la textura adecuada para cada uno de ellos. En el nivel del relleno sanitario descubierto teníamos que darle la apariencia de tierra húmeda ya que es una parte donde se establecen los sedimentos de los lixiviados; esto lo logramos con blanco de España y pintura café, además de raspar el blanco de España para darle una textura térrea. El terreno del segundo nivel tenía que dar apariencia donde apenas y comenzaba a crecer pasto pero abundaba la tierra debido a las excavaciones derivadas de la extracción de lixiviados y biogás. Se resolvió con aserrín y pintura, una base de verde y textura con color café. Finalmente en la parte superior del relleno sanitario era un terreno que ya estaba cien por ciento restaurado así que el pasto tenía que estar completamente verde y grande, teníamos que dar la apariencia de ser un terreno cuidado; así que con distintas tonalidades de verde comenzamos a darle la textura de pasto bien cuidado.

Para este punto teníamos cubiertos casi todos los requerimientos del modelo tridimensional así que procedimos a una reunión más con el experto para una revisión minuciosa.

El experto quedó bastante satisfecho con los cambios, solo nos dio las últimas indicaciones: nos pidió que en las ilustraciones se le hiciera un acercamiento a los lixiviados a manera de zoom.

Además sería necesario incluir los nombres en cada una de las estaciones del relleno sanitario y tiradero al aire libre tanto en la representación tridimensional como en las ilustraciones.

Los tubos que provenían del depósito del agua extraída de los lixiviados en el segundo nivel del relleno sanitario serían azules.

Finalmente habría una conexión de tubos de extracción de biogás que subiría al tercer nivel, a la planta de quemador de biogás.

Para resolver el asunto de los tubos consideramos algunos materiales como el alambre sin embargo no quedaban completamente rígidos y daban una apariencia de estar colgados, obviamente este resultado era indeseable. Gracias a la manipulación de material acrílico que estábamos realizando a la par con la realización de otro modelo tridimensional (que veremos en el siguiente capítulo) nos surgió la idea de probar con tubos de acrílico de 3 o 4 mm de diámetro.

La prueba fue un todo un éxito, los tubos se moldeaban perfectamente aplicando un poco de calor con un encendedor y se lograba la rigidez que no pudimos obtener con ningún tipo de alambre. Finalmente se procedió a pintar y a incrustar cada conexión de los tubos al modelo.

Para atender la observación del experto en cuanto a la estación de quemador de biogás quitamos el elemento que habíamos puesto anteriormente (una tapa de spray, al igual que la estación de lixiviados) y decidimos modelarla con tabique de Oasis, le dimos un recubrimiento de pasta para modelar para endurecerla y finalmente le dimos un acabado de pintura color cromo con aerosol. El resultado fue una apariencia de nave industrial que representaba exactamente lo que el experto nos había sugerido.

En este punto la producción estaba en un 95% solo estábamos en espera de los letreros que irían en cada estación del modelo. Una vez que nos llegó dicha información hicimos pruebas de tamaño y color en la tipografía. Después de ensayar con varios tipos de letra y colores decidimos que la que más se ajustaba era una tipografía palo seco de 40 puntos para los textos en español y 30 para los textos en inglés.

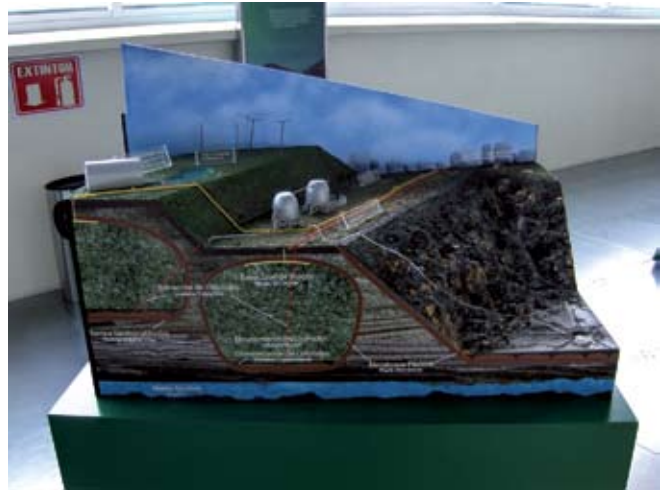


Fig.33 Modelo Relleno Sanitario expuesto en sala Medio Ambiente del MUMCI.

## DESARROLLO DEL MODELO RELLENO SANITARIO

En cuanto al color nos encontrábamos en un dilema ya que la variedad de colores en ambos lados de la maqueta hacia que se perdieran con facilidad colores oscuros y también los claros; elegimos por tanto un color neutro: el beige para los textos de español y blanco para los textos en inglés. Los textos en cada una de las estaciones tanto del relleno como del tiradero y estarían impresos en recorte de vinil y estar montados en un soporte translucido (para no desviar la atención del espectador).

El último detalle a considerar para que el modelo quedara cien por ciento resuelto eran las ilustraciones. Mandamos a hacer las pruebas finales para confirmar que las medidas fueran correctas y detallar que los elementos impresos empalmaran a la perfección con los que emergerían de la ilustración, por ejemplo los tubos de extracción de lixiviados y de biogás. Antes de mandar a impresión todo el material gráfico se sometió a una última revisión por parte del experto.

Una vez aprobados todos los detalles de la ilustración y de la representación tridimensional del relleno sanitario y del tiradero al aire libre se mandó a imprimir las ilustraciones en vinil auto adherible brillante. Finalmente se llevó a cabo el montaje de las ilustraciones y del recorte de vinil en los soportes informativos.

De esta forma concluyó la producción del modelo tridimensional Relleno sanitario para la sala Medio ambiente de exposición permanente del MUMCI.

Nuestro trabajo finalizó con la entrega del modelo al personal del museo, ellos se encargarían de detalles de montaje e iluminación. Estábamos satisfechos por el trabajo de colaboración de gente de distintas áreas: museógrafos, expertos en el tema de los rellenos sanitarios, profesores con amplia experiencia en

el área de representación tridimensional y museografía y exposición y finalmente alumnos enfocados al área de soportes tridimensionales e ilustración.

El cuidado de cada uno de los detalles, la resolución de problemas, la experimentación de materiales y el trabajo colaborativo de cada una de las partes permitieron que el proyecto saliera a la perfección, con satisfacción por parte del MUMCI y de nuestra parte por haber participado en este proyecto que nos deja la experiencia de haber trabajado con un cliente real, con un producto real que será apreciado por cientos de personas.

## NOTAS

1. Información obtenida de la página <http://www.es.wikipedia.org> [consulta febrero 2009]
2. Información obtenida de la página <http://www.arqhys.com> [consulta febrero 2009]
3. Información obtenida de la página <http://www.monografias.com> [consulta febrero 2009].
4. Información obtenida de la página <http://www.ceamse.gov.ar> [consulta febrero 2009]
5. Información obtenida de la página <http://www.ingenieriaquimica.org> [consulta febrero 2009].
6. Información obtenida de la página <http://www.es.wikipedia.org> [consulta febrero 2009]





## CAPÍTULO 5

# DESARROLLO DEL MODELO TRIDIMENSIONAL POZOS PROFUNDOS PARA LA SALA DEL MUMCI: EL AGUA Y LA INDUSTRIA

El modelo se pensó para representar la manera en que se extrae el agua del subsuelo para ser utilizada en la industria. Como en el modelo anterior contamos con información otorgada por expertos mediante el MUMCI que resultó en un documento con la siguiente información:

*Componentes de un pozo profundo*

*La intención es que el visitante conozca las partes que comprenden un pozo profundo a través de un modelo a escala.*

*El modelo a escala sería en volumen con corte vertical de un pozo profundo con su equipo de bombeo, donde estén representadas sus partes y se coloquen capas de los diferentes materiales del subsuelo y se tengan capas de agua que esté en movimiento con el funcionamiento de una bomba para su extracción. Al lado de la maqueta colocar la explicación de cada parte. Las medidas recomendadas son 1.6 x 1.2 m.*

Esta información nos daba luz acerca de lo que los especialistas requerían acerca de la representación. De hecho las referencias visuales se acercaban mucho a lo que ellos querían: un modelo que representara el mecanismo de extracción de aguas y la vista de diferentes estratos del subsuelo. En este punto comenzamos a buscar más referencias visuales e investigamos acerca del tema para tener más elementos que nos guiaran para representar adecuadamente.

### PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Nos enfocamos en buscar en distintas fuentes qué era un pozo profundo y sus principales características; encontramos lo siguiente:

Es una obra de captación de aguas subterráneas para su explotación. Un pozo profundo se constituye por una perforación al subsuelo (desde vertical a horizontal), en el cual le fue introducida una tubería

# DESARROLLO DEL MODELO POZOS PROFUNDOS

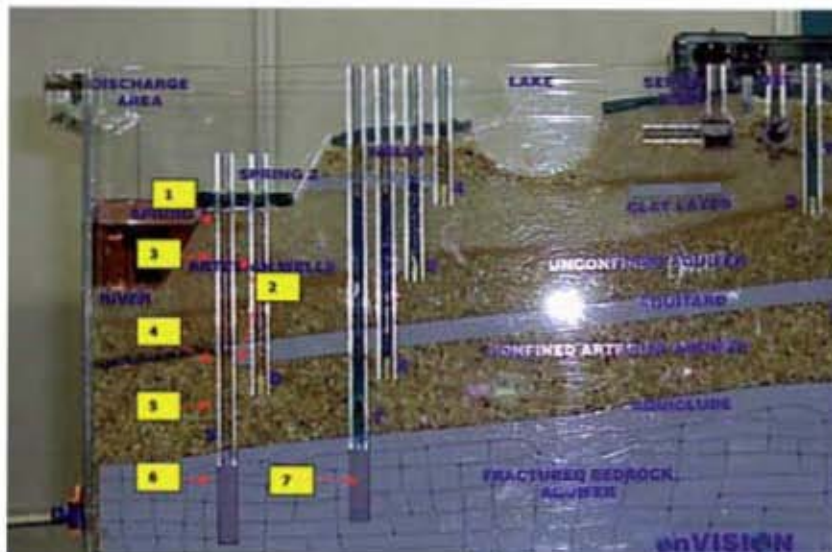
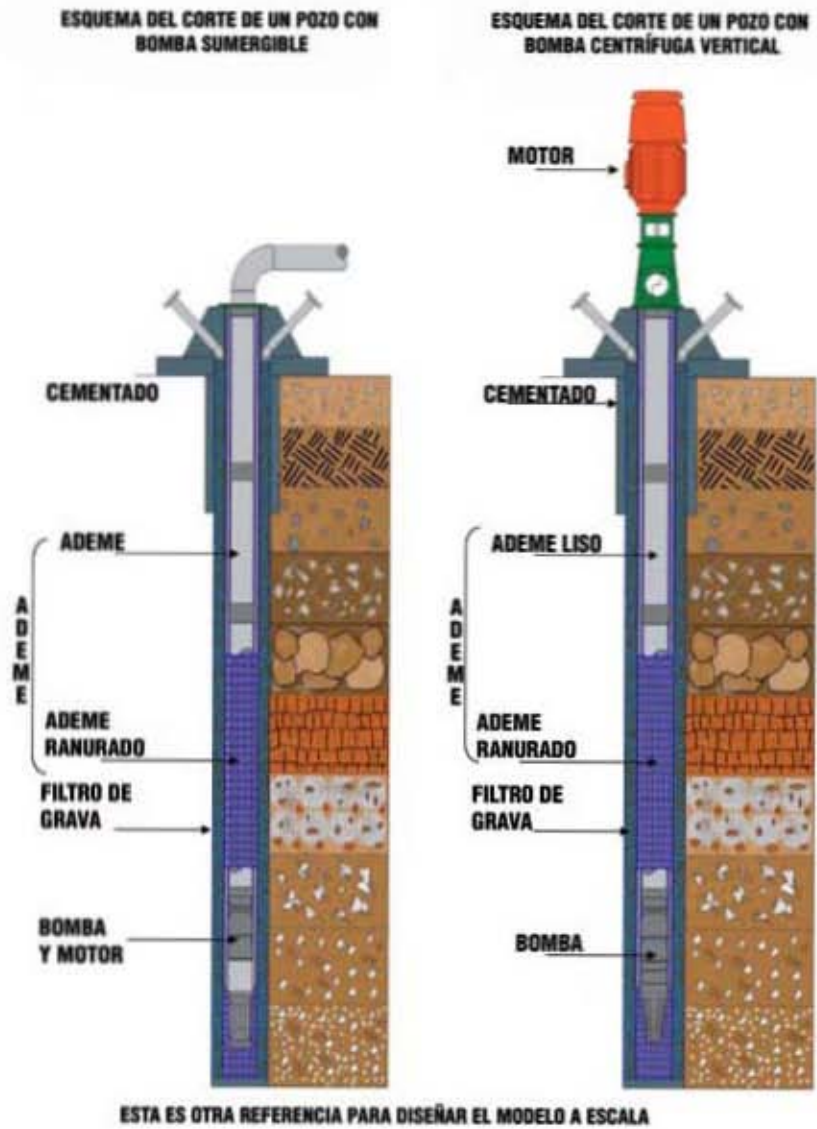


Fig1. Imágenes proporcionadas por el MUMCI como referencia para construcción del modelo tridimensional de pozos profundos

que sigue la dirección de la perforación para evitar su derrumbe. Esta tubería es lisa y ranurada en alguna de sus secciones con el fin de captar las aguas subterráneas y permitir su paso hacia el interior del tubo, haciendo posible la extracción del agua dentro de este por medios mecánicos.<sup>1</sup>

Pozo de profundidad superior a los 30 m, generalmente con revestimiento impermeable, y por lo tanto poco afectado por las impurezas del agua superficial. Generalmente extrae agua de la zona de saturación, que a pesar de ser relativamente pura, puede también ser dura.<sup>2</sup>

Existen varias técnicas para explotar el agua subterránea en áreas de uso agropecuario.

- El pozo profundo es perforado con un taladro de poco diámetro usando máquinas especiales forradas internamente con tubería metálica o de PVC; su pequeño diámetro excluye su explotación por medios tradicionales, por lo cual se hace necesario el uso de motobombas.
- Un pozo profundo-aljibe es un pozo profundo conectado con un aljibe (generalmente moderno); el primero alimenta al segundo que entonces es usado como reservorio de aguas explotable con medios tradicionales usando una conexión en el fondo del aljibe por debajo del nivel estático. En lo que respecta al aljibe-pozo profundo, se trata de pozos profundos dotados de un aljibe

<b>Componentes de un pozo profundo</b> <b>Esta es la explicación de las partes que corresponden a cada una de las secciones del pozo.</b> <b>Se sugiere colocar cada letrero cerca de la sección correspondiente.</b>	
<b>COMPONENTE DEL POZO</b>	<b>TEXTO QUE LEERÁ EL VISITANTE</b>
<b>1. Cementado</b>	<b>Impide que las corrientes de agua más próximas a la superficie no se infiltren al interior del pozo y lo contaminen.</b>
<b>2. Ademe</b>	<b>Evita derrumbamientos de las paredes del pozo; se divide en: ademe liso y ademe ranurado.</b>
<b>3. Ademe liso</b>	<b>Va hasta una profundidad donde las corrientes freáticas (donde se encuentra el nivel del agua) no son de buena calidad o no son muy abundantes.</b>
<b>4. Ademe ranurado</b>	<b>Inicia donde termina el ademe liso, aquí la corriente freática deseada permite una infiltración del agua hacia el pozo a través de las ranuras.</b>
<b>5. Filtro de grava</b>	<b>Impide que la arena se infiltre hacia el pozo y ocasione problemas en el equipo de bombeo. Llena cavidades formadas por algún derrumbe interno del pozo evitando colapsos del ademe.</b>
<b>EQUIPO DE BOMBEO</b>	<b>TEXTO</b>
<b>6. Equipo de bombeo (Centrífuga vertical)</b>	<b>El motor se localiza en la superficie, tiene una columna para la extracción del agua y la bomba en el interior del pozo al final de la tubería.</b>
<b>7. Equipo de bombeo (Sumergible)</b>	<b>El motor y la bomba están acoplados en el interior del pozo</b>

Fig.2 Cuadro de los elementos a representar en el modelo tridimensional de pozos profundos

## DESARROLLO DEL MODELO POZOS PROFUNDOS

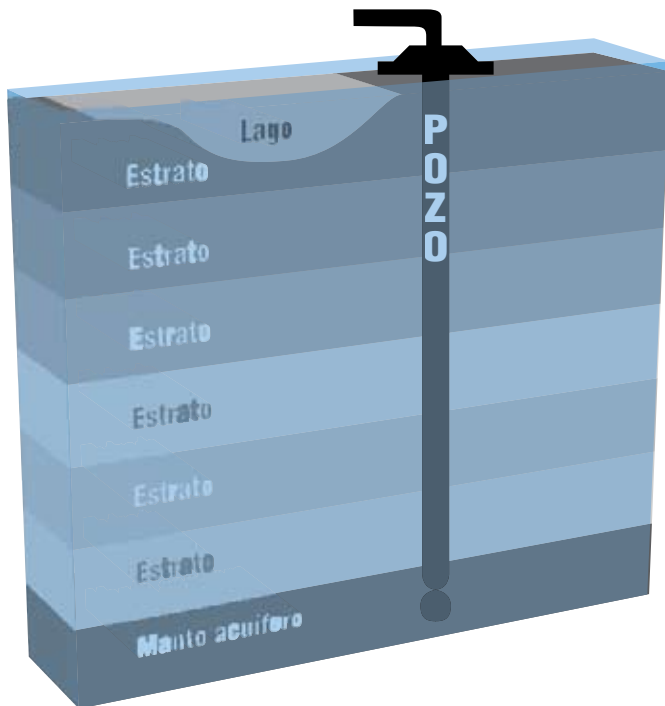
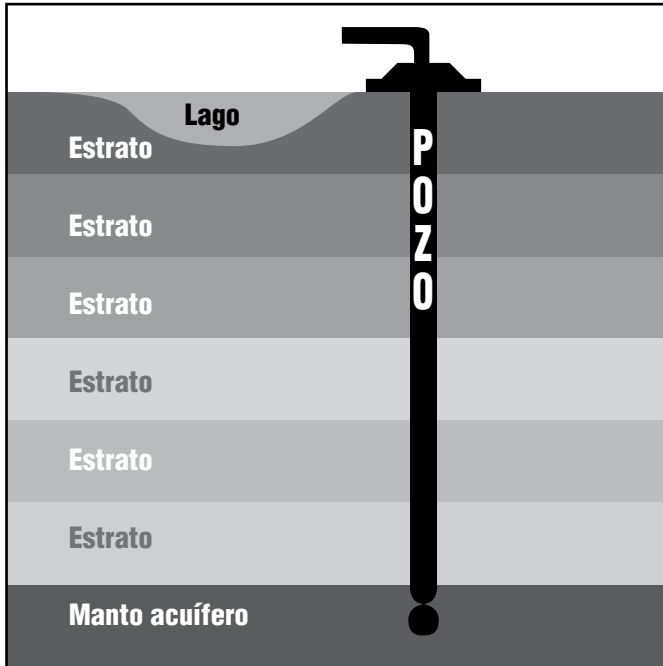


Fig.3 Bocetos del modelo tridimensional pozo profundo

concéntrico; el pozo profundo alimenta al aljibe por flujo natural.<sup>3</sup>

La bomba sumergible posee un cuerpo impulsión, envolvente exterior, filtro y envolvente motor en acero inoxidable, impulsores flotantes con carga de fibra de vidrio, difusores en policarbonato con carga de fibra de vidrio.

La bomba sumergible de pozo profundo tiene además un eje motor de acero inoxidable AISI 303, doble juego de cierres mecánicos, uno en grafito / carburo de silicio y el otro en grafito / alumina.

El motor de la bomba sumergible de pozo es asincrónico, dos polos, protección IP 68, aislamiento clase F, es de servicio continuo, además es motor refrigerado por agua, la versión monofásica con protector térmico incorporado.

La bomba sumergible de pozo es utilizada para riego, trasvase y presurización, puede trabajar con arena en suspensión hasta 100 g/m<sup>3</sup>.<sup>4</sup>

### PLANEACIÓN DEL MODELO

Una de las características importantes del modelo a representar era que tenía que tener dos vistas, los especialistas lo habían pensado para que estuviera sostenido por una base a modo de panel y se pudiera observar su funcionamiento por ambos lados.

Se pensó en hacer un contenedor lo suficientemente ancho para que se pudiera apreciar por ambos lados sin embargo la necesidad de mecanismo de bombeo de agua hizo que desistiéramos de esa opción.

Entonces planeamos que podríamos hacer un contenedor grande a modo de caja y que haríamos

un modelo de pozo para las 2 caras laterales más grandes. El contenedor serviría también para captar y contener el agua que se extraería y pasaría por los sustratos del subsuelo formando así un ciclo.

Pensamos que los contenedores interiores tendrían que ser mucho más ligeros que el que los contendría ya que si no se generaría demasiado peso y correría el riesgo de caerse o reventarse. Además el hecho de que fueran dos contenedores facilitaría la limpieza de manera independiente del otro.

### SELECCIÓN DE MATERIALES

Había dos características fundamentales para la decisión de elección de materiales. La primera era que necesitábamos que el material fuera traslúcido para que se apreciara correctamente el modelo, tanto del contenedor grande como de los interiores (véase Fig.3).

La otra característica era que fueran resistentes al agua. Elegimos para el contenedor mayor fuese de vidrio templado media pulgada. Para los contenedores interiores ocuparíamos acrílico de 5 mm.

Para la representación de los estratos decidimos que el mejor material eran arenas y piedras de diferentes colores y tamaños, además este material por su naturaleza permiten la correcta filtración del agua lo que beneficiaba el ciclo que necesitábamos representar.

Para los tubos de extracción decidimos utilizar tubos de acrílico por su resistencia y transparencia. Requeríamos además unas bombas para que extrajeran de la base el agua y la subieran por el tubo.



Fig.4 Contenedor de cristal templado. Foto del autor



Fig.5 Revisión por parte del experto del contenedor grande.



Fig.6 Explicación de parte del experto de elementos principales del modelo pozos profundos.



Fig.7 Prototipo 1 del modelo tridimensional pozo profundo.



Fig.8 Probando el funcionamiento del prototipo 2 del modelo tridimensional pozo profundo

## ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO

Como el modelo tridimensional requería un mecanismo necesitábamos probar antes su funcionamiento. Por lo tanto decidimos realizar un prototipo con el mismo material con que pensábamos realizar el modelo final. Al inicio solo hicimos una pequeña muestra de cómo se comportarían las arenas y piedras dentro del recipiente de acrílico (véase Fig.7) .

Posteriormente hicimos el prototipo de contenedor a la altura real de los contenedores interiores pero a un cuarto de su anchura, solo nos interesaba observar el funcionamiento del mecanismo y comportamiento de la filtración del agua entre las arenas (véase Fig.8) .

Nos dimos cuenta que el peso de las arenas era mucho y que necesitarían un soporte para que no se hundieran en el fondo del contenedor y se perdiera la forma de los estratos. La forma en que se nos ocurrió resolver esto fue por medio de capas de fieltro, pensamos que este material ayudaría a que el agua se filtrara y además soportaría todo el peso.

En el prototipo también probamos la adherencia de la espuma de poliuretano que nos ayudaría como soporte y dirección del tubo que sustrae el agua, además que practicamos la el pegado del acrílico ya que no era nada sencillo.

Se realizó una reunión con el experto y ahí probamos el funcionamiento y apariencia del modelo (véase Fig.9) . Observamos que las arenas y piedras mostraban excelente apariencia pero permitían poca filtración del agua; esto sería un problema porque el visitante del museo al poner a funcionar el mecanismo y ver que el proceso es demasiado lento se aburriría; entonces decidimos que no ocuparíamos

esas arenas finas, en su lugar buscaríamos arenas con más granulosas.

En general le pareció buena la idea del contenedor mayor y dos interiores al experto, solo teníamos que resolver la cuestión de la filtración.

**PRODUCCIÓN**

Comenzamos pues con el modelado de la bomba y del cementado. La bomba se modeló tomando como base una conexión del tubo por el cual pasaría el agua; se recubrió con pasta para modelar, se le dio la apariencia de bomba de extracción y se le pintó de color azul porque ese color remite al agua (que es lo que se extrae en pozos profundos).

Los ademes liso y ranurado los representamos directamente en el tubo de extracción. Para representar el ademe liso se pinto de color gris el tubo y para el ademe ranurado se imprimió una hoja de acetato y se pegó con cinta doble cara para respetar su visibilidad.

En cuanto al filtro de grava lo representaríamos con pequeñas piedras porosas que pondríamos al momento de armar cada contenedor y cuidaríamos que se distinguiera de los demás estratos y nos e mezclara con las demás piedras.

Teníamos todo el material listo y los contenedores de acrílico los habíamos pegado junto con el cemento y el tubo de agua, de modo que solo necesitábamos vaciar las piedras que representarían los estratos, proceso que llevamos a cabo en presencia del experto. Sin embargo tuvimos un problema que no habíamos visto con el prototipo, y es que al momento de ir llenando el contenedor, la presión que ejercían las piedras hicieron que el contenedor se



Fig.9 Mostrando el prototipo 2 al ingeniero encargado de asesorar



Fig.10 Explicando al ingeniero como pensamos resolver la construcción del modelo tridimensional.

## DESARROLLO DEL MODELO POZOS PROFUNDOS



Fig.11 Vaciado de las piedras y arenas que conforman los estratos.



Fig.12 Pegado de uno de los ademes en las caras del modelo.

comenzó a pandear perdiendo su figura original y permitiendo que se mezclaran todas las piedras.

Otro de los problemas fue que el polvo de las piedras ensuciaba bastante el agua, eso se notaba cuando esta llegaba al contenedor. Además de la apariencia sucia del agua eso ocasionaría problemas en la bomba de agua y reduciría su periodo de vida.

Debido a los problemas anteriores tuvimos que hacer de nuevo los contenedores; esta vez teníamos que resolver los problemas presentados anteriormente. Primero decidimos cambiar el filtro que era el soporte de todas las piedras por espuma de poliuretano, una de las razones es que con el tiempo el filtro podría cambiar su aspecto o descomponerse a causa de la humedad, sin embargo la espuma de poliuretano es impermeable. El problema del pandeado por presión de las piedras lo resolvimos pegando pequeños trozos de acrílico a lo largo y ancho de los contenedores, esto hacía que la presión del pegado se distribuyera en varios puntos y al momento de rellenar los contenedores no estuviera la presión solo en los extremos.

También procuramos fijar el tubo para que no se moviera indiscriminadamente; pusimos espuma de poliuretano a su alrededor para conseguir tal efecto. Asimismo separamos el filtro de grava con el resto de los estratos por medio de unas pequeñas tiras de acrílico; así evitaríamos que se mezclara.

Para el cementado ocupamos tabique de Oasis, recubriéndolos con pasta para modelar y pintándolos con pintura acrílica. Para que las piedras no ensuciaran el agua al momento de que esta se filtrase por ellas, decidimos lavarlas bien antes de rellenar los contenedores con ellas.



Para la facilidad en el manejo de cada elemento trabajamos cada cara del contenedor por separado, primero fijábamos cada uno de los elementos y al final sellamos cada contenedor. El momento de sellado nos quería plena concentración y destreza de nuestra parte ya que el pegamento del acrílico seca demasiado rápido y no podíamos dejar ningún elemento fuera del contenedor porque una vez sellado era imposible abrirlo.

Una vez que sellamos ambos contenedores le aplicamos silicón para evitar alguna pequeña fuga y también para evitar la proliferación de hongos. Nos dimos cuenta que nos costaba algo de trabajo meter y sacar cada contenedor del contenedor de vidrio por lo cual diseñamos unas asas con el mismo acrílico. Esto sería de gran utilidad para su posterior mantenimiento.

Cuando hicimos la presentación de los contenedores en el contenedor interior y probamos su funcionamiento y notamos algunos detalles. Decidimos que sería mejor idea que cada contenedor contara con su tanque de agua, así se evitaría desastre en caso de que ocurriera una fuga en el contenedor general; en el caso de existir una fuga se podría arreglar de forma individual. El tanque lo hicimos formando una caja de acrílico y pegándolo finalmente a su respectivo contenedor.

Para darle el toque final al modelo se simulo un lago en la parte superior formando una cavidad con las mismas piedras; así representaríamos que el agua extraída se descarga sobre un lago. También tintamos el agua de color azul para que destacara su flujo por el tubo y por su filtración por los estratos;



Fig.13 Sujeción de los contenedores después del pegado de sus caras laterales.

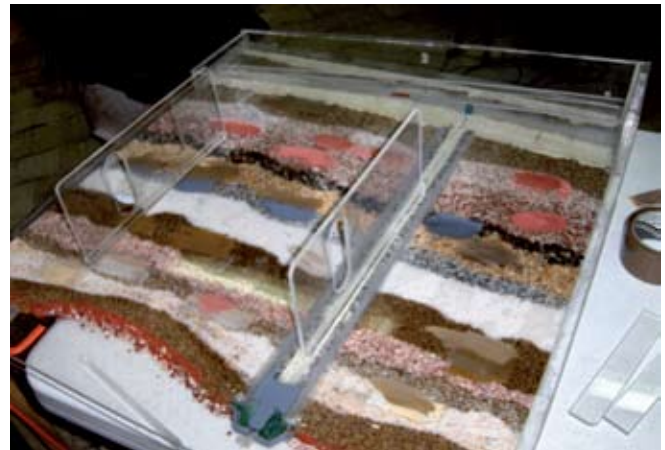


Fig.14 Parte trasera del Contenedor con sus asas y compartimento para el agua.



Fig.15 Rotulación de la tipografía en un contenedor. foto del autor

## DESARROLLO DEL MODELO POZOS PROFUNDOS



Fig.16 Modelo expuesto en la sala El agua y la Industria del MUMCI.



también decidimos lijar la cara interior de cada contenedor en la altura del manto acuífero para que disimulara un poco la presencia de las bombas de agua.

El elemento final de nuestro modelo tridimensional eran los textos. Al igual que el modelo de relleno sanitario se eligió una tipografía palo seco de 30 puntos para los textos en inglés y 40 puntos para textos en español. En cuanto a los colores se eligió el blanco en textos en español por el contraste con las piedras que representaban cada estrato eran de colores oscuros y para los textos en inglés elegimos el color chocolate. Para las líneas indicadoras de cada elemento se eligió un color marrón por el mismo motivo del contraste.

El modelo terminado se le presentó al experto y al personal del MUMCI el cual quedó muy satisfecho con el resultado. A nosotros también nos agradó el haber participado en el desarrollo de este modelo porque nos enfrentamos a distintos retos y problemáticas que nunca nos hubiéramos imaginado.

## NOTAS

1. Información obtenida de la página <http://natco.cl/> [consulta marzo 2009]
2. Información obtenida de la página <http://www.fao.org> [consulta marzo 2009]
3. Información obtenida de la página <http://www.infored.com.mx/pozo-profundo/> [consulta marzo 2009]
4. Información obtenida de la página <http://www.aguamarket.com> [consulta marzo 2009]

# CONCLUSIONES

Los museos de ciencia, como lo es el El MUMCI, son espacios donde se desarrollan constantemente actividades que acercan al público con temas que por su naturaleza no son fácilmente presentados en algún otro lugar. La diferencia de los museos de ciencia y los arte es la interactividad de los primeros y la contemplación en los segundos. Esta característica de los museos de ciencia requieren otro tipo de acercamiento con los visitantes, siendo estos últimos parte fundamental a considerar para desarrollar la exposición y sus objetos ya que el principal objetivo es que interactúen, comprendan y entiendan los conceptos exhibidos en la exposición.

La habilidad de comunicación en un museo de ciencia recae en los objetos que se presentan, objetos que en un museo de arte podrían ser secundarios: ilustraciones, fotografías, dioramas, modelos tridimensionales, audiovisuales, multimedias, entre otros; en los museos de ciencia son objetos que se convierten en los protagonistas para establecer la comunicación correcta, debido a la facilidad con la que se pueden representar conceptos abstractos a través de ellos y gracias a la interactividad de la que se puede disponer.

La construcción de material interactivo para un museo de ciencia requiere de un trabajo interdisciplinario. La decisión del tipo de objeto por parte de los encargados de organizar y gestionar la exposición por un lado y la producción del objeto por el otro. En esta última parte fue donde participamos

un equipo conformado por profesores de la ENAP y alumnos de diversas especialidades, en donde pudimos aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

En mi caso como diseñador de soportes tridimensionales expandí mi panorama en cuanto a la manipulación y experimentación de materiales, objetos que ni hubiera imaginado utilizar, como recuperación de material de desecho (llantas de juguetes usados para representación del tiradero al aire libre o aserrín con pintura para la representación del pasto en el lado del relleno sanitario, por ejemplo).

Además fue un reto encontrar algún material al cuál acudir para investigar cómo podríamos realizar este tipo de objetos; encontramos lecturas aisladas y poca información que fuimos ordenando según nuestro interés. Por lo tanto espero que este trabajo sea de ayuda para quien se enfrente en una situación similar y aporte ideas en cuanto a metodología, materiales y experiencias que tuvimos que sortear a lo largo del proyecto.

Me parece que este tipo de proyectos buscan resolver uno de los problemas que siempre existe en las universidades: la vinculación del campo laboral con el ámbito escolar. Espero, por el bien de los alumnos que vienen, que se mantenga este vínculo no solo con el Museo sino con cualquier tipo de empresa o institución que confié en el talento que se desarrolla en la ENAP.



# MATERIAL COMPLEMENTARIO

ENTREVISTA AL LIC. GERARDO ALONSO ULLOA

Esta es una entrevista realizada el 14 de febrero del 2012 al Lic. Gerardo Alonso Ulloa actualmente profesor de la ENAP y que en el momento del proyecto era el enlace del MUMCI en la ENAP. Su visión es importante porque pudo contemplar la labor desde ambas perspectivas; asesorándonos en cuanto a lo que esperaba el MUMCI de nosotros y aclarando las dudas que teníamos respecto al proyecto. Aquí la transcripción:

¿Qué concepto aborda la museografía de la exposición permanente del MUMCI?

**Gerardo:** Bueno, esa pregunta sería realizársela a la museógrafa. Pero bueno, desde la parte de exposiciones que es lo que a mi me tocó colaborar, te puedo decir que el concepto que se buscó fue, básicamente, seguir una cuestión industrial, ya que estaba en un edificio que había sido una fábrica, entonces retomar esa fábrica de cerveza fue algo de lo más importante, arquitectónicamente se buscó hacer una restauración y hacer grandes naves industriales donde se viera reflejado el proceso de la elaboración de la cerveza. Entonces tenemos áreas con espacios muy amplios que nos pueden simular muy bien como funciona una fábrica, está dividido en dos o tres secciones, una es esta parte justo en la que se habla de la elaboración de la cerveza; entonces son espacios muy altos porque los muebles también son muy grandes se necesita mucho espacio para tener suficientes tiros visuales. Hay otra parte en la que se habla más bien de cuestiones históricas entonces se logró hacer una adecuación

arquitectónica donde los techos no son tan altos para que sea mucho más acogedor. No es lo mismo que quieras meter instrumentos como un filtro o un macerador o un equipo industrial a hablar de historia, tiene que ser mucho más acogedor tienes que dar espacios adecuados a la temática que quieras tu representar. Existe una tercera sección donde habla de áreas como son comercialización donde en realidad no hubo gran adaptación para ese espacio, no tenía necesidades muy específicas. Entonces podemos hablar de tres grandes áreas en las que está dividido el museo museográficamente hablando.

En el caso de la museografía ¿hay un hilo conductor para estas tres áreas que mencionas?

**Gerardo:** Si claro. En la primera son todos estos procesos de elaboración que comienzan con la siembra o la parte de agricultura, cómo se obtienen las materias primas después pasa ya la elaboración; hablamos de las plantas, cómo funciona una planta de elaboración de la cerveza. Después tenemos en el recorrido todo el proceso ya de la fábrica, de la fabricación de la cerveza, perdón, donde ya tienes la materia prima, ya tienes el líquido y entonces qué haces con ese líquido: el envasado y también todo aquello que se necesita para hacer el envasado: cómo haces el bote, cómo haces la botella, el vidrio, cómo está compuesto el vidrio hasta llegar a la comercialización. Entonces el museo abarca como el 60% de las ramas de toda la industria en general, entonces se ve reflejado no nada más en la elaboración de la cerveza sino también en otras industrias,

cómo se ve, cómo afecta la elaboración de la cerveza o la venta de la cerveza en toda la industria en general. Entonces por otro lado tenemos la parte histórica que son un par de salas que hablan de la historia del Grupo Modelo y que habla de la historia del edificio, de Toluca, porqué Toluca, entonces básicamente no es un museo de la cerveza si no es un museo de industria y el hilo conductor justamente es: te va llevando a lo largo de un proceso que toma que es la elaboración de la cerveza sin ser un museo de cerveza toca muchas de las ramas de la industria.

¿Hay un público específico sobre el cuál se pensó la museografía?

**Gerardo:** Si, bueno, es un público general espera la llegada de público de todas las edades de todos los niveles pero está enfocado al nivel secundaria, preparatoria. Porque te explica a través de pequeños experimentos e instrumentos cómo hay diferentes procesos químicos, físicos, biológicos en la parte de la industria. Entonces a pesar de que esperamos familias, que nos visite la familia pues está más enfocado a jóvenes.

Sabemos que es un museo de ciencias, como su nombre lo indica y en los museos de ciencias vemos que la interactividad es vital. Aquí en el MUMCI ¿cómo se aborda esa interactividad y cómo se resolvió?

**Gerardo:** Esta interactividad está basada no nada mas en el push button, o sea no nada más en llegar y apretar botones. La interactividad se da desde el recorrido, el cómo tu interactúas con el equipo que le llamamos a estas computadoras o módulos. Pero también tenemos zonas en las que tu accedas y te forman parte de entras por ejemplo a una botella para saber que pasa por ejemplo con el gas carbo-

natado o qué pasa con la limpieza de un bote por ejemplo, entonces no solamente es el llegar y tocar y ver que pasa cuando aprietas un botón, sino también el propio visitante se mete, se vuelve a veces cerveza, porque entras a un filtro, a veces al lavado de botella, tenemos un interactivo que es muy interesante que es un cine 4D porque tienes movimiento, tienes 3D entonces tu eres la botella que están lavando entonces se da una interactividad no solamente con equipos de computo sino también tenemos equipos manuales también existen equipos en los que solo con audio te involucras en estos procesos; a través de juegos por ejemplo, juegos de destreza en comercialización hay algunos en los que tu compites con otra persona para ver como esta mejor hecho algún proceso comercial. Entonces para mi la interactividad va desde solamente el transito, ya estás interactuando, una manera diferente de ver las cosas eso ya es interactivo, solamente el hecho de apretar un botón y ver que pasa con la máquina. Entonces por supuesto hay audiovisuales, por supuesto hay solo audio, por supuesto hay cuestiones en las que tu te metes a tanques, por ejemplo o te metes a una botella o te metes a un bote para explicarte algún tipo de proceso. En la parte de historia hay proyecciones, hay maquetas dioramas, en los que tu interactúas en el hecho de no solo de pararte enfrente y ser un espectador sino de conforme tu vas caminando a lo largo de las salas vas interactuando con personajes que tenemos ahí, hay incluso robots, hay muchas formas de interacción dentro del museo.

Viviste de cerca el desarrollo de los modelos tridimensionales para dos salas del MUMCI y fuiste prácticamente el vínculo entre el MUMCI y la ENAP ¿Cómo viviste este proceso?

**Gerardo:** Pues al principio fue un poco complicado porque finalmente dentro de todos nuestros pro-



veedores teníamos también a la escuela entonces mediante el convenio que se hizo con la ENAP el objetivo al que queríamos llegar es que alumnos de la escuela fueran dándose cuenta cómo es trabajar de manera profesional ya fuera de la escuela. Entonces al principio se volvió como un trabajo más escolar y hubo que trabajar tanto con alumnos como profesores para decirles que ya no era una situación escolar y que no era de hay una entrega de final de semestre sino que era ya algo totalmente profesional en lo que tenían que tener una investigación, que había que llevar un proceso de producción y finalmente otro proceso en el que el transporte el montaje, el hecho de que pudieran seleccionar materiales adecuados para la presentación, que fueran de uso rudo y que el color y la tipografía y el diseño y todo se mezclara para un solo objeto llámese maqueta, diorama o cualquier objeto que se hiciera para el museo, fue bastarte complejo pero tuvo un buen resultado al final. Si de repente era como estar otra vez en la escuela donde hay pues es que el alumno no vino o el profesor no me calificó o el proceso se tardaba mas de lo que se tenía que tardar y los tiempos de entrega los fuimos extendiendo y extendiendo y luego no pues ya vino la vacación y después de la vacación hay que volver a retomar el ritmo de trabajo pero al final el resultado fue muy bueno. Y fue nada mas en uno de los casos una parte del proceso porque después se llevó a montaje a un mueble el resultado de las maquetas. Entonces ya íbamos tarde con la siguiente parte de la cadena pero pues todo salió bien y a tiempo.

¿Crees que este tipo de proyectos si funcionan tanto para el museo como para los alumnos?

**Gerardo:** Si si funcionan, para el museo funcionó en que fue un proveedor más como teníamos, manejamos hasta 200 proveedores diferentes y la ENAP era uno solo. Para alumnos funcionó en el sentido

que se dieron cuenta ya en el ámbito laboral cuáles son los requisitos que tiene que tener el trabajo que no te puedes quedar nada mas en la cuestión de “es para calificar”. No, aquí no vas a sacar 6, 7, 8, 9 o 10, allá tienes que sacar un producto que va a servir o que no va a servir. Entonces en ese sentido a los alumnos les sirvió. Yo creo que también a los maestros les sirvió porque llevaron inquietudes de los alumnos y de los propios maestros a una cuestión ya terminada en un producto tanto artístico como de diseño. Entonces con ciertas características, con necesidades específicas no controladas porque era así de: bueno necesitamos que tenga A, B y C, ¿le puedes poner D, E y F? Pero tiene que llevar AB y C. Pero es que se ve mal. Pero es que lo necesitamos verde. Pero es que...No. Entonces también para algunos maestros creo que funcionó en el sentido en que llevaron a la práctica algo más allá de lo que solamente ven en clases. Y bueno para los alumnos creo que funcionó muy bien porque se dieron cuenta un proceso al que no están acostumbrados porque no es nada más la elaboración sino desde mucho antes, porque necesitamos trabajar con un presupuesto necesitamos trabajar con una ruta crítica, necesitamos trabajar con tiempos, necesitamos trabajar con junta. Y entonces también la organización por parte de la escuela tenía que salirse un poco de lo que está acostumbrado a trabajar; porque bueno, ahora vete hasta Santa Fe a ver cómo está el asunto o vete a ver dónde está el mueble. Entonces una interacción entre varias disciplinas, no nada más lo que estás acostumbrado a ver en el aula, tanto como maestro como alumno. Y a nosotros como empresa nos funcionó porque finalmente estamos ayudando a que se capacite de otra forma a los alumnos, que adquieran más responsabilidad de lo que es solamente sacar una calificación.

Agradecemos mucho la entrevista al Licenciado Gerardo Alonso. Muchas Gracias.



# BIBLIOGRAFIA

-ALONSO FERNÁNDEZ, Luis; Museología y museografía; Barcelona: Ediciones del Serbal, 1999.

-ALONSO ULLOA, Manuel Gerardo, El cedulario como elemento gráfico en la museografía: propuesta de cedulario para la exposición permanente del Museo Nacional de San Carlos, Tesina de Licenciatura, UNAM-ENAP, México, 2008.

-ASENCIO CEVER, Francisco; La arquitectura de los museos; Barcelona: Arco, 1997.

-BELCHER, Michael. Organización y diseño de exposiciones: su relación con el museo. España: Trea, 1994.

-GARCÍA BLANCO, Angela. La exposición, un medio de comunicación. Madrid: Ediciones Akal, 1999.

-HOOPER-GREENHILL, Eilean; Los museos y sus visitantes; Madrid: Trea, 1998.

-LARA CERÓN, Luz Itzel, Proyecto de maquetas para el Museo Modelo de Ciencias e Industria, Tesina de Licenciatura, UNAM-ENAP, México, 2010.

-LORD, BARRY; Manual de Gestión de museos; Barcelona: Ariel, 1998.

-MEEKS, Martha F. , Elaboración y uso de modelos para la enseñanza; México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971.

-PRIETO SORIANO, Gabriela, La labor del curador como comunicador visual. Construcción visual de lo femenino, Tesis de Licenciatura, UNAM-ENAP, México, 2002.

-RICO, Juan Carlos; Los conocimientos técnicos: museos, arquitectura, arte; Madrid: Silex, 1999.

-RICO, Juan Carlos; Manual Práctico de museología, museografía y técnicas expositivas; Madrid: Silex, 2006.

-SAINZ OLIVARES, Laura; Manual para la elaboración de modelos y maquetas a bajo costo; México D.F: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, 2000.

-SANTACANA MESTRE, Joan; Museografía didáctica; Barcelona; Ariel, 2005.

-TRUDEAU NORMAN; Professional modelmaking : a handbook of techniques and materials for architects and designers; New York: Whitney Library of Design, 1995.

-WITKER, RODRIGO; Los Museos; México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes: 2001.