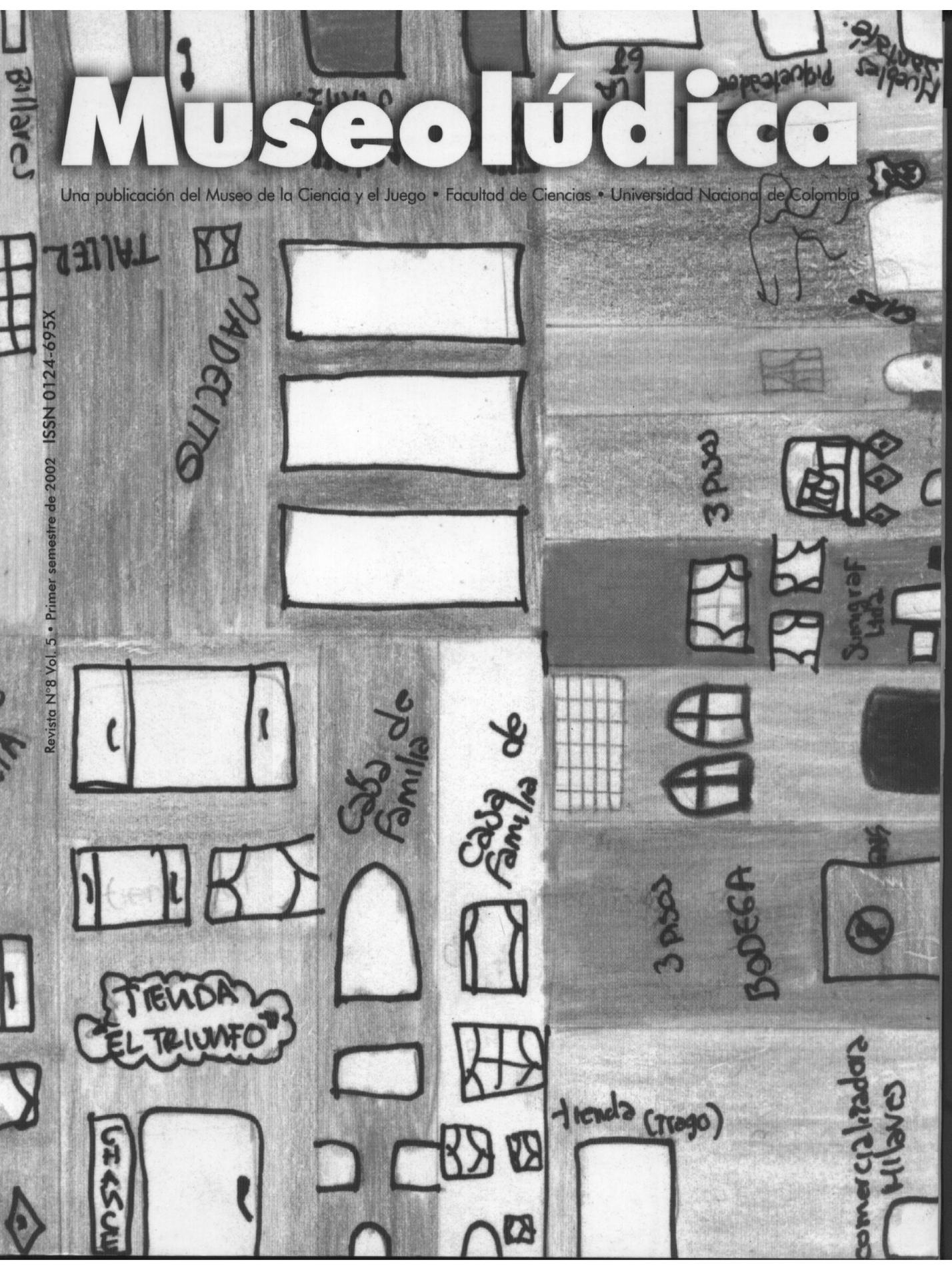
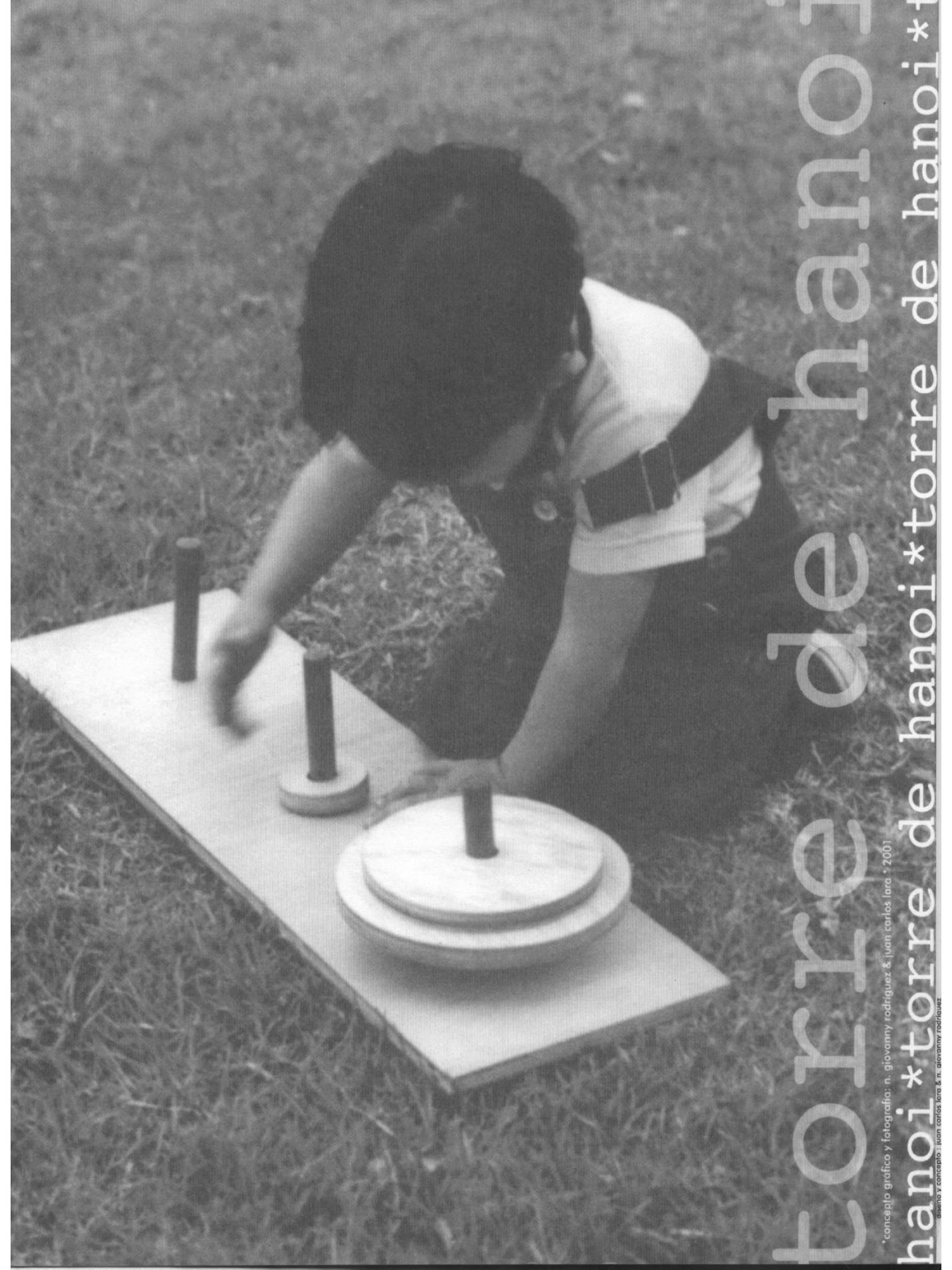


# Museolúdica

Una publicación del Museo de la Ciencia y el Juego • Facultad de Ciencias • Universidad Nacional de Colombia

Revista N°8 Vol. 5 • Primer semestre de 2002 ISSN 0124-695X





# torre de hanoi

\*concepto gráfico y fotografía: n. giovanny rodriguez & juan carlos lara \* 2001

hanoi \* torre de hanoi \* torre de hanoi \* t

aviano y concepto: juan carlos lara & n. giovanny rodriguez

# Museolúdica

Una publicación del Museo de la Ciencia y el Juego ▽ Facultad de Ciencias ■ Universidad Nacional de Colombia

1  
✎ Editorial \*3\*

2  
MUSEOS

El proceso de desarrollo de una exposición en el Museo de la Ciencia y el Juego \*4\*

Sobre la evaluación de exposiciones: la "espectroscopía de error" y otros aspectos \*11\*

El diseño de una exposición \*17\*

Popularización de la ciencia y la tecnología: datos latinoamericanos de museos interactivos y centros de ciencia y tecnología en 2001 \*26\*

Museos universitarios \*32\*

3  
Actualidad \*41\*



4  
Educación

Ayudar a pensar la Educación, una tarea colectiva (una opinión desde las neurociencias) \*43\*

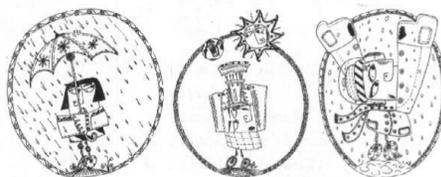
5  
Comunicación de la ciencia

La interactividad en el contexto global y local  
Museos y centros de ciencia frente a la dimensión virtual  
Reflexiones preliminares \*52\*



6  
Lúdicas

"¡El papel aguanta todo!" \*60\*



Nuestra portada: Mi barrio Boyacá  
Janeth Arévalo Rodríguez, grado 9º  
Centro Educativo Distrital Manuela  
Ayala de Gaitán, Bogotá DC



*Director y editor*  
JULIÁN Betancourt Mellizo

*Comité editorial*  
MYRIAM Acevedo  
MIGUEL Martínez  
N. GIOVANNY Rodríguez

*Director creativo*  
N. GIOVANNY Rodríguez

*Concepto gráfico,  
producción de fotografía  
y armado electrónico*  
JUAN CARLOS Lara Bonilla

*Ilustración, fotografía  
y ensambles*  
N. GIOVANNY Rodríguez

*Corrección de textos*  
MAGDALENA Arango

*Impresión*  
Quebecor World Bogotá, S.A.



**Universidad Nacional de Colombia**

*Rector*  
Víctor Manuel Moncayo  
*Vicerrector de Sede Bogotá*  
Leopoldo Múnera  
*Decano Facultad de Ciencias*  
Juan Manuel Tejeiro  
**Museo de la Ciencia y el Juego**  
*Director*  
Julián Betancourt Mellizo

### **Museolúdica**

Es una publicación semestral  
del MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO  
de la Facultad de Ciencias de la  
Universidad Nacional de Colombia.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los  
artículos publicados son del autor. Autorizamos la  
reproducción total o parcial de los artículos siempre y  
cuando se cite la fuente y no sea para fines de lucro.

La correspondencia debe dirigirse a Museolúdica,  
Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad  
Nacional de Colombia, Bogotá.

Conmutador: 3165000 Extensiones: 11852 a 11857  
Teléfono: 3165413 - Telefax: 3165441

Correos electrónicos:  
mludus@yahoo.com  
museoludica@mluduspop.org  
<http://www.mluduspop.org>  
Apartado aéreo 59541

Bogotá  
Colombia  
2002

Nuevamente la escolaridad promedia en Colombia es motivo de reflexión. Con tan sólo siete años de promedio de escolaridad, los procesos de recontextualización inherentes al acto comunicativo en la escuela deben ser pensados cuidadosamente para que los conocimientos allí construidos por los estudiantes en esos pocos años de permanencia en la escuela sean relevantes en su formación como ciudadanos.

Pero precisamente esa casi fugaz permanencia hace que se piense en estrategias que van más allá de la educación formal y que tocan de lleno a la educación no formal y a la educación informal. Es una problemática que tiene que ver con la eficacia y la calidad del conocimiento socialmente disponible.

¿Cuál es la calidad del conocimiento que se encuentra en los espacios públicos? Si miramos la mayoría de nuestros entornos sociales, éstos no están muy cualificados como espacios de aprendizaje, lo que contribuye a agravar la situación, siendo necesario emprender acciones que los enriquezcan culturalmente y que permitan a las personas elevarse como ciudadanos.

Los museos deberían tomarse diferentes entornos sociales y convertirlos en escenarios de aprendizaje. La plaza, el parque, los centros comerciales, las avenidas y alamedas y otros espacios públicos deben transformarse en tales escenarios, de forma que sean posibles programas como La ciencia al parque, La chiva de la ciencia, La ruta del arte y de la ciencia, El sendero o El andén del conocimiento.

Esos siete años de escolaridad media del colombiano típico son una muestra de la aguda situación educativa en el país, cuya superación compromete al Estado y a todos los ciudadanos.

Julián Betancourt Mellizo\*  
Director del Museo de la Ciencia y el Juego,  
Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional de Colombia

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la exposición “El espacio” en el Museo de la Ciencia y el Juego (MCJ) sirve de ejemplo para narrar algunas de las particularidades de la manera como se diseña una exposición en él. En pasadas exposiciones el MCJ había desarrollado y producido montajes interactivos relacionados con el tema del espacio. La acogida o rechazo de tales montajes hizo que se pensara en realizar una exposición sobre este tema: el paso inicial fue crear con éstos (seis en total) un mundo llamado “El espacio” y exponerlo como tal; su éxito entre el público nos llevó definitivamente a afrontar el reto de una exposición de mayor envergadura dedicada a este tema.

El espacio presenta diversos significados y miradas: a lo largo de la historia, a través de las disciplinas científicas (con todos sus matices), en las diferentes culturas, etc. Ello muestra una complejidad tal que amerita su puesta en escena en una exposición (presentación en 3D) que permita abordarlo de mejor manera que a través de otros tipos de comunicación y divulgación, como por ejemplo libros o videos (presentaciones 2D).

# El proceso de desarrollo

# en el Museo de la Ciencia

El MCJ tiene más de 18 años de experiencia, lo que supone unas formas y un estilo para enfrentar el diseño de una exposición basados en la museología desarrollada por nosotros. Ésta a su vez se basa en la idea de ‘mundo’, un núcleo temático en el que todo es igual y al mismo tiempo diferente, lo cual posibilita los ‘juegos de semejanza’, en los que asoman la analogía y la metáfora.

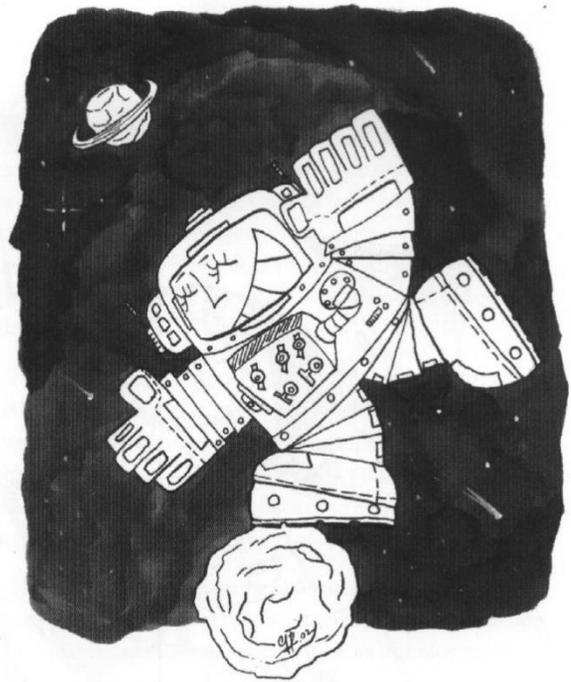
Cuando el mundo es expuesto, el visitante -si quiere conocerlo- debe realizar viajes y, como producto de ellos, se obtiene un ‘diario de viaje’ que es una narración descriptiva de lo que allí vio y vivenció; el diario tiene elementos emotivos, cognitivos y sociales, producidos por las diferentes interacciones que se llevaron a cabo durante el viaje.

Para escoger los mundos de la exposición “El espacio”, se realizaron diferentes actividades previas, como entrevistas informales e intercambio de opiniones sobre el mundo del espacio arriba mencionado, discusiones al interior del grupo del MCJ y realización de ejercicios con grupos variados. Uno de estos fue el de las ‘palabras clave’, consistente en escribir rápidamente las

palabras que se vienen a la cabeza cuando quien dirige el ejercicio pronuncia una determinada palabra. La palabra clave produce registros que al ser analizados permiten precisar imágenes sobre algún tema concreto, información que puede ser relevante para escoger el tema y los mundos de una exposición.

Cuando los participantes del ejercicio escucharon la palabra 'espacio' (u otras relacionadas), escribieron palabras que hemos clasificado inicialmente en cinco categorías. Una se refiere a propiedades del espacio físico matemático: angosto, ancho, vacío, cerrado, grande, área, límite, lugar, dimensión. Otra remite a la idea de ciudad: habitable, convivencia, compartir, gente, plaza, edificio, museo, cafetería, estadio, cuarto, casa. Una tercera categoría agrupa aquellas palabras que se refieren al espacio exterior: cosmos, universo, infinito, planetas, luna, estrellas, oscuro, negro. En otra agrupamos aquellas que se refieren a la idea de exploración: viaje, naves, satélite, paseo, movimiento, exploración. Y en una quinta, aquellas que se refieren a percepciones del espacio: precioso, bello, agradable, cómodo, confort.

Lo anterior dio lugar a que en el proceso de discusión se escogieran como puntos de partida para el diseño de la exposición los siguientes mundos (los nombres son provisionales):



# una exposición

## y el juego

(Colombia)

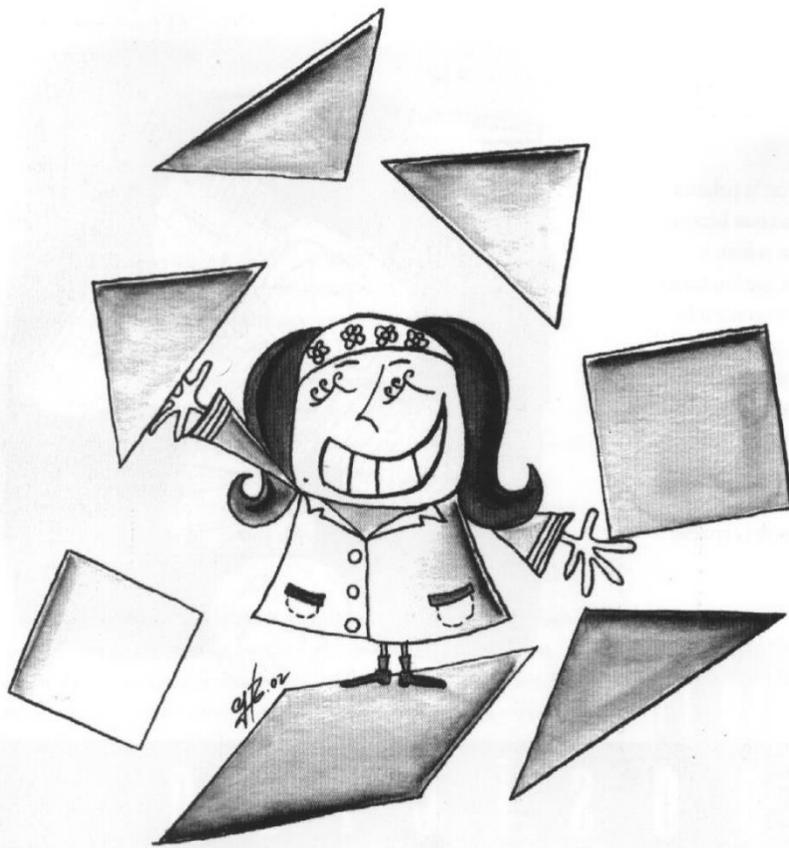
- El espacio y la ciencia
- El espacio y la ciudad
- El espacio astronómico
- El espacio y la salud
- El espacio y el arte
- Exploremos el espacio

A estos seis mundos agregamos otro que hemos llamado "El espacio y sus historias", con el fin de que el público también encuentre una mirada a lo largo de la historia de la noción de espacio. La forma expositiva de este mundo será tanto interactiva como contemplativa.

Durante el desarrollo del proceso, estos mundos pueden aumentar o disminuir (fundiendo dos mundos, por ejemplo) dependiendo de la pertinencia temática y museográfica y de los ritmos de conceptualización y de producción que ellos necesiten.

Los mundos están compuestos por objetos tridimensionales (montajes interactivos y torres de información) y por objetos bidimensionales (guías, carteles, elementos de señalización e información) que deben ser diseñados y producidos.





Una parte fundamental del proceso está en el diseño de los montajes interactivos, de los cuales se desarrollarán unos 50. Este número puede aumentar o disminuir ligeramente. El desarrollo posterior de cada mundo (que en un principio tendrá en promedio siete montajes interactivos) dará lugar a que cada uno de ellos se convierta en una exposición en sí. En la primera etapa se tendrán los montajes interactivos elaborados en planos y algunos de ellos, unos dos o tres por mundo, evolucionarán hasta crear prototipos que nos permitirán probar diferentes aspectos de diseño en exposiciones parciales y evaluarlos en su complejidad.

Adicionalmente se harán los textos pertinentes para cada montaje interactivo y la maqueta correspondiente a las guías que acompañan la exposición. Esto significa un gran esfuerzo en lo referente al lenguaje involucrado, la ilustración y el diseño gráfico.

Al terminar la primera etapa se tendrá una conceptualización de la exposición junto con su guión museográfico, los planos de los montajes interactivos, entre 10 y 15 prototipos y los textos y maquetas de las guías, además de un procedimiento evaluador de los prototipos (evaluación formativa).

## CONFIGURACIÓN DE LOS MUNDOS

Las actividades del MCJ conjugan dos elementos importantes: ciencia y juego. Para nosotros El juego no es una estrategia, táctica o metodología lúdica para hacerle más agradable la experiencia al visitante. Es parte integrante de nuestra visión, tal y como lo es la ciencia. Esto hace que el MCJ sea un modelo distinto a los tradicionales que se encuentran entre los llamados museos interactivos (centros de ciencia y tecnología y museos de los niños).

El MCJ realiza sus exposiciones a través de una dinámica de trabajo colectivo, en el que la mirada interdisciplinaria es muy importante. De esta forma trabajamos hasta llegar a la selección de los mundos iniciales de la exposición y se seguirá trabajando hasta finalizar el proyecto. Cada mundo tiene un coordinador que se encarga de liderar el proceso de su mundo, pero todos los participantes están involucrados también en el desarrollo de cada mundo.

En este punto, ya se ha dado un paso enorme con la selección de los mundos. El desarrollo inicial de cada uno de ellos ha pasado por un proceso de lluvia de ideas, concreción y desarrollo de las mismas. Las ideas se refieren a lo que se quiere mostrar y a la manera de presentarlo. Allí las analogías y las metáforas juegan un papel sustantivo. A continuación se muestra cómo se trabaja en el MCJ cuando se aborda una exposición.

Escogidos los mundos, ¿cómo se estructura internamente cada uno de ellos? Ya se mencionó que el mundo es un núcleo temático, no necesariamente disciplinar, en el que todo es similar, lo cual supone lo igual y lo diferente. Igual se refiere a que es un núcleo temático; diferente, a la riqueza (o mejor a la complejidad) que hay en él.

Al ser un mundo un núcleo temático, la igualdad es de tipo conceptual. La diferencia se refiere a la forma y a la variedad en que se manifiesta la fenomenología o concepto que constituye el tema

del 'mundo'. Algunos ejemplos pueden aclarar el asunto.

El tangram es un juego chino en el cual se divide una figura de tal manera que las figuras más pequeñas resultantes tienen lados cuyas longitudes están relacionadas entre sí (pueden ser relaciones pitagóricas). El tangram más conocido es el de la disección (división) del cuadrado. Podemos diseccionar distintas formas (triángulos, cuadrados, círculos, etc.). Las longitudes relacionadas constituyen lo igual, la forma distinta constituye lo diferente.

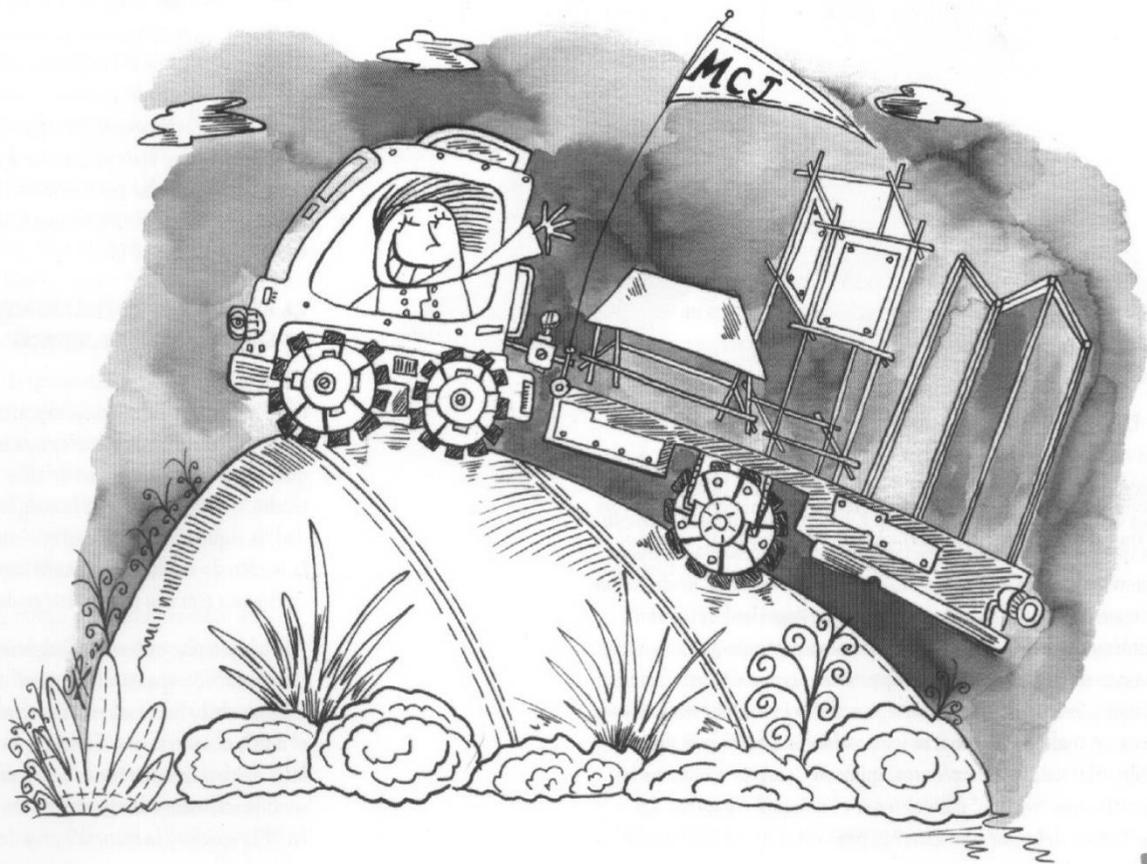
Dentro de esta misma categoría están los llamados armonógrafos de Lissajous, que producen unas bellas figuras. Son aparatos que suman o superponen dos oscilaciones armónicas mutuamente perpendiculares, cuyas relaciones de frecuencia son entre números naturales; he ahí la igualdad. La diferencia consiste en

la variedad de formas en que se pueden sumar las dos oscilaciones: péndulos, electrónicamente (para ambos casos existen varias formas de hacerlo), etc.

Podemos hacer que los armonógrafos no se restrinjan a los de Lissajous: simplemente dejamos que sumen dos, tres oscilaciones armónicas perpendiculares entre sí y de cualquier relación de frecuencia entre ellas. Lo igual está en la idea de la suma de oscilaciones armónicas y lo diferente, en el número de oscilaciones que se suman y en la forma de hacerlo (mecánica, electrónica o magnéticamente). Esta diferencia se expresa en la variedad de figuras que se obtiene.

Podemos quitar la restricción de sumar o bien superponer sólo oscilaciones armónicas perpendiculares y aumentar su número (oscilaciones de cualquier tipo: perpendiculares, paralelas) y así, ir liberando las restricciones hasta obtener finalmente el mundo denominado "Un océano de oscilaciones y de ondas", en cuyo nombre la diferencia está representada por la palabra 'océano'.

Hemos utilizado esta manera de obrar en otro sentido: forma constante, recontextualización distinta. Tal es el caso de los diferentes 'juegos de salón' que se han usado en distintos mundos en otras exposiciones.



El proceso de comparar y ver lo igual y lo diferente lo denominamos 'juegos de semejanza y diferencia' (estrictamente hablando deben llamarse 'juegos de semejanza'). Es una herramienta que usamos en el proceso de creación de nuevos montajes y que también es útil en el proceso cognitivo.

En la realidad el mundo ofrece un viaje por la redundancia, expresada en que todo es igual y al mismo tiempo diferente. Esa reiteración permite las comparaciones entre los montajes que componen el mundo, es decir, permite establecer puentes entre ellos. Por esta vía se puede construir una descripción de cómo se manifiesta el fenómeno o concepto material del mundo, o sea, se puede construir una 'morfología del fenómeno' o concepto en cuestión, elemento importante en el 'diario de viaje' del visitante. Cada mundo tiene uno o dos montajes-puentes que permiten ligar un mundo con otro.

El mundo es un entramado que permite diferentes miradas: desde las disciplinas, la tecnología, los intereses de la vida cotidiana o el juego. El dúo mundo-montaje posibilita una 'lectura densa', que es importante para inducir y enriquecer las diferentes interpretaciones del visitante.

El montaje interactivo tiene un 'diseño transparente', en otras palabras, de 'caja blanca', lo cual significa que es posible explorarlo como 'máquina': su estructura, sus partes, su funcionamiento. De alguna forma estamos en el terreno de la tecnología. Lo anterior permite realizar actividades de traducción, hasta el punto de posibilitar copiar el montaje, lo cual significa que se busca que la exposición tenga una eficacia social, es decir, multiplicativa, en la medida en que es posible que alguien pueda hacerlo para su colegio, para su pueblo. De hecho esto ha sucedido en muchas ocasiones.

Además del diseño transparente, se intenta incorporar en los montajes elementos de la vida cotidiana utilizando dimensiones similares a las de los objetos que nos rodean. Este es un elemento intangible del diseño. Se han empleado también elementos cotidianos, tangibles, tocables, concretos.

Las estructuras que usamos para los montajes interactivos son de tres tipos básicos: torres, mesas y bastidores. Todo está modulado en términos de paralelos, vigas y nudos, que acoplan a su vez a los paralelos y las vigas. Existen unas cuantas estructuras que se salen de esta descripción por funcionalidades muy concretas que no se pueden resolver por la vía de la modulación de las estructuras. Esta forma de actuar tiene la debilidad de uniformar un poco las exposiciones pero presenta grandes ventajas: tiempos de instalación muy cortos, grupo de instalación pequeño, embalaje y transporte sencillo y la exposición presenta una gran maleabilidad hacia los posibles espacios que pueden albergarla: salones, corredores, quioscos, carpas. Entonces la estructura es 'vestida' para obtener el montaje completo. La vestimenta debe ser transparente para estar en concordancia

con las ideas iniciales que expresamos arriba sobre el diseño.

Detrás de esto hay una idea importante: que la exposición sea lo más económica posible, manteniendo la calidad. Economía en tiempo, economía en personal y economía en el valor de los montajes.

Es en el tipo de diseño de los montajes interactivos y de la escenografía y en la puesta en escena de la exposición en donde está el mensaje. Con ellos se quiere comunicar una idea de levedad, fácil manejo, accesibilidad, familiaridad y libertad. Por ello la puesta en escena es sencilla, se diría que austera.

De esta forma está sintetizada la conceptualización del MCJ, producto de la indagación que ha venido haciendo sobre cómo y qué se comunica en una exposición. Las nociones de 'mundo', 'juegos de semejanza', 'diario de viaje' (la 'morfología del fenómeno'), 'lectura densa', 'caja blanca' y 'diseño transparente' son precisamente nociones desarrolladas en esa búsqueda como respuestas necesariamente parciales de las preguntas sobre qué y cómo se comunica a través de una exposición. Esta indagación sigue vigente y esperamos que apoyados en las nociones ya desarrolladas por nosotros construyamos otras que enriquezcan el universo museístico del MCJ.

## **LA RELACIÓN DE ENTRE LOS MUNDOS DE LA EXPOSICIÓN "EL ESPACIO"**

Los mundos no pretenden agotar el tema que abordan -ninguna exposición lo hace- y menos con los siete montajes que, en su inicio, cada uno de ellos tendrá. Se trata de sugerir la complejidad, la riqueza y la variedad que encierra la noción de espacio, mostrando algo de su riqueza con una mirada integradora.

Por ejemplo, utilizamos tangrams en el mundo "El espacio y la ciencia" e igualmente lo hacemos en "El espacio y el arte", usando lo que llamamos en el MCJ el 'tangram pictórico'. En el mismo sentido utilizamos las teselas de Penrose en "El espacio y la ciencia" y las de

Escher en "El espacio y el arte". De igual manera se puede obrar con la perspectiva y los puntos de fuga y la geometría proyectiva. Se trata entonces, mediante un ejercicio de recontextualización, de ofrecerle al visitante numerosos puentes entre los mundos, de tal manera que él construya significados y encuentre sentido en esas formas que exhibe la exposición "El espacio".

Otro ejemplo es el siguiente: las formas son trabajadas por las matemáticas bajo la óptica de la geometría e incluso de la topología, y también por el arte. El montaje "Escultura con burbujas" participa tanto del mundo "El espacio y el arte" como del de "El espacio y la ciencia". En estos dos mundos podemos jugar con formas buscando que el entrecruzamiento del arte y la ciencia produzcan una urdimbre que logre crear un espacio rico en elementos estéticos y racionales que permita vivenciar con emoción el aprendizaje que allí se da.

En el ejemplo anterior está presente la idea de construir o armar. Con el tangram se arman figuras. En el mundo "El espacio y la ciudad", esta forma de obrar también tiene vigencia y es así como proponemos montajes en esa perspectiva: "Haz tu fachada", "Construye tu ciudad", "Arma tu casa", son algunos ejemplos de ello. En el "Espacio astronómico", que es concebido como un viaje que se inicia en nuestro planeta y, atravesando el sistema solar, pretende llegar al espacio profundo, los juegos de armar también tienen un papel importante: "Arma tu constelación", es un ejemplo que además utiliza un juego matemático, el geoplano.

De nuevo aquí está presente una variedad de 'juegos de semejanza' que no habíamos mencionado antes: igualdad en la idea de la acción, diferencia en el resultado. Como se puede observar, los puentes entre los mundos pueden ser conceptuales, estéticos, de acción o recontextualizaciones. La



urdimbre se va enriqueciendo; quizá sea más correcto decir que se va densificando. Pero, si se quiere, es también un ejercicio de polisemia a través de unas formas comunicativas que se acercan a la polifonía de lenguajes.

Para el MCJ es importante que haya polisemia y polifonía de lenguajes; es realmente un reto y una forma de tener un ámbito cultural enriquecido que puede contribuir a tener unas generaciones futuras más libres que las actuales. Allí el diseño, la escenografía y la puesta en escena son fundamentales.

\* Correo electrónico: [mludus1@interred.net.co](mailto:mludus1@interred.net.co)



cajas de la ciencia

# cajas de la ciencia

El Museo de la Ciencia y el Juego y su programa Re-Creo diseñan y desarrollan materiales didácticos, **las cajas de la ciencia**.

En cada caja de la ciencia se agrupa material didáctico de una de las seis áreas: Física, Química, Biología, Matemáticas, Salud y Ecología. Este material funciona como dotación para los colegios, para instalarse en el laboratorio, el aula de clase, la casa y cualquier ámbito escolarizado.

Adicionalmente, el programa ofrece las cajas de la ciencia y la tecnología para primaria. Mediante ellas se desarrolla la motricidad gruesa y fina, además de permitir una aproximación a la tecnología; la palanca, la transmisión de movimiento, el uso de los fluidos, la teoría de los colores y las maravillas de las lupas son algunos de los campos que se pueden explorar y apropiarse.

El programa Re-Creo está concebido como un apoyo a la actividad docente: sus cajas de la ciencia son una herramienta que posibilita la inventiva y el surgimiento de nuevas ideas y se dirige a colegios, municipios y a todo el entorno social cercano a ellos.

La estrategia de Re-Creo incluye:

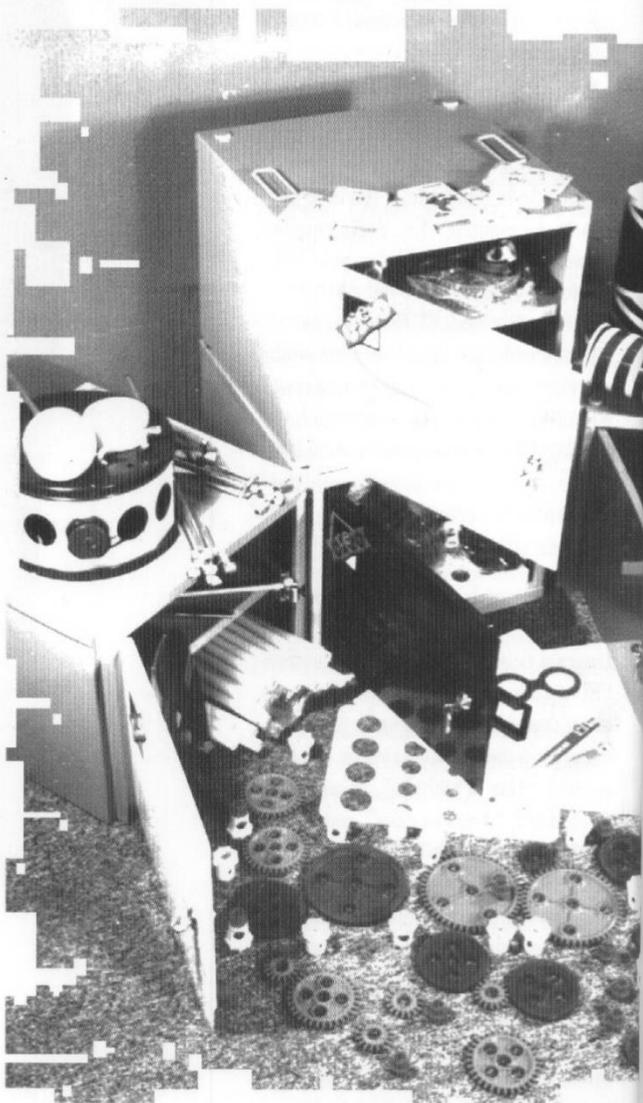
- Formación de docentes
- Dotación para primaria

Las cajas contienen:

- \*Juegos de modelos y plantillas
- \*Energía en acción
- \*Observa, realiza y compara imágenes
- \*Imanes, electricidad y ondas
- \*La tierra y el desafío ecológico
- \*Mecano
- \*Equipo básico de vidrio y plástico
- \*Reactivos (opcional)
- \*Cartillas (de cada área)

cajas de la ciencia

Museo de la Ciencia y el Juego



cajas de la ciencia

cajas de la ciencia

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias

\* Teléfono : 3165413 \* Telefax : 3165441

\* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11855

\* Apartado Aéreo : 59541 de Bogotá, Colombia

\* Correo electrónico : [recreo@mluduspop.org](mailto:recreo@mluduspop.org)

[museocj@mluduspop.org](mailto:museocj@mluduspop.org)

<http://www.mluduspop.org>

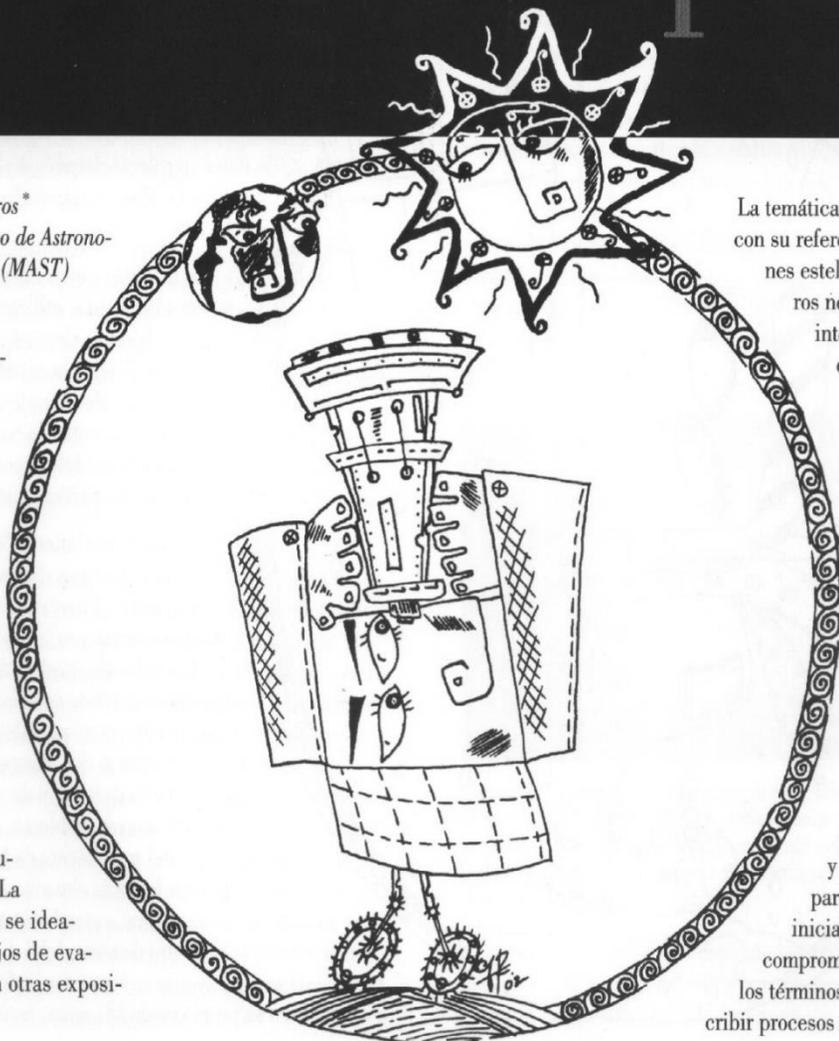


cajas de la ciencia

# Sobre la evaluación de las exposiciones: la 'espectroscopía del error' y otros aspectos

Henrique Lins de Barros\*  
Investigador del Museo de Astronomía y Ciencias Afines (MAST)

En un trabajo de evaluación de una de las exposiciones del Museo de Astronomía y Ciencias Afines (MAST/MCT) probamos la eficacia de los módulos interactivos con respecto a los convencionales. Se trata de un trabajo de reflexión sobre una exposición, que puede fácilmente generalizarse y arrojar conclusiones más amplias. La exposición analizada se idealizó a partir de trabajos de evaluación realizados en otras exposiciones del museo.



La temática de la astronomía, con su referencia a aglomeraciones estelares, galaxias o agujeros negros, despierta gran interés en el público en general. Hablar de la 'vida' de las estrellas, de cómo 'nacen', crecen y 'mueren', tiene un gran poder de atracción y constituye uno de los grandes desafíos de la divulgación de la astronomía. Cualquiera de estos asuntos involucra una gran complejidad conceptual, y la comprensión por parte de un público no iniciado queda aún más comprometida al percibir que los términos utilizados para describir procesos sofisticados usan ana-



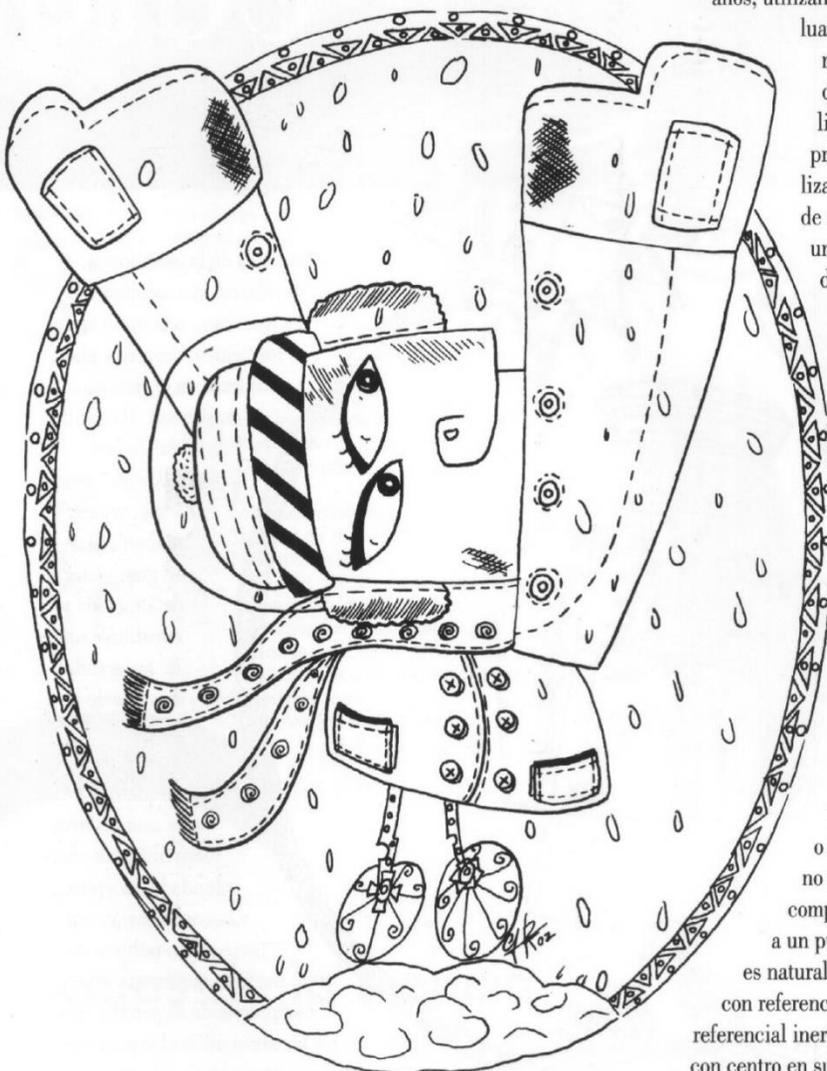
logías con el lenguaje común, creando de esa forma una falsa impresión de entendimiento por parte de ese público.

Ante esa constatación, que es común en los espacios de divulgación de la ciencia, escogimos tratar un tema de aparente simplicidad: los ciclos de la Tierra, o sea, el ciclo día-noche y el ciclo de las estaciones del año. Esta temática surgió cuando se percibió que el público de los programas escolares atraído por las grandes cuestiones de la astrofísica y de la cosmología moderna y por los resultados extraordinarios de telescopios terrestres o espaciales, o aun por los datos obtenidos por las sondas que exploran el sistema solar, no poseía un conocimiento mínimo de los fenómenos cotidianos como la alternancia del día y de la noche o el ciclo de las estaciones durante un año.

El laboratorio-exposición *Día y noche y Estaciones del año* tuvo como base la idea de construir módulos para la utilización durante los programas escolares con alumnos de siete a trece años, utilizando diferentes lenguajes y dando curso a la evaluación posterior de la eficacia de cada uno de los módulos. La metodología de la evaluación fue la de entrevistas, cuestionarios y diseños o textos libres realizados en tres momentos distintos: una primera serie de preguntas y de entrevistas fue realizada antes de iniciar la exposición; la segunda serie de datos se colectó después de la visita y finalmente una tercera serie se aplicó algunos meses después de la visita.

Los módulos construidos abordaban los mismos fenómenos utilizando soportes y lenguajes distintos. Cerca de la mitad de los módulos puede clasificarse como interactiva (*hands on*), de acuerdo con los criterios usuales. La otra mitad se puede considerar compuesta de módulos contemplativos, pues no exigen una participación interactiva directa.

Lo que nos interesa en el momento es analizar dos tipos de respuestas que fueron recurrentes durante la investigación. Vale la pena recordar que la explicación científica de los ciclos día-noche y las estaciones del año encierra cierta sofisticación, pues exige la construcción de un modelo de movimiento de la Tierra en torno al Sol. Para el profesional en física o astronomía la definición de varios referenciales no constituye mayor problema. Aparte de eso, la descomposición del movimiento de la Tierra, con relación a un punto de referencia situado en el centro del Sol, es natural. De esa forma, entender que la Tierra se traslada con referencia al centro de masa del Sol, considerado como un referencial inercial, y gira en torno a un referencial no inercial con centro en su propio centro de masa, no es más que aplicar el



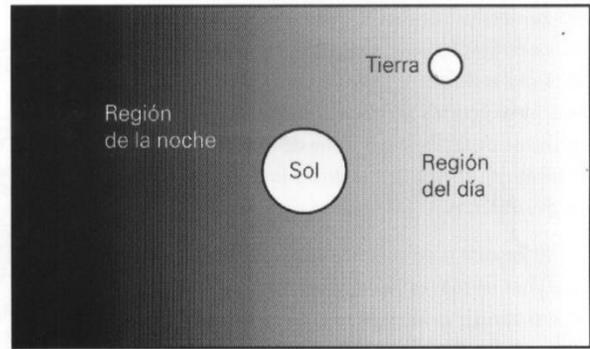
procedimiento adecuado para tratar el movimiento de un cuerpo rígido con el arsenal de la física newtoniana.

Se trata de un sofisticado artificio, fundamentado en las leyes del movimiento de la física clásica, que posibilita estudiar el complejo movimiento de un cuerpo con dimensiones a partir de un conjunto simple de ecuaciones que tiene su validez establecida en el estudio del movimiento de un cuerpo puntual. Evidentemente tal procedimiento exige una vasta serie de elementos: referenciales inerciales, centro de masa, rotación, traslación. Exige también aceptar un abordaje aproximativo en el que el problema inicial es simplificado para adecuarse a un modelo. Finalmente, exige saber separar los parámetros importantes, reducir las variables, para hacer posible una descripción preliminar que podrá sofisticarse posteriormente introduciéndose otros factores que podrán ser tratados por una teoría de la perturbación. O sea, lo que es aparentemente simple es, en realidad, un complejo proceso de abstracciones crecientes en un conjunto de premisas y conceptos, que lleva a una descripción sintética: "La Tierra gira en torno a su propio eje y se traslada en torno al Sol".

No obstante, la afirmación sintética es traicionera pues lleva dentro toda una serie de elaboraciones que son asumidas como previamente conocidas y aceptadas. La descripción del movimiento es una abstracción matemática que no tiene paralelo directo con la observación cotidiana, la única disponible para un individuo no iniciado en la lectura científica.

El análisis de los cuestionarios y de las entrevistas realizadas en las tres etapas de la investigación mostró algunos puntos en común. Entre tanto, vamos a encargarnos de un aspecto particularmente interesante que puede ser generalizado para analizar otras exposiciones de temática científica. Vamos también a mirar de forma general las respuestas, tratando de obtener patrones amplios y no deteniéndonos en particularidades. El estudio detallado de las respuestas fue realizado por Falcão y se convirtió en una importante contribución para los trabajos realizados sobre exposiciones científicas.

Tomemos primero la cuestión de la rotación de la Tierra en torno a su propio eje, que está relacionada con la alternancia de los períodos claros y oscuros y nos da la duración de un día. Un número significativo de estudiantes respondió en la primera etapa de la investigación (entrevista, diseño y cuestionarios realizados antes de la visita) que la ocurrencia de los días y de las noches estaba asociada al hecho de que la Tierra giraba, lo que, a primera vista, parecía ser una respuesta acertada. Un análisis más detallado de las respuestas, no obstante, mostró que el significado de la afirmación era distinto de aquel que podría esperar un profesional. De hecho, esos estudiantes estaban diciendo que la Tierra gira en torno al Sol y pasa por una región donde es de 'día' y después va hacia una nueva región del espacio donde acontece la 'noche'. El 'día', así como la 'noche', ocurre simultáneamente en todas las regiones de la Tierra (figura 1).



**Figura 1.** Representación esquemática de un patrón de respuesta sobre la explicación de la ocurrencia del ciclo día-noche. La mitad del espacio está dominado por la 'noche': la Tierra, en su movimiento en torno al Sol, ora está en la región del 'día', ora está en la región de la 'noche'. La respuesta dada por los alumnos, sin embargo, es que el día y la noche ocurren porque la Tierra gira.

Después de la visita la respuesta no parece haberse alterado: el día y la noche ocurren porque la Tierra gira. Pero un análisis más profundo mostró que los alumnos pensaban en otro modelo del espacio. La Tierra ahora gira en torno a un eje propio y el espacio continúa dividido en dos partes: la interior que es la región del día, mientras que la exterior es la de la noche (figura 2). 'Día' y 'noche' son, en ésta y en la anterior concepción, atributos exteriores que pertenecen a las propiedades del espacio en sí. Pero, aunque siendo una respuesta que no satisface ningún criterio de validez científica, es una respuesta 'menos errada' que la anterior. Será más fácil trabajar esa respuesta, ya que ahora el alumno entiende que la Tierra gira en torno a su propio eje. Es preciso un ajuste, esencial sin duda, pero se puede comenzar ya a construir un modelo con base científica.



**Figura 2.** Un modelo para explicar el día y la noche elaborado después de la visita. Observe que 'día' y 'noche' continúan siendo atributos del espacio extraterrestre. Este modelo, sin embargo, posee un mayor potencial para que se realice un perfeccionamiento y se alcance una descripción científica del fenómeno.

La explicación del fenómeno de las estaciones del año es aún más elaborada que el del día y la noche, pues involucra principios con mayor dificultad de comprensión. La órbita terrestre es



prácticamente circular: la diferencia entre el eje mayor y el eje menor es despreciable si estamos preocupados por la intensidad de la radiación proveniente del Sol que llega a la Tierra. Las estaciones ocurren porque el eje de rotación de la Tierra está inclinado con relación al plano de la órbita y esa inclinación se mantiene constante ya que las fuerzas implicadas satisfacen ciertos criterios.

No importa si se entiende con precisión la afirmación anterior, pues no sólo es bastante sofisticada sino que sólo es válida en una aproximación y en tiempos cortos cuando los comparemos, por ejemplo, con el tiempo que nos separa de las primeras civilizaciones. Los modelos desarrollados en el laboratorio-exposición trataban de mostrar que el eje de rotación no varía durante el año.

Pero no basta mostrar ese aspecto. Es importante mostrar que la variación del ángulo de incidencia de la radiación hace con ella una variación de la cantidad de energía absorbida, o sea, el alumno debe comprender que existen dos efectos, independientes, pero que ocurren simultáneamente: por un lado, la Tierra se traslada con referencia al centro de masa del Sol manteniendo la dirección del eje de rotación inalterado. Por otro lado es necesario mostrar que la incidencia perpendicular transmite más energía que la incidencia oblicua.

Al abordar el tema de las estaciones del año obtuvimos como respuesta que ocurren a causa del movimiento de rotación de la tierra. Se trata de una respuesta que aparentemente no corresponde a nuestra expectativa o a cualquier modelo de base científica. Pero al profundizar el estudio verificamos que lo que el alumno pretende decir es que el movimiento en torno al Sol que se describe en física como un movimiento de traslación del centro de masa del planeta, hace que ocurra la alternancia de las estaciones. Por otro lado, un análisis del modelo físico muestra que, de hecho, la diferencia entre un movimiento de traslación y un movimiento de rotación es de difícil comprensión. Para el físico el movimiento de traslación del referencial terrestre se caracteriza por la persistencia de la orientación de los ejes de referencia con el origen en el centro de la Tierra con respecto a una referencia asumida en reposo y con origen en el centro del Sol. La adopción de un sistema de referencia con origen en el centro de masa de la Tierra y que no presenta alteración de dirección de los ejes con respecto al referencial que tiene como origen el centro de masa del Sol y puede, dentro de las aproximaciones del problema, ser considerado inercial, es una forma útil que permite aplicar las leyes de Newton sin necesidad de introducir fuerzas ficticias. Para el lego sin conocimiento de la terminología de la ciencia ese movimiento es semejante a una rotación pues no visualiza él los ejes de los sistemas de referencia que participan en la descripción.

Esos dos ejemplos muestran que la evaluación del rendimiento debe tener en mente la complejidad escondida en los problemas

más simples tratados por la ciencia. De hecho, como Gaston Bachelard muestra en su libro *Filosofía del nuevo espíritu científico: la filosofía del no*, los conceptos científicos evolucionan en dirección a una mayor abstracción que se obtiene con el desarrollo de la ciencia y con las posibilidades que ofrece la 'matematización'. Podemos pensar por tanto en un análisis 'espectroscópico' del error, o sea, en un análisis que busca en el significado no dicho de una respuesta y en las entrañas de una explicación científica los elementos esenciales para comprender el discurso. Se trata, por tanto, de hacer un análisis espectral de la respuesta: encontrar lo que existe detrás de lo que se ha dicho, tanto desde el punto de vista de la respuesta a una pregunta determinada, como de la explicación que ofrece la ciencia para el problema tratado. A este método le hemos dado el nombre de 'espectroscopía del error'.

El otro aspecto que llamó la atención durante el trabajo de investigación fue el papel de los módulos interactivos. Si es verdad que muchos de ellos fueron los que más rápidamente despertaron la atención, también lo es que no se puede afirmar que esos módulos son más eficientes en su lenguaje comunicativo. Muchos de los módulos interactivos de la exposición fueron considerados por los participantes como juegos. Los recientes trabajos realizados por la neurobiología han demostrado que el cerebro humano es un sistema complejo y especializado. La información no se encuentra en un único sitio y los procesos de percepción varían de acuerdo con lo que se está apreciando o haciendo. Por ejemplo, al oír una palabra, determinada región del cerebro se activa. Al ver el objeto que la palabra representa, otra región se activa. O sea, una idea, sea ésta directamente asociada a un objeto concreto o a un concepto, tiene diferentes formas de activar el cerebro. El que juega, activa una región; el que aprende activa otra, el que ejecuta otra y así sucesivamente.

Los módulos interactivos despiertan el interés por ser, de alguna forma, un juego que debe ser descifrado. Ese interés puede o no estar asociado a un aprendizaje. Pasar de *Homo ludicus* a *Homo sapiens* dependerá de otras estrategias y de otras motivaciones. Será necesario algo más que atraer para alcanzar algún canal de comunicación. Será preciso involucrar al espectador, dentro de elementos familiares, para establecer una comunicación real entre lo que se explica y lo que se aprecia. En ese sentido se puede adoptar varias estrategias. La utilización de elementos de la historia de la ciencia puede ser un factor importante pues involucra al visitante en un escenario en el cual puede encontrar su identidad.

Por otro lado, mirando con ojos académicos, las evaluaciones realizadas en diversos centros muestran que la eficiencia de las exposiciones de ciencia en el área de la transmisión del conocimiento es cuestionable. No hay duda de que se consigue despertar el interés del visitante, en general, y del joven alumno, en particular, en torno a algunos de los aspectos de la ciencia, así

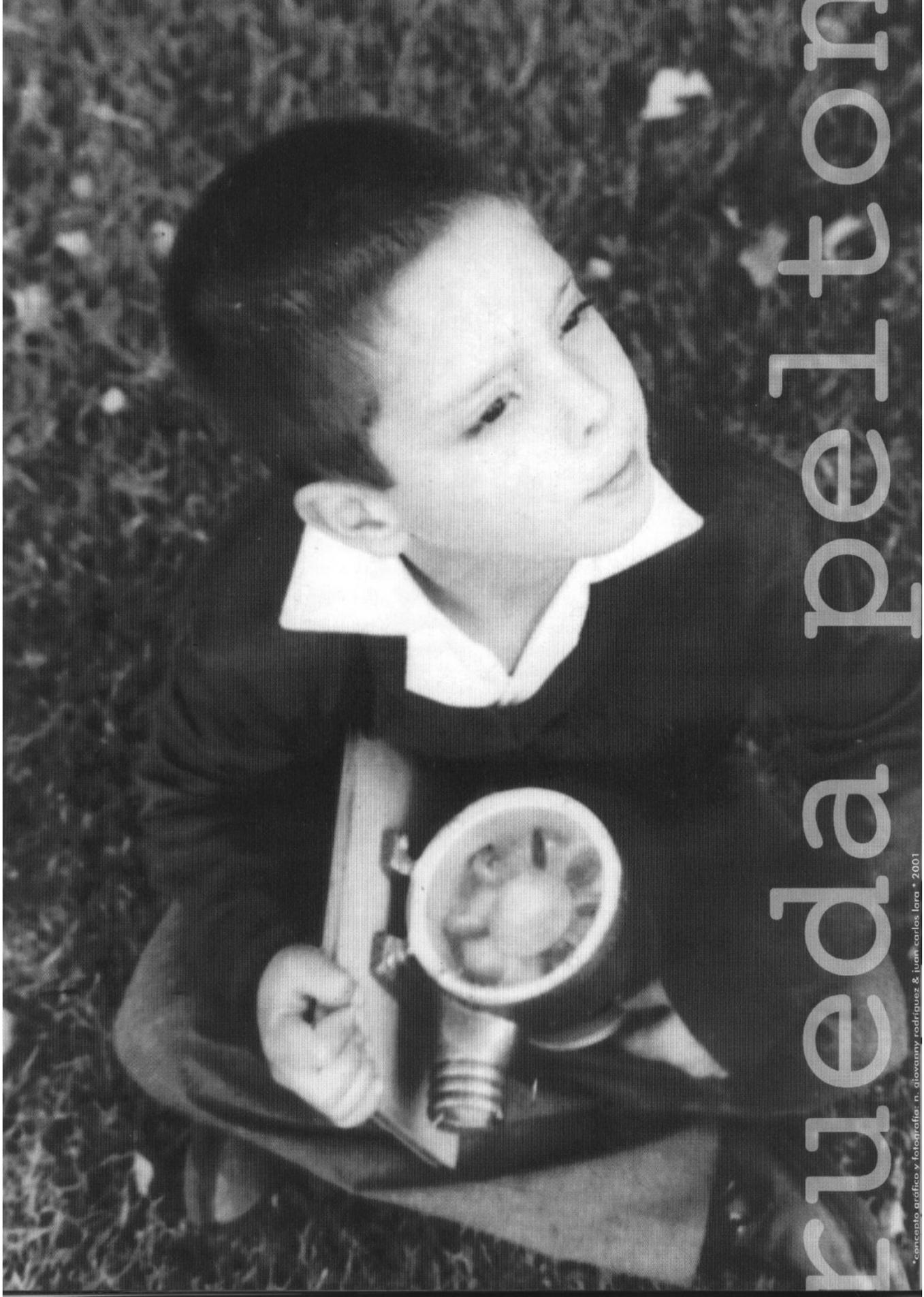
como no hay duda de que la sociedad moderna, basada en un modelo de desarrollo progresista y en un aumento del arsenal de aparatos tecnológicos disponibles para el gran público, exige del ciudadano un conocimiento básico de conceptos generados en el cuerpo del conocimiento de las ciencias exactas. Parece, con seguridad razonable, que el aspecto lúdico cultivado muchas veces en esas exposiciones para atraer el interés del público puede oscurecer el contenido científico que se desea transmitir.

En la década de 1980 en Brasil surgió un proyecto coherente para la creación de centros de ciencia en los moldes de los centros interactivos. Tal movimiento persiste aún y el número de los centros creados en los últimos diez años muestra el vigor de la idea. El modelo adoptado ha sido siempre el de centros interactivos en áreas de las ciencias exactas, con predominio de algunas sub-áreas de la física. Estos centros, que comienzan ahora a ser creados en ciudades medianas y que, como apunta la tendencia, tienden a ser implantados en ciudades más pequeñas, se presentan con un mismo discurso: la ciencia se debe presentar de forma lúdica a partir de exhibiciones interactivas para motivar al joven y despertar vocaciones. Junto con este discurso aparece otro con la misma vehemencia: cada individuo de la sociedad tiene que tener un conocimiento básico de la ciencia para poder ejercer su condición de ciudadanía. La inversión que hay detrás de la creación de un centro de ciencias es bastante elevada y se ha argumentado que la implantación de uno de estos espacios valoriza el centro urbano y atrae un público carente de información. Aparte de eso, los centros buscan respaldarse económicamente realizando actividades de corte cultural y manteniendo una infraestructura de apoyo que genera recursos adicionales. Los centros de ciencia viven así en una permanente tensión entre el compromiso de difundir el conocimiento y de mantenerse vivos económicamente.



\* *Museu de Astronomia e Ciências Afins, rua General Bruce 586, São Cristóvão, 20921-030 Rio de Janeiro, RJ Brasil. Correo electrónico: hlins@openlink.com.br*





rueda pe1ton

# El diseño

Julián Betancourt Mellizo\*

Director del Museo de la Ciencia y el Juego,  
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia

## INTRODUCCIÓN

La exposición es milenaria; se remonta al culto y al mercado. Son objetos sacros y para el intercambio comercial los que se exponen en templos y plazas. Desde esas remotas épocas la exposición convoca tres factores: espacio, objetos y público. Así fue entonces y así es ahora. Pueden cambiar los propósitos morales, pero la exposición se debe a un público. El objeto (sacro, comercial, artístico, histórico, patrimonial, técnico, industrial, científico, artesanal, en fin) será el centro de la puesta en escena de las diferentes exposiciones en los diferentes espacios: el templo; el mercado y ahora el hipermercado; el almacén, la tienda y el centro comercial; las ferias, ya sean locales, nacionales, internacionales o mundiales; las galerías y por supuesto los museos de todas las variedades, los jardines botánicos, los zoológicos, los parques y los centros de ciencia y tecnología. En todos estos espacios se expone y a ellos concurren diversos públicos con el ánimo de orar, comprar, mirar, deleitarse, aprender y, por qué no, exhibirse.

Espacio y objeto están en la mira del diseñador. Ya Giles Velarde, en un libro clásico sobre la materia, *Designing exhibitions*, había aventurado las cualidades del diseñador de exposiciones. Las divide en cualidades personales y profesionales. Entre las cualidades personales se encuentran:

# de una

- Tener buen entendimiento tridimensional del espacio
- Entender a la gente
- Tener conocimiento de las estructuras. No se refiere a tener un diploma en ingeniería, sino más bien a tener un buen sentido común en el tema

# exposición



- Tener aptitud teatral
- Saber resolver problemas
- Tener interés inteligente. Es el balance entre dos extremos: el diseñador desinteresado por el tema de la exposición y el diseñador muy interesado en el tema, ya que es un especialista y falla en comunicar objetivamente.
- Ser buen comunicador
- Ser buen intérprete, ya que es un intermediario entre el especialista y el público.

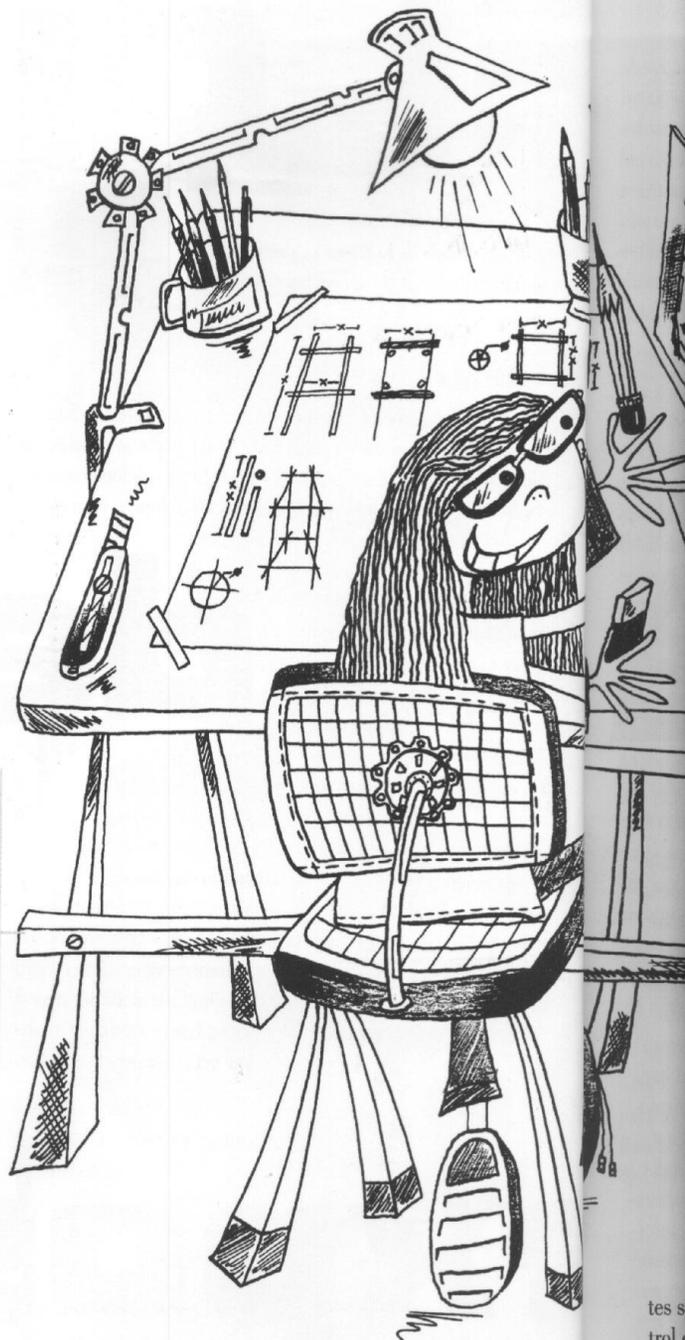
Entre las cualidades profesionales figuran las siguientes:

- Entrenamiento en diseño de interiores
- Entrenamiento en estructuras, mecánica y electrónica
- Entrenamiento en iluminación
- Habilidad para dibujar, hacer maquetas y modelos de trabajo

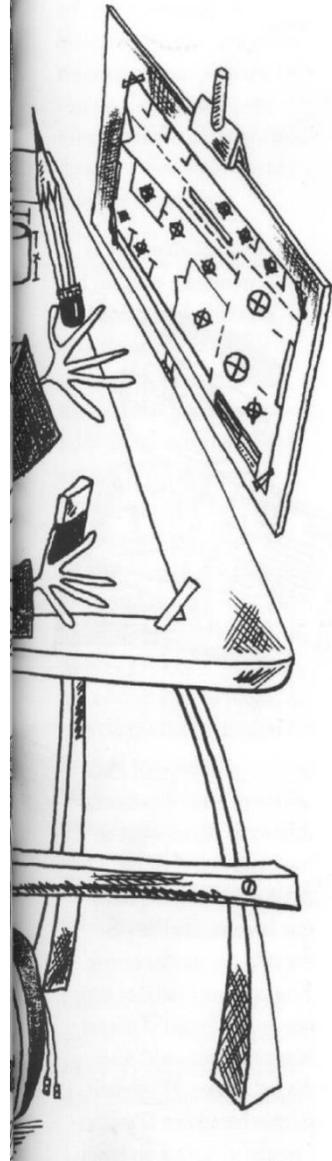
- Conocimiento de computadores
- Conocimiento en ilustración y diagramas
- Entrenamiento y habilidad en gerencia
- Conocimiento en publicidad

En algunas de las cualidades profesionales se necesita un conocimiento para entender mejor el problema y poder contratar al personal técnico idóneo. Como se ve, tanto por las cualidades personales como por las profesionales, es mejor que el diseño de una exposición sea enfrentado en forma colectiva. De esto se desprende que el diseñador debe saber trabajar en equipo y tener habilidades para coordinar diferentes grupos.

Ahora bien, supongamos que se ha fijado el tema (porque se tiene consciencia de su necesidad para la comunidad; porque está dentro de la misión, políticas, estrategias y planes de la institución; porque tiene relevancia social y cultural; porque es una "idea genial"; porque los fines educativos así lo ameritan o por necesidades comerciales y económicas) y se ha llegado a la conclusión que la exposición es el mejor medio para tratar el tema. Entonces, según Velarde, primero deben establecerse seis cuestiones :



- Los objetivos y metas de la exposición. Éstos pueden ser: vender, persuadir, exponer objetos raros, informar sobre nuevos productos o conceptos, explicar aspectos de ciencia y tecnología, deleitar, ilustrar, etc.
- El lugar y sitio exactos. La accesibilidad del sitio, la forma del espacio disponible, el área, la altura, la luz natural, los servicios eléctricos e hidráulicos. Además de lo anterior, se debe conocer las leyes y normas pertinentes



tes sobre seguridad y control del público que posiblemente incidan sobre la exposición y las restricciones al volumen de visitantes.

- La información general. Es decir, se debe considerar todas las ideas que tengan que ser expresadas por la exposición.

- Los objetos para mostrar. Su número; si son valiosos, frágiles, pesados, voluminosos; si necesitan grúas para instalarlos, etc.
- La fecha de inauguración, ya que todos los días no son iguales y esto cambia de país en país.
- El presupuesto.

Para establecer concretamente estos seis ítems se hace necesario tener experiencia en el campo. Piénsese sólo en el problema del presupuesto: su mal cálculo puede hacer que la exposición fracase o por lo menos que su desarrollo tenga serios tropiezos; sin hablar de cómo se conseguirán los fondos, ni del tipo de campaña que se debe realizar para conseguirlos.

Luego de haber definido apropiadamente los seis puntos mencionados, el diseño debe tener en cuenta, respecto al espacio que se va a utilizar :

- El espacio expositivo. Es el lugar que ocupan los montajes, los objetos, los carteles, los anuncios, etc.
- El espacio público. Corresponde a los servicios sanitarios y de circulación del público; debe ser suficientemente amplio para que las personas se movilen sin molestias.

- El espacio administrativo. Debe tener una parte para almacenamiento de repuestos, literatura, muestras. Otra parte para el equipo humano en donde pueda cambiarse y reposar, por ejemplo.
- El tratamiento vertical del espacio. La altura de los montajes: ¿a qué altura debe instalarse las guías o cédulas?, ¿es posible y deseable colgar objetos?, ¿a qué altura debe instalarse la iluminación?

- El tratamiento horizontal del espacio. Está relacionado, entre otros factores, con el flujo del público y el control, la supervisión y la seguridad. De tal forma que se pueda prevenir situaciones de riesgos, daños y robos.
- Los montajes o las 'exhibiciones' (en inglés, *exhibit*).

Además, se hace necesario tener en cuenta en el diseño cuestiones como:

- La información, que puede ser presentada de manera sistemática o temática.
- Los tipos de ilustración adecuados y los materiales necesarios para ello.
- El uso de computadores.
- El uso de efectos especiales.
- La iluminación de la información y de los montajes.
- El uso de displays interactivos.
- El uso de proyección de imágenes.



Volviendo con las ideas de Velarde, para terminar él recomienda que el diseñador recuerde que:

- Las personas tienen diferentes capacidades visuales.
- Las personas también oyen y huelen.
- Las personas se cansan, están sedientas, necesitan ir al baño, colgar sus abrigos o proteger sus valores.
- Existen personas que buscan destruir las cosas, golpearlas o robarlas.
- No se debe poner montajes atractivos que bloqueen las entradas y salidas.
- No se debe usar en las guías o cédulas escritas líneas de más de 40 ó 50 caracteres.
- No se debe poner información fuera de la banda entre 90 cm y 200 cm, pues nadie la leerá.
- No se debe forzar a las personas a seguir una ruta obligatoria.
- No se debe usar manuscritos.

¿Cuánto tiempo ha transcurrido desde el momento en

que se concibe la idea de la exposición hasta el día en que se abre al público? Esto depende de la complejidad de la exposición. Una gran exposición temporal de un museo puede llevarse por lo menos dos años. Una feria mundial, mucho más. Una exposición itinerante, un año. Estos tiempos dependen de muchos factores internos. El Museo de la Ciencia y el Juego emplea unos seis meses para la instalación de un museo pequeño y algo menos para exposiciones temporales e itinerantes.

### LA EXPOSICIÓN DEL MUSEO

La exposición, independiente del carácter permanente, temporal o itinerante, convoca a gran cantidad de personal de la institución, ya que es una de las razones de ser del museo. De acuerdo con Michael Belcher, autor de *Exhibitions in museums*, el equipo de la exposición de un museo mediano con capacidad para producir sus propias exposiciones puede incluir el siguiente personal:

- El director del museo
- El curador
- El diseñador de la exposición
- El diseñador gráfico
- El conservador
- El coordinador de seguridad
- El coordinador de educación
- El coordinador de publicaciones
- El equipo de producción
- El equipo de mantenimiento
- El especialista en mercadeo
- Consultores externos

En ciertas circunstancias, estas personas se convierten en grupos (por ejemplo, cuando se conceptúa, planea, diseña, produce y monta un museo): de curadores, de diseñadores, de educación, de seguridad, etc. Para garantizar la coordinación se requiere que haya representantes de cada grupo en los demás. En todo caso, es muy importante que el equipo tenga claro cuáles son las metas comunes y que cada grupo y miembro del equipo tenga muy claro los términos de referencia y sus áreas de responsabilidad. Además, y esto es importante, debe haber una persona seleccionada para ejercer el control ejecutivo del proyecto.

La cuestión cambia cuando el museo es pequeño. El personal se caracteriza



por ser polifuncional y una misma persona desempeña diferentes papeles que se traslapan con el de las demás; además, es posible que la capacidad de producción sea mucho menor. Esta polifuncionalidad hace que se hable casi el mismo idioma forjado en el día a día del museo. El entendimiento basado en la polifuncionalidad lleva a un ejercicio 'horizontal' del proceso; sin embargo, debe siempre haber alguien que tome la decisión final.

Es posible que de la lista mínima dada por Belcher, en un museo pequeño no existan especialistas en mercadeo ni en seguridad y que difícilmente se pueda contratar a un consultor externo. Esto no es así en el caso de museos que por su tamaño

obran a través de especialistas, requiriéndose mucho esfuerzo para compatibilizar las diferentes miradas e intereses sobre la exposición en ciernes y sobre todo para evitar 'repúblicas independientes' y ejercicios marcadamente 'verticales'.

El Museo de la Ciencia y el Juego es un museo pequeño y por lo tanto en él la visión del diseño de una exposición está permeada por la polifuncionalidad de los integrantes del equipo de diseño, por sus fortalezas y sus debilidades. Por supuesto que los integrantes del equipo tienen una profesión o un oficio: arquitectos, científicos, diseñadores gráficos e industriales, educadores, técnicos. A esas competencias profesionales se le agrega una actitud y una disposición para enfrentar diferentes problemas y situaciones que van más allá del campo profesional o técnico.

Si se reflexiona sobre la lista del equipo necesario para una exposición que da Belcher y sobre las cualidades personales y profesiona-



les que Velarde supone que debe tener un diseñador de exposiciones, se encuentra el problema de las competencias culturales. La lista de Belcher está pensada desde la visión de las competencias culturales adquiridas en la universidad o en una institución superior: son las habilidades, aptitudes y capacidades formadas en este tipo de instituciones que hacen a una persona idónea para realizar tal o cual actividad o función y que son afinadas con el ejercicio profesional. Las cualidades profesionales pensadas por Velarde también van en ese sentido y serían las que tendría un diseñador de exposiciones salido de un instituto superior bajo un currículo de tres años.

Al contrario, las cualidades personales de las que habla Velarde remiten a competencias culturales formadas en ambientes diferentes al aparato escolar: son los ámbitos de la educación no formal e informal los que han moldeado diversas habilidades, aptitudes y capacidades, que se pondrán en juego en los diferentes escenarios en los cuales las personas actúen. Muchos pensamos que el saber de una persona está moldeado en un 80 o 90% por la no formalidad e informalidad; el resto se debe a la influencia de la escuela. En el caso del especialista, el saber informal está direccionado por el saber formal y en cierto sentido está cautivo por él.



La polifuncionalidad potencia los saberes informales, de manera tal que es posible llevar a cabo una amplia variedad de actividades, proyectos y programas con un grupo relativamente pequeño de personas y con dinámicas 'horizontales'. Por supuesto que se recurrirá al especialista cuando las circunstancias así lo obliguen.

Para terminar, vale la pena remitirse a Kathleen McLean, quien en su libro *Planning for people in museum exhibitions* aconseja 19 pasos en el proceso de desarrollo de la exposición. Algunos de ellos son:

- Valoración de la idea de la exposición. Los museos tienen criterios para juzgar la viabilidad de la exposición; por ejemplo, que aquélla



debe estar dentro del marco de su misión, que la exposición debe ser relevante para el espectador, que la información sobre el tema debe ser suficiente y adecuada. Es importante que la exposición pueda conectarse con otros programas del museo y de otras instituciones. ¿Existen los fondos para producir la exposición?

- Relación de propósitos. Define las metas administrativas, comunicativas y educativas de la exposición; los públicos, el énfasis de la exposición; los problemas a ser resueltos; qué hacer y quién.
- Reuniendo los jugadores. Se refiere a las personas y equipos que durante el proceso son importantes para llevar a cabo la exposición.
- Metas comunicativas. En exposiciones temáticas, se refiere a las 'grandes ideas' que se deberían comunicar al visitante. No hace referencia a ideas



académicas, sino más bien a opiniones sobre la experiencia que las personas pueden establecer en una frase. Por ejemplo: sobre el conocimiento del mundo ("la forma en que las cosas son"), sobre pasatiempos ("es divertido"), o sobre la posibilidad de acción de las personas ("yo puedo" o "tú puedes ayudar"). Algunos museos establecen un mensaje principal (lo mejor es que sea en una frase sencilla), el cual es soportado por toda la exposición; unos mensajes primarios que la exposición tiene que comunicar y que tienen soporte tridimensional en los montajes y objetos; unos mensajes secundarios que la exposición debería comunicar

necesaria para desarrollar la exposición.

- Narrativa o guión (*storyline*). Si la exposición tiene una historia que contar, la narrativa construye un sistema de trabajo a partir de los conceptos básicos y desarrolla los temas en que aquélla está dividida.
- Diseño conceptual o preliminar. Hasta este punto los conceptos han sido tratados de manera abstracta. Ahora ellos son transformados en ideas tridimensionales que además deben estar en correspondencia con la



y se encuentran en gráficos y carteles, y unos terciarios que se encuentran aquí y allá en plegables y volantes.

- Investigación preliminar. Define los parámetros del tema de la exposición y las historias que van a ser contadas. Identifica los objetos, los medios y la información

dinámica de manejo del espacio de la exposición.

- Evaluación formativa. Son encuestas variadas que se llevan a cabo cuando la exposición está tomando forma y ayudan a determinar si el diseño es apropiado, si se está comunicando efectivamente los conceptos, si el visitante utiliza la exposición de manera adecuada. Es un diálogo entre los que están haciendo la exposición y los usuarios, que cuando se hace de manera adecuada mejora la exposición.
- Diseño final. El proceso de diseño va de las etapas generales y abstractas (diseño conceptual) a las etapas concretas y particulares que constituyen el diseño final.
- Guión (*script*) final. Es un texto que pone cada cosa junta y describe los artefactos, objetos, montajes y material de soporte. Puede servir como plan maestro e inventario de la exposición y es una buena base para calcular el presupuesto y la



agenda de producción. El guión puede tener variedades visuales (*story-board*), compuestas de dibujos acompañados de textos, y narrativas. En este último caso la exposición es descrita desde el punto de vista del visitante más que del de quien la desarrolla.

- Estimación de costos y revisión de diseños. Sólo hasta que el guión final y los planos definitivos estén realizados es posible estimar al detalle el presupuesto de producción. Esto hace que muchas veces se rediseñe buscando bajar costos.
- Documentos de construcción y especificación (planos, etc.).
- Fabricación e instalación. Es la culminación de un largo proceso de planificación y desarrollo. Sin embargo, aún el más cuidadoso proceso de planificación no elimina todos los problemas que pueden surgir durante la instalación, lo que exige tomar decisiones hasta el último minuto.



- Mantenimiento. Instalada la exposición se hace necesario un mantenimiento continuo que parte de un plan de limpieza y de mantenimiento preventivo.
- Evaluación 'sumativa' (*summative*). Ella permite examinar la experiencia de las personas en la exposición una vez ha sido abierta al público. Entre otras cosas, ayuda a determinar si el diseño y las formas comunicativas son efectivas y si se cumple con los objetivos de la exposición.
- Ajustes y rediseños. De acuerdo con el resultado de la evaluación 'sumativa'.

Mucho empeño, imaginación y creatividad debe ponerse en el proceso de desarrollo de una exposición. A pesar de ello, muchas veces la exposición no trabaja y es necesario que las etapas de realimentación del proceso se afinen para que los errores sean menores. Se debe insistir en la evaluación formativa y 'sumativa', en las que intervienen los usuarios, los cuales ayudan a optimizar el proceso. No debe olvidarse que, más que en las guías o cédulas de información, los supuestos comunicacionales y educativos (y el éxito) se encuentran en el diseño, la escenografía y la puesta en escena de la exposición.



museo de la ciencia y el juego

# museo de la ciencia

Museo de la Ciencia y el Juego

museo de la ciencia y el juego

El Museo ofrece servicios a instituciones educativas públicas y privadas, así como a gobernaciones, alcaldías, secretarías de educación y todo el público interesado en la divulgación de la ciencia y la tecnología. Los servicios pueden ser venta de material didáctico, venta de montajes interactivos, talleres sobre diferentes temas y para diversos públicos, formación, asesorías, alquiler temporal de montajes del museo para exposiciones y otros.

- Exposición permanente
- Exposiciones temporales, itinerantes y ambulatorias
- Red de museos y centros interactivos
- Diseño y construcción de montajes interactivos
- Talleres
- Formación
- Asesorías
- Re-Creo
- Investigación
- Salud



### diseño y construcción de montajes interactivos

Dentro de este programa se diseñan, adaptan, construyen y ofrecen para la venta cerca de trescientos montajes, principalmente de física, química y percepción, la mayoría de ellos interactivos.

A petición de otras instituciones, como gobernaciones, alcaldías y demás, el Museo también desarrolla montajes interactivos para exposiciones específicas y exposiciones itinerantes.

### talleres

Para aprender sobre las burbujas, los sonidos, las imágenes, las figuras, los efectos especiales y tantas otras cosas, el Museo ofrece cursos-talleres dirigidos a estudiantes, profesores, grupos mixtos y público en general en diferentes niveles.

También brinda formación a docentes en diferentes aspectos relacionados con las salas interactivas.

# MCI

museo de la ciencia y el juego

museo de la ciencia y el juego

# y el juego

## formación

El Museo cuenta con un programa de formación de docentes de primaria y secundaria en ciencias básicas, salud y tecnología. Los profesores reciben formación sobre aspectos teóricos y prácticos en cada una de estas áreas. Estos talleres se dirigen a docentes de colegios públicos y privados.

## asesorías

El Museo ofrece asesorías en campos relacionados con la museología y museografía de centros interactivos. También asesora en áreas como el Diseño Industrial y la Arquitectura. En cuanto a la Arquitectura se ofrece información sobre la adecuación de lugares para las exposiciones, el diseño completo de los museos, al igual que sobre la importancia del espacio en las exposiciones o muestras. También se realizan consultorías, evaluaciones, y diagnósticos sobre áreas de educación y comunicación de las ciencias y sobre el material didáctico para las entidades y comunidades que lo solicitan.

## investigación

Actualmente se desarrollan tres líneas de investigación fruto del crecimiento progresivo de las actividades realizadas durante su historia. Estas líneas de investigación giran sobre un eje principal que es inherente a cualquier problema científico, proceso pedagógico o labor ejecutada por nuestro equipo de trabajo: la comunicación de la ciencia.

Investigaciones del Museo de la Ciencia y el Juego:

- \*Estudio sobre la interacción de autor-actores en salas interactivas.
- \*Imágenes e imaginarios sobre la ciencia y la tecnología en medios masivos de comunicación.
- \*Pedagogía y didáctica de la tecnología en educación media y básica primaria.

## salud

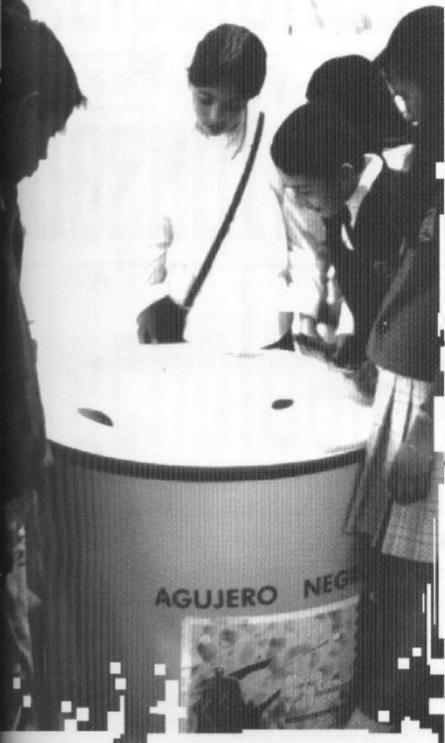
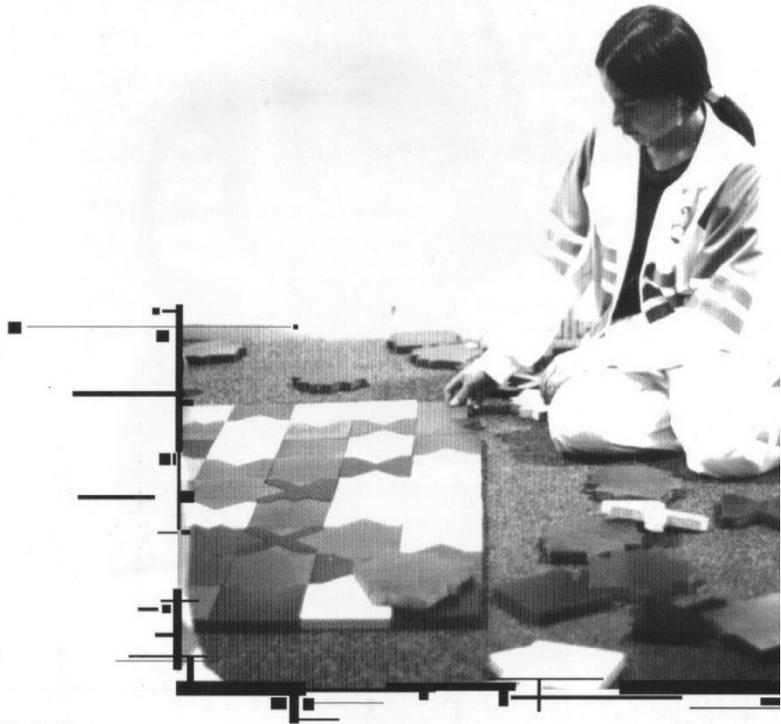
El Museo ofrece la feria de la salud: propuesta museológica sobre temas de la salud; elaboración de cartillas y materiales audiovisuales de prevención y promoción: en PAB, salud ocupacional y prevención de riesgos profesionales.

## talleres libres

Elaboración de materiales artísticos.  
Reciclaje de papel.  
Diseño de juegos y juguetes.

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias

- \* Teléfono : 3165413 \* Telefax : 3165441
- \* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11858
- \* Apartado Aéreo : 59541 de Bogotá, Colombia
- \* Correos electrónicos : museocj@mluduspop.org  
mludus@yahoo.com  
admon@mluduspop.org  
cursos@mluduspop.org  
<http://www.mluduspop.org>





# Popularización de la ciencia y la tecnología: datos latinoamericanos de museos de te

*Julián Betancourt Mellizo\**

*Director del Museo de la Ciencia y el Juego, Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional de Colombia*

La Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red-POP) nació en 1990. Actualmente pertenecen a ella 80 miembros entre titulares, asociados y honorarios. Los miembros titulares están representados por 70 instituciones y programas de 15 países de la región que realizan actividades en los campos de la popularización de la ciencia y la tecnología (C&T). En términos de zonas se puede decir que en América Central, el Caribe y México hay 18 miembros titulares (26%) y en América del Sur, 52 (74%) (tabla 1).

Argenti  
Bolivia  
Brasil  
Chile  
Colomb  
Costa R  
Cuba  
Guatem  
México  
Nicarag  
Panamá  
Perú  
Trinidad  
Uruguay  
Venezue

Tabla 1. M  
la Red-PO

Argentina	20
Bolivia	1
Brasil	12
Chile	4
Colombia	4
Costa Rica	1
Cuba	2
Guatemala	1
México	11
Nicaragua	1
Panamá	1
Perú	1
Trinidad y Tobago	1
Uruguay	4
Venezuela	6

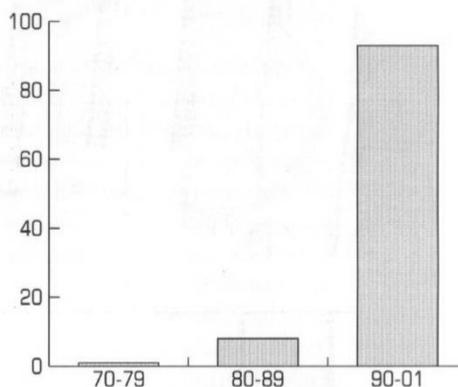
Tabla 1. Miembros titulares de la Red-POP por país

Las actividades de PC&T de los miembros fundadores se realizan fundamentalmente en las áreas de museos, educación no formal, producción de materiales (impresos, equipos de bajo costo, videos), periodismo científico y divulgación. Estas áreas enmarcaron el quehacer de la Red. La composición de instituciones y programas dedicados a actividades dentro de las áreas mencionadas ha variado a lo largo de los once años de existencia de la Red. Hay un alto porcentaje de miembros que realizan acciones en las diferentes áreas, como es el caso de los museos y los centros de C&T. Varios programas de educación no formal y de divulgación científica también adelantan exposiciones similares a las de los museos y centros de C&T (tabla 2).

Museos y centros de C&T	37 (53%)
Educación no formal	19 (27%)
Producción de materiales	1 (1%)
Divulgación y periodismo científico	11 (16%)
Apoyo y promoción de actividades y proyectos en C&T	2 (2%)

Tabla 2. Miembros titulares de la Red-POP según el área de trabajo

Para tener una idea de los esfuerzos realizados para llevar ideas, valores, formas de pensamiento, de interpretación y de acción de la ciencia, importantes para la formación del ciudadano del siglo XXI, en la gráfica 1 se muestra el crecimiento de museos interactivos y centros de C&T en América Latina.



Gráfica 1. Crecimiento del número de centros de C&T en las tres últimas décadas para América Latina

# Interactivos y centros de ciencia y tecnología en 2001

En la década de los setenta existía sólo uno, el Centro Cultural Alfa, en Monterrey (México). Luego, en la década de los ochenta surgen ocho nuevas instituciones en Venezuela, Colombia, Brasil, Chile y Guatemala. Pero es en los años noventa (realmente hasta el 2001) cuando se produce una verdadera explosión, con 93 nuevas instituciones, para un total de 102 centros de C&T en América Latina y el Caribe.

La gráfica da un indicio del esfuerzo hecho en la región por llegar a un número de personas cada vez mayor. Aún así, la



acción de los museos y centros de ciencia y tecnología no alcanza a llegar al 5% de la población; puede decirse que la ciencia es invisible para un gran porcentaje de la población latinoamericana. Por lo tanto, debe hacerse un enorme esfuerzo por aumentar la cobertura y llegar a nuevas audiencias.

Las perspectivas por llegar a nuevas audiencias son ricas y variadas. A lo largo y ancho de la región existen iniciativas diseñadas para enfrentar las diversas clases de marginalidad: socioeconómica, cultural y geográfica:

El proyecto "Clicar", de Estação Ciencia, de la Universidad de Sao Paulo (Brasil), que trabaja con niños de la calle, ha servido de ejemplo para que otras instituciones de la región empiecen a desarrollar proyectos similares. El proyecto "Arte y ciencia", de Universum, de la Universidad Nacional Autónoma de México; "La valija de la ciencia" y los "Centros del saber", de Explora (México); los programas de educación popular, de Asprodic

(Nicaragua); las actividades de matemáticas y astronomía adelantadas por Cientec (Costa Rica); la "Red de pequeños museos y centros de ciencia y tecnología" del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia; "La ruta de la ciencia", de Fundacite Lara (Venezuela); el trabajo con poblaciones marginadas e indígenas del Amazonas, realizado por Carlos Argüello en Brasil; los diferentes programas de exposiciones itinerantes llevados a cabo por distintas instituciones en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay, que llegan a poblaciones distantes; son algunos ejemplos que dan cuenta de la reflexión y las propuestas que se plantean ante el problema de las diferentes marginalidades en América Latina.

### LOS MUSEOS Y CENTROS DE C&T

La Red-POP cubre 15 países de la región, desde Chile hasta México. En esta extensa región hay 102 centros de C&T y tres redes locales: en Brasil, la Asociación Brasileña de Centros y Museos de Ciencia (ABCMC) con 34 miembros; en Colombia, la Red de Pequeños Museos y Centros de Ciencia (RPMCC) con 18 miembros y en México, la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCYT); destacándose esta última por su desarrollo y consolidación. En la actualidad, está en formación una red en Venezuela.

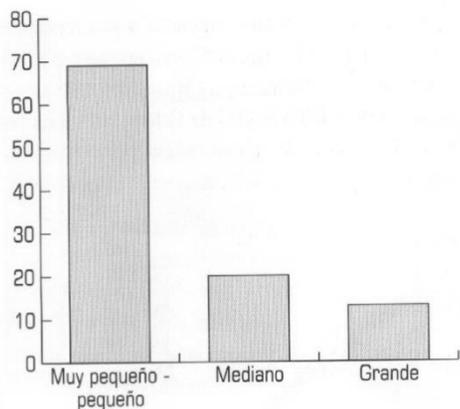
Estos 102 centros son visitados por casi 16 millones de personas (3.3% de la población), siendo su presupuesto del orden de USD 58 millones (USD 3.6/visitante). De acuerdo con su tamaño, existen 13 centros grandes, 20 medianos, 21 pequeños y 48 muy pequeños.

Por supuesto que, mirando la región por zonas: América del Sur (a su vez dividida en Cono Sur y región Andina) y América Central, el Caribe y México, se encuentran diferencias que corresponden a las características de desarrollo en cada una de estas

áreas, que además no son

homogéneas. Por ejemplo, a América del Sur le corresponden 73 centros, de los cuales 58 (80%) son pequeños o muy pequeños. En contraste, en América Central, el Caribe y México sólo el 39% corresponde a la categoría de pequeños centros. Esta distribución se evidencia en los presupuestos respectivos ya que la influencia de los centros grandes de México es evidente. Este país tiene el 54% de los grandes centros de la región (gráfica 2).





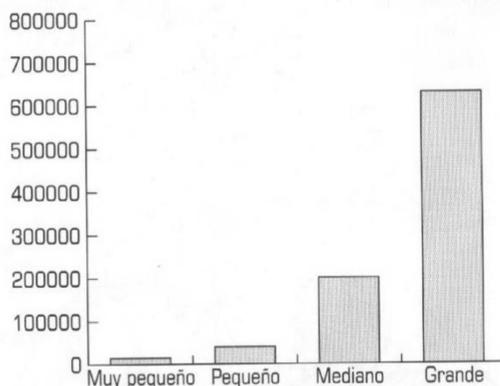
Gráfica 2. Distribución de museos y centros de ciencia según tamaño en América Latina

Muy pequeño	48 (47%)	90 - 800 m <sup>2</sup>
Pequeño	21 (21%)	1050 - 1600 m <sup>2</sup>
Mediano	20 (20%)	3200 - 6000 m <sup>2</sup>
Grande	13 (12%)	7200 - 22000 m <sup>2</sup>
Mínimo 90 m <sup>2</sup>	Máximo 22000 m <sup>2</sup>	
Total	102 instituciones	



En América Latina existe una dinámica aceptable de exposiciones itinerantes, con alrededor de 110 exposiciones de este tipo por año -prácticamente una por centro-, aunque no existe intercambio de ellas entre los diferentes países de la región

Un museo grande típico en la región tiene un presupuesto de USD 2.9 millones, atiende un público promedio de 630 mil personas (USD 4.6/visitante) y trabajan en él 90 personas de tiempo completo. Un museo mediano promedio tiene un presupuesto de USD 800 mil, atiende a unos 200 mil visitantes (USD 4/visitante) y trabajan en él 30 personas de tiempo completo. Un museo pequeño promedio tiene un presupuesto de USD 60 mil y atiende a 40 mil visitantes (USD 1.5/visitante) con 10 personas de tiempo completo. Un museo muy pequeño tiene USD 30 mil, atiende a unas 15 mil personas (USD 2/visitante) con 4 personas de tiempo completo (gráficas 3-5).

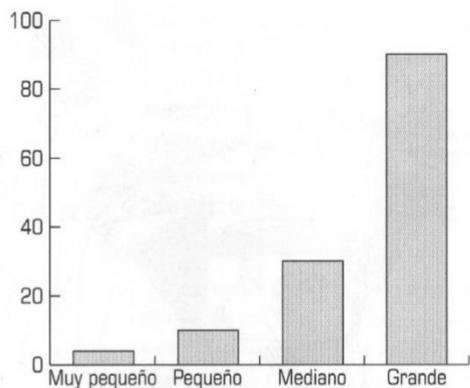


Gráfica 3. Público visitante promedio estimado según tamaño del museo o centro de C&T en América Latina

Tamaño	Visitantes anuales
Muy pequeño	15.000
Pequeño	40.000
Mediano	200.000
Grande	630.000
Mínimo	4.000 visitantes
Máximo	2.486.636 visitantes

Cobertura total estimada: ~16.000.000 visitantes anuales (3.8 %)

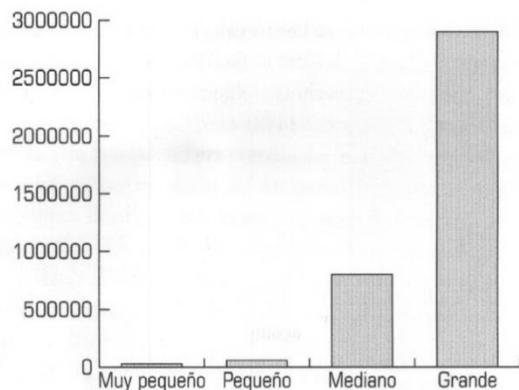




**Gráfica 4.** Empleos promedio de tiempo completo estimados según tamaño del museo o centro de C&T en América Latina

Muy pequeño	4	~ 192
Pequeño	10	~ 210
Mediano	30	~ 600
Grande	90	~1170

Total estimado: ~2172 trabajos de tiempo completo



**Gráfica 5.** Presupuesto promedio anual estimado según tamaño del museo o centro de C&T en América Latina

Muy pequeño	USD 30.000	(USD 2.0/P)
Pequeño	USD 60.000	(USD 1.5/P)
Mediano	USD 800.000	(USD 4.0/P)
Grande	USD 2.900.000	(USD 4.6/P)

Total estimado: ~ USD 58.000.000 (USD 3.6/P)



En febrero de este año se llevó a cabo en Canberra (Australia), el III Congreso Mundial de Centros de C&T. En la sesión *Global statistics* se dieron algunas cifras preliminares sobre el número de centros de C&T en el mundo (1492), el público atendido (275.3 millones de personas) y el presupuesto de estos centros (USD 3621.3 millones).

Los USD 3.6 por visitante latinoamericano están por debajo de los USD 10.5 por visitante europeo. En esto se conjugan dos factores: una menor inversión en América Latina, acompañada con unos menores costos operativos (por ejemplo, en Colombia el salario de una secretaria puede ser de USD 300 mensuales y el de un profesional joven, USD 500). Como es de suponer las cifras latinoamericanas están alejadas de las presentadas por la *Association of science-technological centres*; en su documento *Sourcebook of science center statistics 2001* informa que tan sólo las instituciones estadounidenses de la Asociación son visitadas por 120.5 millones de personas al año.

La población latinoamericana es aproximadamente el 7% de la mundial y los 102 centros latinoamericanos corresponden a su vez al 6.8% del total mundial. Los 16 millones de personas representan el 5.8% de visitantes del mundo y los USD 58 millones percibidos anualmente en los museos y centros latinoamericanos son apenas el 1.6% del total mundial. El promedio mundial de la inversión por visitante es USD 13.5, mientras que en la región es USD 3.6. El promedio de cobertura mundial es 4.6% y el promedio latinoamericano, como ya se vio, es 3.8%. El promedio de visitantes a un centro latinoamericano es 156.863 personas y el mundial, 184.517 personas.

En general, América Latina está por debajo de América del Norte, Europa, Japón y Australia y en mejor situación que África y la mayoría de países asiáticos. Obviamente debe realizarse un gigantesco esfuerzo para mejorar las cifras; parte de éste consiste en optimizar los procesos de gestión, agudizar la creatividad para llegar a sectores más amplios; pero funda-



mentalmente le compete a los diferentes estados de la región aumentar el porcentaje del PIB dedicado a ciencia y tecnología, así como implementar políticas que abran un espacio para un escenario propicio en el que los diferentes actores interesados en la popularización y la apropiación pública de la ciencia y la tecnología logren crear sentido para la ciencia en la cultura de los pueblos, sin los avatares característicos de estas actividades.

\*Correo electrónico: [mludus1@interred.net.co](mailto:mludus1@interred.net.co)





# Museos

Fernando Bragança Gil\*  
Director del Museo de Ciencia de la Universidad de Lisboa y editor de la revista *Museologia*

¿Qué debería ser un museo universitario? Mi inquietud sobre este tema se remonta a 30 años atrás, tanto como profesor universitario como alguien interesado en la museología, especialmente en la museología de las ciencias. A lo largo de estos años traté de mostrar -en la teoría y en la práctica- la importancia recíproca de la integración de museos en universidades. Los museos universitarios adquieren, por lo tanto, una cierta especificidad dentro del panorama general de los museos que justifica completamente la creación del nuevo Comité Internacional de Museos y Colecciones Universitarias (UMAC), perteneciente al ICOM (*International Council of Museums*) y dirigido a agrupar estos museos y reflejar los problemas comunes que los aquejan. Si bien es cierto que cada museo universitario puede pertenecer al Comité de la ICOM que más se aproxime a su especialidad, al considerar todo el universo de museos y hacer un corte transversal del mismo se ve que los museos universitarios están presentes en todos los comités existentes.

Se puede responder la pregunta del encabezado, '¿qué es un museo universitario?', afirmando lo que es obvio: un museo universitario es un museo que tiene un lazo de dependencia con una universidad. De hecho, las universidades con algún legado de interés general, sea de naturaleza artística o científica, deberían tener el derecho -y el deber- de crear sus propios museos, proveyendo las condiciones necesarias para la preservación, el estudio y la difusión pública de ese legado por diferentes medios, de los cuales el más común es la exposición. No obstante, esta definición concierne a aspectos administrativos y no da completamente lugar para la distinción entre los museos universitarios y sus contrapartes estatales nacionales, locales o, aun, privadas.

# universitarios



Con el creciente interés que la ciencia hubo ganado desde finales del siglo XVII, las universidades comenzaron a crear sus propios museos como complemento para la enseñanza y la investigación, especialmente en los diferentes campos de la historia natural. En realidad, la existencia de colecciones tan extensas y completas de especímenes de las ciencias de la vida y de muestras geológicas probó ser esencial cuando el propósito de la investigación en ciencias naturales se enfocó en las variaciones macroscópicas naturales. Así, los museos universitarios de historia natural estuvieron dentro de los primeros museos desarrollados tanto en Europa como en América.

En Portugal, los primeros museos creados oficialmente también fueron de historia natural: i) el gabinete real creado en 1772 en el Palacio de Ajuda (Lisboa) para la educación de los príncipes José y Joao (hijos de la reina María I), que incluía un jardín botánico y un gabinete de física y ii) el museo que se empezó a crear en la Universidad de Coimbra, un año más tarde, como consecuencia de la profunda reforma curricular llevada a cabo por esa época. Mientras éste último tuvo desde su fundación un carácter universitario, el primero sólo se convirtió en tal *-strictu sensu-* cuando parte de las colecciones del gabinete real fueron integradas a la Escuela Politécnica, creada en Lisboa en 1837, y consecuentemente, en 1911, a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa. De modo similar a sus contrapartes en el exterior, estos museos, y en particular el Museo de Lisboa, contribuyeron de forma sobresaliente durante finales del siglo XVIII y

el siglo XIX al inventario de la naturaleza, mediante la identificación y la descripción de nuevas especies traídas a casa por los exploradores de las colonias portuguesas en África, Asia y Brasil.

La relevancia de los museos de historia natural y sus lazos con instituciones académicas aumentó después de la contribución de Darwin en el campo de la evolución de las especies, cuyo estudio requirió la existencia de colecciones muy extensas y diversificadas. Por otro lado, la difusión de la cultura fue despertando en los ciudadanos una curiosidad considerable sobre la



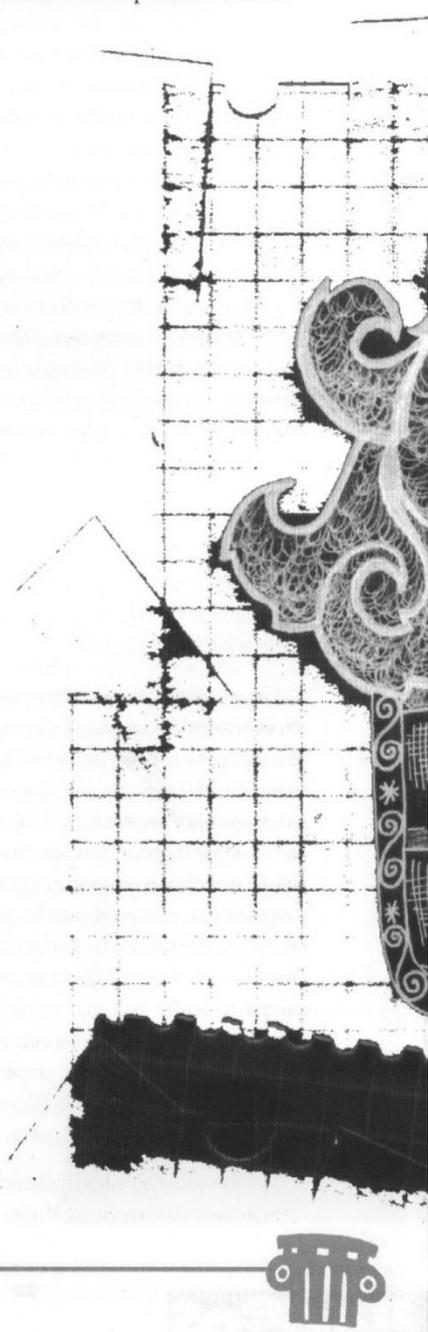
contemplación de objetos de la naturaleza, lo cual contribuyó en gran medida a la popularización de los museos de historia natural. Conforme esto ocurría, un conflicto de intereses entre los científicos y los visitantes de los museos se iba gestando lentamente. En su mayoría, el público visitaba los museos motivado por la curiosidad y el placer de contemplar los objetos producto de la naturaleza, particularmente si éstos eran exóticos y por lo tanto inaccesibles al hombre común. Los científicos consideraban el museo como su 'lugar de trabajo', donde podían encontrar y estudiar los objetos de su interés. Así, las exposiciones presentaban colecciones muy completas, organizadas y preservadas de acuerdo con procedimientos científicos encaminados a mejorar la investigación de dichos objetos. Al mismo tiempo, los visitantes comunes se aburrían cada vez más ante la inmensa galería de estantes con, aparentemente, muchos de los mismos objetos.

Algunos pioneros en el campo de la museología de las ciencias atribuyen la conciliación de esta contradicción a una transformación de grandes magnitudes en los museos de historia natural ocurrida en 1891 con la construcción del Museo de Historia Natural de Berlín. La concepción del Museo de Berlín se basó en la teoría de Moebius anteriormente probada en el Museo de Zoología de Kiel. Las ideas de Moebius se fundamentaban en el principio de separación entre la colección científica y la exhibición al público. Mientras la primera se enfocaba en la investigación y debería ser tan extensa como fuera posible, la exhibición al público debería consistir en una selección de los objetos más representativos (o réplicas) de la colección científica, ya que busca una aproximación más ligera y conveniente para no especialistas.

Entre el último cuarto del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XX, los museos de historia natural fueron territorios de excelencia científica, tanto para estudiantes de pregrado como para científicos ya graduados -de aquí la asociación natural entre museos y universidades que se da con las ciencias naturales. Posteriormente, a mediados del siglo XX, nuevas formas de investigación en biología (al tener la célula y la molécula como unidades de análisis antes que a los cuerpos como un todo) disminuyeron drásticamente la importancia de los museos de historia natural como centros fundamentales de investigación. Sin embargo, la observación basada en objetos y el estudio de éstos todavía es relevante, en particular en las aplicaciones de ciencias biológicas y geológicas. Y no olvidemos la indudable importancia de exhibir la biodiversidad, tanto de especies vivientes como de las ya extintas, al igual que los diferentes materiales -minerales y rocas- que existen en la Tierra.

Los museos de historia natural tienen, por lo tanto, un importante papel que jugar en la investigación pura y aplicada a pesar del aminorado papel de la taxonomía y la sistemática en algunos departamentos universitarios de biología y geología. Hay una relación recíproca clara entre los museos de historia natural y los departamentos universitarios y, sin lugar a dudas, estos museos deberían permanecer en las universidades.

Hasta ahora sólo consideré la importancia para las universidades de la investigación científica desarrollada en museos de historia natural. No obstante, todavía necesitamos considerar su importancia en la educación de pregrado, en particular en la preparación universitaria de próximos profesores de secundaria. Aun si el conocimiento científico se vuelve cada vez más especializado, no parece aceptable, por decir lo menos, que las próximas generaciones sólo estudien un animal o una planta a través de



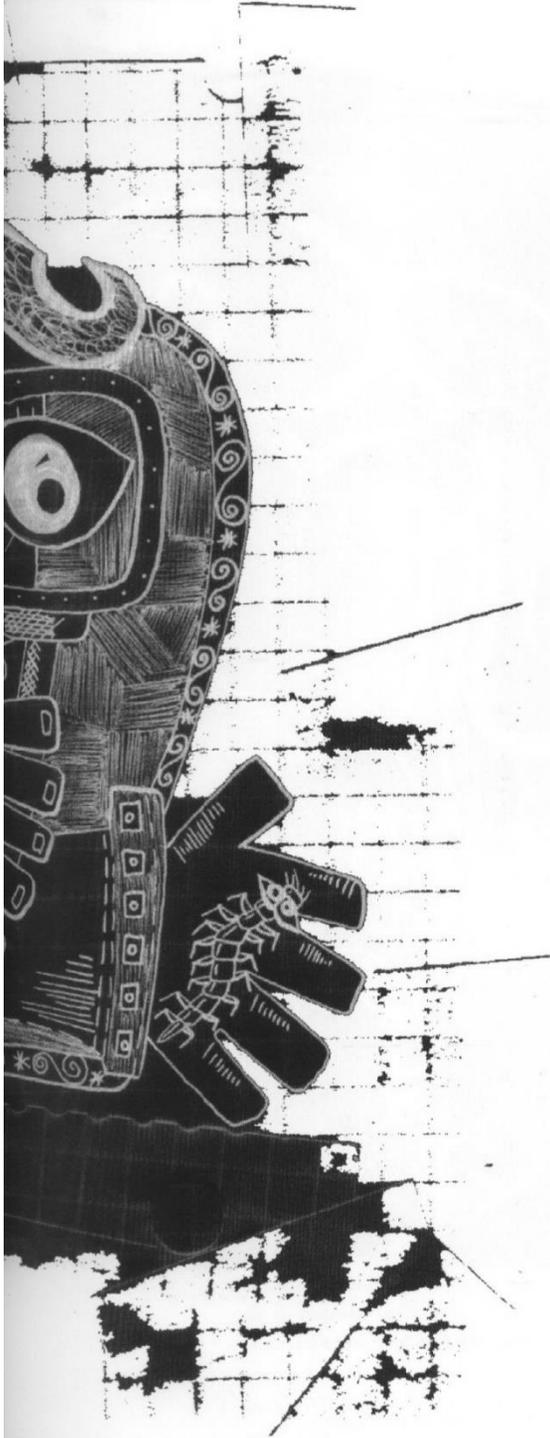
sus células o un mineral mediante su estructura cristalina. Los museos de historia natural son los lugares donde se preserva, estudia y exhibe los objetos macroscópicos de la naturaleza y su visita debería ser promovida entre estudiantes universitarios, especialmente entre los futuros profesores de biología y geología.

Deberíamos también tener en cuenta otro papel de los museos universitarios, incluido en el campo más amplio de la responsabilidad social de las universidades: la difusión del conocimiento científico entre el público general y en particular la promoción del interés científico y la curiosidad entre la juventud. Volveremos después sobre este punto cuando mencionemos los 'museos de ciencia y tecnología', nombrados así de acuerdo con el ICOM. Estos museos se originaron en el siglo XIX y han experimentado un extraordinario crecimiento en las últimas décadas. Usualmente, pueden ser agrupados *grosso modo* en dos tipos, llamados aquí por simplicidad 'contemplativo/histórico' y 'participativo/interactivo'. Estos últimos, los 'centros de ciencia', han ganado una gran popularidad -y la consecuente multiplicación- debido al entretenimiento que brindan y al papel educacional que potencialmente tienen. A pesar de los modestos intentos -casi me atrevería a decir 'avergonzados' por integrar las dos filosofías de exhibición y el consecuente logro de unificar las instituciones museológicas de ciencia y tecnología -, los museos de ciencia y los centros de ciencia están evolucionando por separado y casi parecen ignorarse entre sí.

Los museos de ciencia tienen su origen en instrumentos científicos y tecnológicos que se volvieron obsoletos y fueron reemplazados por unos más modernos. La memoria de estos objetos es preservada mediante una rigurosa selección y la consecuente incorporación a un museo. Los laboratorios universitarios de educación e investigación son una excelente fuente de colección de equipo científico representativo mientras se cuente con un museo y especialistas que ayuden en los procesos de selección, incorporación y preservación. De hecho, la selección de instrumentos científicos en el siglo XIX y anteriores era bastante simple, aunque no ocurre lo mismo con objetos más recientes, en especial aquellos aún en uso. La colección de equipamiento contemporáneo requiere conocimiento y preparación -no deberíamos olvidar que el presente no tardará en convertirse en pasado y, por lo tanto, el equipo científico y técnico es en potencia una pieza de museo.

Muchas universidades se dieron cuenta de la importancia de crear museos de ciencia. El Museo de la Historia de la Ciencia

de la Universidad de Oxford, el Museo Whipple de la Universidad de Cambridge o el Museo de Historia de la Física de la Universidad de Padua son grandes ejemplos. En Portugal también fueron creados museos históricos de ciencia en las universidades de Lisboa y Coimbra. El Museo de Física de la Universidad de Coimbra -con su colección de instrumentos del siglo XVIII- tiene una relación histórica cercana con el Museo de Padua.



De hecho, la primera vez que se dictaron clases de física de manera regular en Portugal, fue un italiano, Giovanni dalla Bella, anteriormente profesor de la Universidad de Padua, el encargado de impartirlas. Dalla Bella comenzó enseñando física en Lisboa en el Colegio de los Nobles y más tarde fue transferido a la Universidad de Coimbra. En estas dos instituciones Dalla Bella creó un gabinete de física y puso en práctica la experiencia adquirida en Padua. En la Universidad de Lisboa, el Museo de Ciencia tiene una colección de equipo científico que provino principalmente de la Escuela Politécnica del siglo XIX.

La recolección de equipo e instrumentos para ser incorporados en un museo histórico de ciencias requiere de una cercana colaboración de especialistas de tres campos: científicos, historiadores de la ciencia y museólogos. En consecuencia, me pregunto: ¿hay algún lugar más adecuado para reunir, promover el diálogo y el trabajo fructífero entre estos especialistas que un museo universitario? Los científicos e historiadores trabajan en universidades -es su lugar de trabajo por naturaleza. Los museólogos algunas veces hacen parte del personal de los museos o del departamento de museología de la universidad, suponiendo que éste exista. El departamento de museología debería participar en la creación de los museos universitarios -o en su renovación, si es que éstos ya existen- junto con la dirección del museo, los curadores y otros departamentos directamente relacionados con las disciplinas representadas en los museos. Esta colaboración interdepartamental potencialmente rica en la creación y uso de los museos es una de las razones que justifican la existencia de los museos universitarios.

Antes mencioné a los centros de ciencia, instituciones diferentes a los museos de ciencia en sus características y misión. La existencia de un centro de ciencia dentro de una universidad es menos obvia (y por tanto más controversial), en particular cuando éste se orienta a la presentación de un simple conjunto de módulos interactivos educativo-entretenedores. Sin embargo, los centros de ciencia se integran mejor a la misión universitaria cuando presentan una visión de la ciencia más amplia y sus exhibiciones tienen un contexto histórico -es decir, si se logra la síntesis de estas dos filosofías. De esta forma, los museos universitarios de ciencia e historia natural pueden promover un incremento efectivo en el alfabetismo científico entre el público -ya sea éste la comunidad universitaria (profesores, estudiantes y empleados) o estudiantes de bachillerato y visitantes en general, algunos de los cuales nunca antes habían entrado a una universidad.



Aun más, la existencia de exhibiciones científicas interactivas en los museos universitarios puede estar justificada en vista de su papel como 'laboratorios de prueba' para innovaciones educativas y museológicas en el ámbito de los departamentos de educación y museología.

Hasta ahora, los museos universitarios mencionados en este artículo estaban directamente involucrados en la promoción de la misión científica, educativa y cultural de sus instituciones madres. No obstante, otras razones estaban detrás de la creación de otra clase de museos universitarios. Entre éstas sobresale la necesidad de preservar y eventualmente exhibir el patrimonio artístico y de archivo heredado de la existencia de la universidad décadas o aun siglos atrás. En universidades más antiguas, la creación de estos museos es con frecuencia la única forma de estudiar, exhibir y así proteger el legado histórico que de otra manera podría degradarse y perderse. Se puede objetar que el patrimonio histórico podría ser trasladado a museos existentes fuera de la universidad, pero tal solución es inconveniente porque el traslado cortaría memorias que están muy relacionadas con la actividad de la universidad y sería contraria al principio de preservación *in situ* (la cual es una regla de oro en campos como la arqueología). Muchos de los museos de arte universitarios -por ejemplo el Museo de Arte Sacro de la Universidad de Coimbra- fueron creados con ese propósito específico en mente.

Un caso interesante en particular ocurre cuando los museos universitarios utilizan sus salones y galerías para exhibir colecciones de arte y de archivo relacionadas directamente con su universi-

dad madre. Estas exposiciones son obviamente más relevantes en el caso de universidades antiguas .

Al comenzar el artículo hice la pregunta '¿qué es un museo universitario?', que no es fácil de responder de manera clara y directa debido a una realidad diversa que intenté mostrar en sus aspectos más generales. Sin embargo, si se me pidiera ser más preciso, diría que un museo universitario es una institución museológica que colecciona, estudia y exhibe piezas pertenecientes a los diversos ámbitos y aspectos de una determinada



universidad. A través de esto contribuye (bien por su propia iniciativa, bien junto con otras instancias de la universidad), a la promoción de la actividad científica, pedagógica y cultural de la universidad a la cual pertenece.

Finalmente, los museos tienen un papel fundamental que jugar en la promoción de la actividad cultural en cualquier universidad moderna. De hecho, los museos son el instrumento más efectivo que tienen las universidades para promover la cultura en el sentido más amplio del término y llevarla a la comunidad exterior. El ambiente de un museo -por definición, abierto a todo el mundo-, las colecciones que posee, las exhibiciones que presenta, las conferencias y cursos libres que organiza, las observaciones y demostraciones que en él pueden tomar lugar, proyectan la universidad a la comunidad y promueven una cultura y una mentalidad abiertas y modernas.

- \* *Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, rua da Escola Politécnica 56, 1250-102 Lisboa, Portugal. Correo electrónico: fbgil@museu-de-ciencia.ul.pt*
- 1 Traducción de un artículo del autor [Bragança Gil, F. 2002. "University museums", *Museologia* 2 (1-2):1-7] realizada por Ernesto Betancourt.
  - 2 Actualmente, tanto el Museo Nacional de Historia Natural como el Museo de Ciencias, creado en 1985, disfrutan de total autonomía de la Facultad de Ciencias. Estas instituciones son los dos museos de la Universidad de Lisboa.
  - 3 El verdadero rol educativo de los centros de ciencia y su relevancia en la promoción del alfabetismo científico es todavía una materia de discusión, especialmente en vista de la forma en que actualmente se presentan y usan.
  - 4 Desde 1988 el autor ha escrito extensamente sobre este tema. Ver, por ejemplo, Bragança Gil, F. 1998. "Museums of science or science centers: two opposite realities?" En: Ferreira, MA y Rodrigues, JF (eds.). *Museums of science and technology*. Lisboa: Fundação Oriente y Museo de Ciência da Universidade de Lisboa, pp. 21-39

- 5 Cf. [www.fis.uc.pt/museu/index.htm](http://www.fis.uc.pt/museu/index.htm) (Museu de Física da Universidade de Coimbra)
- 6 Cf. [www.museu-de-ciencia-ul.pt](http://www.museu-de-ciencia-ul.pt) (Museu de Ciência da Universidade de Lisboa)
- 7 La museología es un campo del conocimiento aún subvaluado en la mayoría de universidades, tal vez porque el entrenamiento del personal de museos tradicionalmente deriva de la práctica profesional en los mismos. Sin embargo, la creciente complejidad y diversidad del 'fenómeno museológico' necesariamente conduce a la educación universitaria especializada y a la investigación. No es necesario decir que tal enseñanza e investigación deberían tener lugar en departamentos universitarios especialmente creados para esta labor.
- 8 El Museo de Ciencia de la Universidad de Lisboa ocupa en la actualidad un espacio que desde comienzos del siglo XVII era usado para la educación por diferentes instituciones. Una de las galerías permanentes del Museo está destinada a la historia de estas instituciones y exhibe piezas originales y documentos pertenecientes a las colecciones del Museo.



# sala interactiva

sala interactiva \* sala interactiva \* sala interactiva

Museo  
de la  
Ciencia  
y el  
Juego

La sala interactiva tiene el propósito de subvertir la concepción de museo tradicional, en donde está prohibido tocar los objetos expuestos.

El museo busca que las personas que lo visitan puedan manipular sus montajes libremente, experimentar, jugar y acercarse a la ciencia de una forma divertida y amena. Se trata de ofrecer explicaciones sencillas acerca de los montajes, usando juegos de semejanzas y diferencias, asimilando fenómenos naturales con funcionamiento de mecanismos o aparatos que utilizamos a diario, como una licuadora, una parabólica, un espejo.

¡Pero ojo profesores! La visita a la sala no debe ser asumida o impuesta como una tarea. Los estudiantes no van a copiar información para luego rendir un informe. Se trata de todo lo contrario: que el estudiante vaya a divertirse y a aprender en un espacio de libertad.

## atención

De 8:00 a.m. a 12:00 a.m. y de 1:30 a 5:00 p.m. de lunes a viernes.  
Sábados de 9:00 a 2:00 p.m.  
Los costos de la visita se cancelan en la Facultad de Ciencias de la Universidad. Los MIÉRCOLES en la tarde se atenderá exclusivamente a estudiantes, profesores y empleados de la Universidad Nacional, sin ningún costo.  
\$ 2.000 para colegios privados, universidades y particulares;  
\$ 1.000 para colegios públicos.



sala interactiva sala interactiva sala interactiva sala interactiva

## sala interactiva

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias

\* Teléfono : 3165413 \* Telefax : 3165441

\* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11854

\* Apartado Aéreo : 59541 de Bogotá, Colombia

\* Correos electrónicos : visitas@mluduspop.org

mludus@yahoo.com

<http://www.mluduspop.org>

sala interactiva sala interactiva sala interactiva sala interactiva

► **La Universidad Nacional de Colombia, Sede**

**Bogotá**, firmó recientemente un convenio con la Alcaldía Local de Engativá -una de las veinte localidades en que está dividida Bogotá, Distrito Capital-, que le permitirá realizar allí alrededor de 35 proyectos en los campos de la salud, la calidad de vida, el medio ambiente, la participación ciudadana y la cultura. La importancia de este convenio está en el hecho que por primera vez el sector académico tratará in extenso los problemas de la ciudad, enfocados en una población cercana al millón de habitantes.

El Museo de la Ciencia y el Juego (MCJ) tiene a su cargo el proyecto "Feria de la Ciencia de Engativá", concebido como un proceso de encuentro entre la Localidad, su comunidad educativa y la Universidad. El proyecto, que se inició en mayo, comprende talleres con docentes, conferencias, sesiones de asesoría a los colegios participantes y foros. La Feria, la cual se realizará en octubre de 2002, tendrá como tema "El medio ambiente y la ciudad", y se espera mostrar en ella unas 30 propuestas escolares al respecto.

► **Con la coordinación de la Secretaría Ejecutiva de la Red-POP**, que estuvo en cabeza del Museo de la Ciencia y el Juego, se llevaron a cabo recientemente cuatro eventos:

- Curso-taller "Entrenamiento en gerencia de centros interactivos de divulgación y popularización de la ciencia", en Barquisimeto (Venezuela), organizado por Fundacite Lara.
- Seminario "Las comunicaciones en museos y centros de C&T", en México DF (México), organizado por Universum y El Exploratorio.

- Curso "Planificación estratégica orientada a museos de ciencias", en Córdoba (Argentina), organizado por Puerto Ciencia, la Universidad de Córdoba y el Centro de Ciencias Explora de León (México).

- Seminario "Debate y construcción de estrategias de popularización para contextos sociales desfavorables", en La Plata (Argentina), organizado por Mundo Nuevo y Ciencia Viva, de Uruguay.

Estos eventos ponen de presente la vitalidad de la Red-POP y de sus miembros.

► **La Asociación Colombiana de Museos (ACOM)** ha organizado en el Museo Nacional una serie de conferencias sobre el tema "Museo y educación".

► **El programa de Exposiciones itinerantes del MCJ** ha estado

muy activo. Durante todo el mes de marzo, conjuntamente con la Universidad del Cauca, se expuso en la Casa Caldas (Popayán) una exitosa exposición interactiva, visitada por cerca de 20.000 personas.

► **Con la cofinanciación de Colciencias** se desarrollan cinco exposiciones itinerantes del MCJ, con una duración de un mes cada una, en otras tantas ciudades colombianas. Ya se realizaron las correspondientes a Montería (Córdoba), en la Universidad de Córdoba, y a Yopal (Casanare), en la sede de Unitrópico. Próximamente llegarán otras muestras a San Gil (Santander) en el Colegio Seminario San Carlos, a Quibdó (Chocó) y Medellín (Antioquia).

► **El MCJ** asesora y construye actualmente los montajes que tendrá el Museo Interactivo de la Frontera, cuya sede será la Universidad Francisco de Paula Santander, en Cúcuta (Norte de Santander).





geoplane

# Ayudar a pensar la educación, una tarea colectiva

(una opinión desde  
las neurociencias)

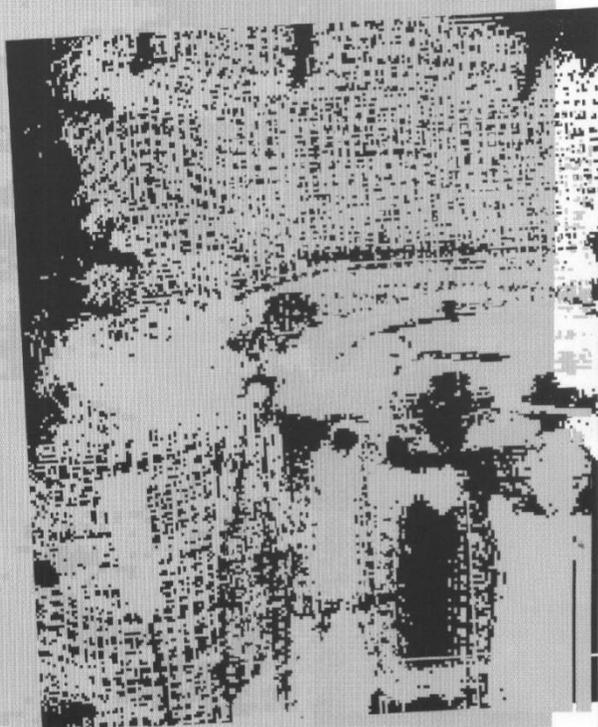
Miguel Eduardo Martínez, MD\*

Profesor Asociado del Departamento de Ciencias  
Fisiológicas, Facultad de Medicina, Universidad  
Nacional de Colombia

Todo el que se acerca a la función cerebral padece por lo menos de dos tentaciones: la especulación filosófica y la pretensión de inducir un cambio educativo. Por tanto, no debe resultar extraño que nuestro trabajo educativo en el Museo de la Ciencia y el Juego nutra permanentemente nuestra búsqueda de unas neurociencias aplicadas. La educación, la psicología y las neurociencias cognitivas comparten un interés común por una indagación en torno al problema de la inteligencia, no sólo en lo referente a su desarrollo y calificación, sino también en la búsqueda por sus fundamentos biológicos.

Son muchos los aportes que desde la filosofía de la razón, la psicología y ahora desde las neurociencias se han hecho a la pedagogía contemporánea. Quizás fue Roger Sperry el primero en aludir a estilos cognitivos distintos, basado en sus hallazgos sobre el "cerebro dividido". Para él y sus seguidores, el estilo cognitivo 'derecho' se caracterizaba por un predominio de elementos visoespaciales y emocionales, mientras que en el 'izquierdo' el predominio era de tipo verbal y simbólico. Como colofón de sus trabajos, Sperry reclamaba una reforma educativa en la que tuvieran cabida las habilidades 'derechas', largamente discriminadas, según él, por la educación tradicional.

La utilidad de estas categorías en el terreno educativo ha sido largamente discutida. Aparte de su gran atractivo -pues no se puede dudar que tienen el encanto de las explicaciones simples-, no es mucho lo que se puede añadir a la discusión tras, por lo menos, veinte años. Baste con señalar que el fenómeno del "cerebro dividido", sobre el cual trabajó Sperry, era artificial, ya que fue el resultado de una intervención quirúrgica practicada en pacientes epilépticos de muy difícil control. Para mal o para bien, todos nuestros estudiantes gozan, o padecen, de la comunicación





derecho

izquierdo

indemne entre sus dos hemisferios y, en un buen porcentaje, no sufren las distorsiones cognitivas propias de ciertas formas de epilepsia.

En los últimos diez años -y se nos antoja que en una línea de desarrollo similar a la antigua idea de Sperry-, han aparecido nociones como las de 'inteligencias múltiples' o de 'inteligencia emocional' que parecen revivir las demandas por formatos educativos más abiertos a la variedad de estilos cognitivos posibles de ser vislumbrados a la luz de ciertas formas de evaluación psicológica. Pero en un sentido práctico, ¿qué puede aportar la visión de las neurociencias a la reflexión educativa actual?

Con frecuencia los padres buscan consejo en el profesional de la salud sobre cuál es la mejor modalidad escolar para sus hijos, y con mucha frecuencia la pregunta es cuál es la 'más científica'. Puesto que hoy admitimos procesos de desarrollo cerebral de velocidad variable, estilos cognitivos diversos y patrones de maduración cerebral que pueden ser intervenidos desde distintos puntos de vista, seguramente debemos admitir también que no todos los sujetos van a encontrar eco a su 'dotación cerebral' en todos los ámbitos escolares posibles.

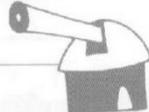
Algunos padres de hoy -si tienen los medios económicos para ello- pueden acceder a una oferta de servicios educativos para sus hijos que sorprende, y muchas veces confunde, por la variedad de los supuestos pedagógicos desde los que opera. Esta 'apertura' es consecuencia de un proceso de desregulación en el que se han empeñado los gobiernos de nuestros países, de mano de ciertas corrientes de la llamada 'globalización'. Esta desregulación admite diversas posturas, de acuerdo con distintas corrientes pedagógicas, que van desde una inserción muy temprana en la tecnología, los idiomas extranjeros y los deportes de competencia, hasta una postura permisiva que, enmarcada en una mirada que hace del juego la actividad primordial de



la infancia, se ocupa de 'acompañar' a los desarrollos neurológicos y psicológicos sobre los que se fundamenta la lecto-escritura y la pre-matemática y se preocupa fundamentalmente por el desarrollo de la socialización. Al lado de estas posturas, no necesariamente opuestas, encontramos métodos y ámbitos más cercanos a aquello que para un lector de mediana edad ha podido ser su experiencia o la de sus hijos y que en el terreno educativo se sataniza frecuentemente con el epíteto de 'modelo tradicional'.

Son muchas las críticas que ha recibido y continúa recibiendo tal modelo como para poder examinarlas aquí. Basta con señalar que la experiencia del programa Re-Creo nos ha ratificado por lo menos dos rasgos que merecen ser destacados en el marco de esta reflexión: por una parte, la disociación entre lo que se predica y lo que se hace. Cuando uno se acerca a una institución educativa es suficiente indagar por el Proyecto Educativo Institucional (PEI) para darse cuenta de que se trata de un documento, un acervo de textos que suele estar a buen recaudo en alguna dependencia escolar y que en muy pocas ocasiones se ventila, se discute o se socializa. Esto conduce a una práctica institucional muy frecuente en nuestro medio: "Se obedece, pero no se cumple". Son escasas las instituciones en donde el PEI ha logrado convertirse en un proyecto encarnado en la praxis del personal administrativo, de los educadores, alumnos y padres. Esta disociación entre lo formal y lo real ya de por sí resulta perturbadora a la hora de pensar en una formación que pueda ser nombrada como tal.

El otro rasgo que ha despertado nuestra atención desde el programa Re-Creo es el referido al nivel académico de los profesores. En todo el mundo la profesión educativa ha sufrido un deterioro tan marcado por cuenta de la precariedad de los salarios que los maestros perciben, que dedicarse a la enseñanza no resulta



atractivo para quienes muestran un nivel elevado de éxito frente a las exigencias académicas. Esto genera distorsiones al interior de una misma institución escolar. En nuestra experiencia suele ser más fácil encontrar maestros con verdadera 'vocación' en el trabajo con preescolares y niños de primaria que maestros con formación disciplinar sólida dispuestos a indagar los caminos de la ciencia positiva al lado de adolescentes bulliciosos. No en vano los profesores universitarios sentimos con frecuencia que nuestro trabajo debe intentar corregir todo lo que se hizo previamente mal. Es bastante común la queja de que los estudiantes universitarios leen mal, se expresan mal, no saben escribir, no son proclives a la abstracción y a la reflexión y suelen exhibir una actitud más bien despreciativa y oportunista frente al esfuerzo y a la consagración a una meta.

Pero volvamos aquí sobre nuestra pregunta original: ¿qué puede aportarnos la visión actual de las neurociencias con relación a la reflexión educativa? Probablemente mucho. Como no se trata de construir un discurso educativo 'nuevo' fundamentado en las neurociencias -sobre todo porque éstas no configuran una ideología sino un punto de encuentro-, nos limitaremos a dar cabida a puntos de vista que, fundamentados en la psicología cognitiva -prima hermana de las neurociencias cognitivas- y en el 'pensamiento complejo', hacen un llamado a una 'apertura' del campo educativo para que dé cabida a estilos emocionales, cognitivos y de comprensión del mundo diversos y necesarios. No significa esto una adhesión de parte nuestra a la totalidad de los postulados que se proponen; experimentamos la suficiente admiración por el trabajo de cada uno de los autores citados para que podamos ahorrarnos la adulación y el 'borreguismo'.

El sicólogo norteamericano Howard Gardner propone en su libro *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas* (1999) unas cualidades que deberían estar incluidas en todo buen sistema educativo: la verdad, la belleza y la bondad. Aunque sus pretensiones puedan resultar, en primera instancia, utopistas, bien vale la pena examinarlas. Se trataría de proponer hilos conductores para la articulación del saber, en lugar de atiborrar de contenidos. Metodológicamente propone apelar, mediante estrategias distintas, a las ocho modalidades intelectuales que él mismo describió y que se conocen como 'inteligencias múltiples': se trataría de ofrecer vías de acceso eficaces, analogías apropiadas y múltiples representaciones de las ideas esenciales de un tema. Vías de acceso, analogías y representaciones variadas para un mismo tópico y que serían escogidas por el 'enseñante' (término que utiliza Gardner para referirse a los maestros), de acuerdo con el repertorio intelectual propio y de sus estudiantes, con el momento y con la situación intelectual.

Podría entonces escogerse entre vías de acceso narrativas, numéricas, lógicas, existenciales/esenciales, estéticas, prácticas o interpersonales; todas dirigidas a lograr despertar el interés de los estudiantes. Eso sí teniendo claro que, tal y como lo afirma Gard-

ner, "no hay ninguna fórmula para generar vías de acceso prometedoras; debemos combinar la sensatez, el análisis y la imaginación, y debemos hacer pruebas a conciencia. Y aunque no hay ninguna obligación de utilizar todas las vías de acceso, la ventaja de hacer uso de muchas es fácil de comprender: lo que funciona para un estudiante con un tema, puede que no funcione con otro estudiante con otro tema o para el mismo estudiante en otra ocasión".

Una vez que se ha despertado el interés de los estudiantes, se buscaría profundizar sobre el tema haciendo uso de comparaciones adecuadas y empleando medios complementarios para representar los aspectos fundamentales. No se trata de un método infalible y rígido, ni mucho menos de una didáctica escueta. Lo que Gardner propone para cada uno de estos tres aspectos (vías de acceso, analogías y representaciones) es admitir la diversidad de estilos cognitivos usados para explorar lo que se nos presenta como verdadero, bello y bueno.

Edgar Morin es uno de los exponentes vivos más importante del llamado 'pensamiento complejo'. Tanto Morin como sus seguidores proponen llevar a cabo la empresa intelectual de admitir una mirada del mundo no fragmentada y por lo tanto compleja. Para ello han indagado por terrenos disímiles, sólo en apariencia, como la historia de los métodos, la



Sentimientos

Sentimientos

Emociones

Acciones

Acciones

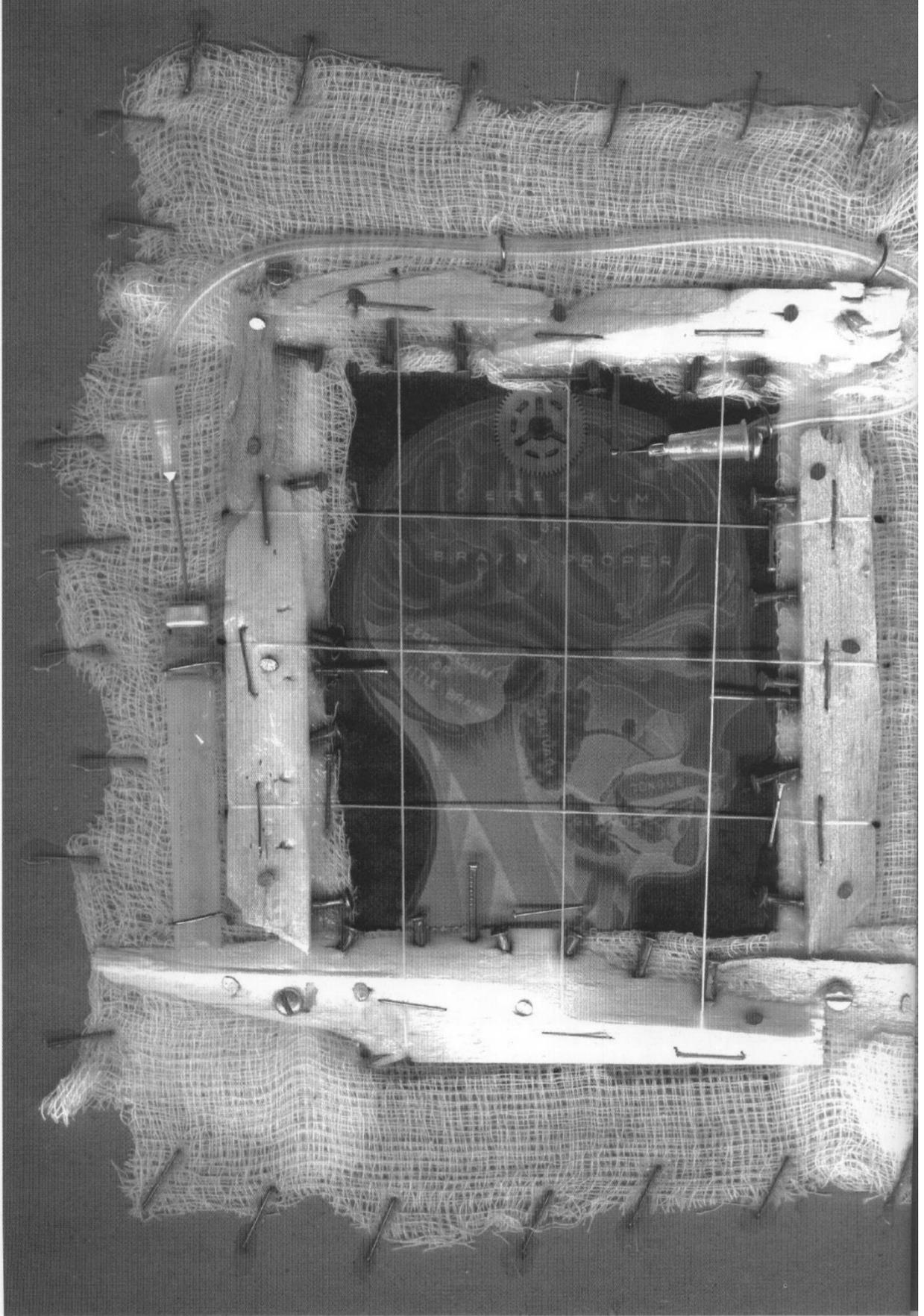
Sentimientos

Acciones

Emociones

Sentimientos





política, la filosofía de la naturaleza y la educación. En este terreno, Morin propone “[...] siete saberes ‘fundamentales’ que la educación del futuro debería tratar en cualquier sociedad y en cualquier cultura sin excepción alguna ni rechazo, según los usos y las reglas propias de cada sociedad y de cada cultura”. Éstos son: las cegueras del conocimiento -el error y la ilusión-, los principios de un conocimiento pertinente, la enseñanza de la condición humana, la enseñanza de la identidad terrenal, el enfrentar las incertidumbres, la enseñanza de la comprensión y la ética del género humano.

Se trataría de corregir paradojas tales como la de la ceguera de la educación tradicional ante el problema del conocimiento humano; sus dificultades, sus tendencias tanto al error como a la ilusión, que actúan como parásitos de la mente humana, y su dependencia de los rasgos mentales, cerebrales y culturales que concurren en los individuos: “[...] se trata de armar cada mente en el combate vital para la lucidez”. No es de extrañar entonces que para este autor el conocimiento pertinente sea aquél capaz de abordar los problemas globales y fundamentales, para inscribir allí los conocimientos parciales y focales; capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos, las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo en un mundo complejo. Dado que la educación tradicional fragmenta la condición humana a través de la mirada parcial de las disciplinas, la educación del futuro debería ocuparse de reunir y de organizar los conocimientos dispersos que sobre ella se encuentran en las ciencias de la naturaleza, las ciencias humanas, la literatura, la filosofía y “mostrar la unión indisoluble entre la unidad y la diversidad de todo lo que es humano”.

Por su parte, la ‘inteligencia emocional’ surge como concepto en las últimas dos décadas, a partir de la crítica de los planteamientos de la psicología clásica en torno a los métodos de cuantificación de

la ‘inteligencia académica’, de los trabajos de investigación que correlacionan el cociente intelectual (CI) con los resultados de éxito ulterior en los individuos y con las evidencias que permiten identificar factores asociados a las emociones y los sentimientos, como determinantes fundamentales en el éxito o fracaso de los proyectos escolares.

En nuestro medio, los estudios realizados (con el acompañamiento parcial del programa Re-Creo) muestran que el desarrollo de herramientas específicas para intervenciones que favorezcan la racionalización de los sentimientos y el desarrollo de conductas adaptativas para su manejo adecuado implica un trabajo adicional para todos los miembros del ambiente escolar en torno a la capacidad del estudiante para definir y criticar sus propios sentimientos, emociones y acciones y para registrar los resultados, sobre todo en lo que se refiere a su impacto sobre las capacidades académicas, de solución de problemas y de integración social y comunitaria. Esta tarea, no sólo requiere la existencia de criterios definidos por parte de profesores y padres de familia en torno al reconocimiento y la importancia de la inteligencia emocional, sino también unas estrategias de evaluación que a su vez demandan una interacción personalizada entre docentes, discentes y padres de familia. Otras exigencias se refieren a contar con referentes previos de las habilidades emocionales de los niños para que éstas sean utilizadas como puntos de partida del proceso evaluativo, así como a la existencia de unos instrumentos para la valoración y el seguimiento de las habilidades emocionales -de naturaleza flexible pero verificable-, de modo que pueda limitarse cualquier el sesgo en su identificación y cualificación.

Desde el nicho del “proyecto Cero”, David Perkins postula la recuperación para el ámbito educativo de lo que allí denomina ‘inteligencia salvaje’. La inteligencia salvaje incluye la habilidad para reconocer problemas escondidos en situaciones confusas y





la motivación y el buen sentido para escoger cuáles son los problemas que merecen que uno invierta tiempo y energía en resolverlos. Perkins opone esta inteligencia salvaje a una 'inteligencia de laboratorio' propia de la educación tradicional, en donde los problemas y los modos de solución están predeterminados, programados y, la mayoría de las veces, instrumentalizados. La inteligencia salvaje estaría acompañada de unas disposiciones de pensamiento equivalentes a aquello que en el lenguaje cotidiano conocemos como 'apertura de mente', curiosidad o escepticismo. Tales disposiciones estarían relacionadas con la sensibilidad frente a las situaciones que nos invitan a pensar y a aprender y con la motivación para vincularse en el pensamiento y el aprendizaje. Por eso no son de extrañar los rendimientos diferenciales que suelen encontrarse entre los estudiantes de las carreras profesionales cuando se enfrentan a escenarios formales o reales. Este hallazgo suele ser usual en la enseñanza de las profesiones liberales, en la que son frecuentes las intervenciones de los estudiantes en el manejo de casos reales. No sólo estos ambientes exigen la puesta en funcionamiento de habilidades distintas a las del entorno académico formal, sino que a su vez propician la emergencia del trabajo cooperativo.

Para Perkins es necesario que estas formas de inteligencia no sólo se reconozcan sino que no se discriminen: "[...] con frecuencia se piensa que los alumnos de alto riesgo son lentos en sus aprendizajes ya que no están particularmente enfocados para cumplir con las expectativas académicas. Es muy posible que estos muchachos posean una 'inteligencia callejera' para la cual no hay medida ni reconocimiento en los ambientes académicos convencionales. Algunas personas tienen fortalezas que sólo aparecen cuando se cambian las reglas del juego. Repenti-

namente, algunos que no parecían demasiado inteligentes se muestran muy inteligentes y viceversa [...] Para otros, que ya se desempeñaban bien en la escuela, el advertirlos de la necesidad de cultivar este otro lado de la inteligencia los ayudará a enfrentar mejor su vida real y los prevendrá del duro despertar cuando tengan que vivir y trabajar en el salvaje mundo real".

En conclusión, el mejor medio escolar es aquél que propicia las mejores experiencias para cada estudiante. En la actualidad el discurso educativo se centra en la construcción, el ofrecimiento y el aprovechamiento de las 'experiencias significativas'. Éstas no son necesariamente las mismas para todos. La homogenización queda excluida. Pero si la respuesta a la diversidad de estilos emocionales y cognitivos es la diversidad en las ofertas educativas, entonces ¿con qué criterios debe escogerse la mejor para nuestros hijos?

Ser padre en los tiempos que corren no es fácil. Es necesario tener criterios sobre lo que es mejor para nuestros hijos, y a la hora de tomar decisiones, ni los pedagogos ni los consejeros ni los profesionales de la salud pueden tomar nuestro lugar. Cada uno desde su perspectiva podrá aconsejar, aunque las responsabilidades hoy por hoy son mayores que antaño. Por eso desde las neurociencias sólo nos cabe ayudar a pensar. Ésa es la tarea en la que terapeutas, educadores y padres nos podemos encontrar. Ésa es la tarea que demanda la construcción de un país en donde educar a nuestros niños y a nuestros jóvenes tenga sentido.

\* Correo electrónico: [mmartine46@hotmail.com](mailto:mmartine46@hotmail.com)

- 1 Gardner, H (1999). La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas.
- 2 Morin, E (2001). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Bogotá: Editorial Magisterio
- 3 *Ibid.*
- 4 *Ibid.*
- 5 *Ibid.*
- 6 Ver Perkins, D, <http://www.pz.harvard.edu>

# cátedra Fabio Chaparro

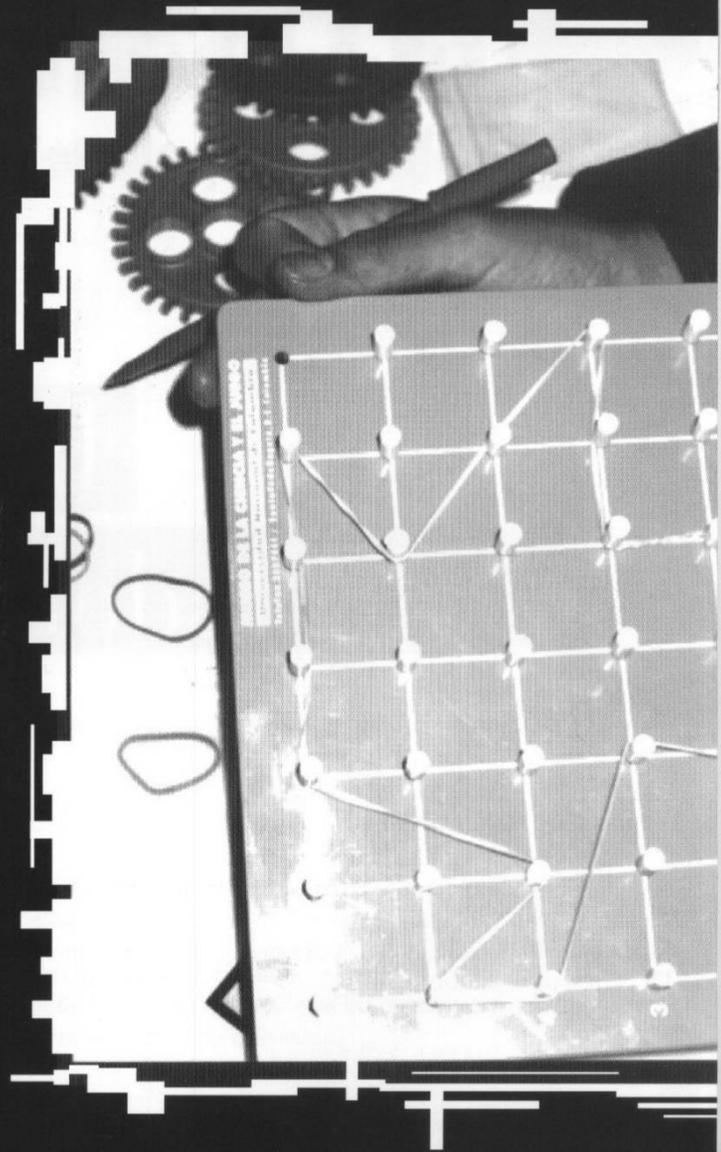
cátedra Fabio Chaparro \* cátedra Fabio Chaparro \* cátedra Fabio Chaparro

Museo  
de la  
Ciencia  
y el  
Juego

La CÁTEDRA FABIO CHAPARRO pretende llamar la atención de la comunidad sobre diferentes procesos de la enseñanza y la comunicación de la ciencia y la tecnología que se dan tanto en la educación formal como en la informal.

La Cátedra se desarrolla cada 15 días los sábados y su entrada es de cupo restringido a 40 personas.

La Cátedra toca temas de educación ya sea formal, no formal e informal; medio ambiente, juego, ciencias, diseño de exposiciones, diseño de material didáctico, divulgación y comunicación de la ciencia.



## informes

Museo de la Ciencia y el Juego  
Sala María Eugenia Hernández  
Edificio 432  
Teléfonos: 3165413  
Conmutador: 3165000 ext. 11852 a 11858  
Telefax: 3165441  
Correos electrónico: [catedra@mluduspop.org](mailto:catedra@mluduspop.org)  
Página web: <http://www.mluduspop.org>

# cátedra Fabio Chaparro

cátedra Fabio Chaparro  
cátedra Fabio Chaparro  
cátedra Fabio Chaparro  
cátedra Fabio Chaparro  
cátedra Fabio Chaparro  
cátedra Fabio Ch

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
\*Apartado Aéreo: 59541 de Bogotá, Colombia

cátedra Fabio Chaparro

cátedra Fabio Chaparro

cátedra Fabio Chaparro



temas científicos. Entre estas  
científicos, los mediadores y los r  
de la sociedad. La habilidad  
y de producción puede ser con  
estreza mayor.

de Recherche sur la Communicati

# La interactividad en el contexto global y local

## *Museos y centros de ciencia frente a la dimensión virtual Reflexiones preliminares*

*Pierre Fayard y Tania Arboleda\**  
*LABCIS (Laboratoire de Recherche sur la Communication et  
l'Information Scientifique et Technique)*

La tecnología refleja acciones y reacciones que son producto de ideas, proyectos sociales, utopías, estrategias de poder; es decir, es el reflejo de la diversidad humana en la sociedad. En el caso de los museos y centros de ciencia, las personas que están a cargo de estas instituciones comienzan a interesarse por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el fin de establecer canales de comunicación eficaces con el público en general. Éste es un proceso en construcción continua. ¿Cómo los museos y los centros de ciencia están utilizando las TIC en la actualidad? ¿Qué aspectos del proyecto político de la comunicación pública de la ciencia están reflejando esos usos de las TIC? ¿Cuáles son



las ventajas y los beneficios de desarrollar la actividad de comunicación pública de la ciencia en la dimensión virtual? ¿Qué clase de retroalimentación brindaría ello a las formas tradicionales de comunicar la ciencia? Finalmente, ¿cómo estas dos dimensiones (la real y la virtual) van a complementarse con el fin de definir nuevas estrategias para la comunicación pública de la ciencia?

A lo largo del año 2001, a través del boletín informativo *Iscom News* ([www.ecsite.net/iscom/news/news](http://www.ecsite.net/iscom/news/news)), se dieron a conocer algunos ejemplos y experiencias sobre el uso de las TIC en internet para comunicar y desarrollar trabajos cooperativos. La información reunida para este proyecto permitió respaldar un análisis y algunas hipótesis (que todavía se encuentran en proceso de definición) sobre los impactos de las TIC en la forma como los museos y los centros de ciencia se comunican entre ellos mismos y con sus públicos. Este informe presenta resultados preliminares de este trabajo así como algunos planteamientos que requieren mayores reflexiones.

### **EL ESPACIO, EL TIEMPO Y LA CULTURA ANTES DE LA LLEGADA DE LAS TIC**

Hasta hace muy poco tiempo, los museos de ciencia, y particularmente los centros de ciencia, trabajaban en colaboración con las instituciones regionales y locales (escuelas, universidades, sector privado, instituciones públicas, entre otras) con el fin de alcanzar su misión. Su concepción y funcionamiento dependía de los contextos locales, aun cuando algunas exhibiciones fueran originadas a nivel nacional o internacional. Los museos y los centros de ciencia han sido espacios de encuentro entre la ciencia 'universal' (gracias a la experiencia local) y la sociedad. Como resultado, estas instituciones difieren las unas de las otras: un centro de ciencia localizado en una zona montañosa se diferenciará de otro ubicado cerca al mar.

Los museos de ciencia más importantes de Europa están localizados en los mayores centros científicos del mundo, que también se caracterizan por ser lugares en donde los fundamentos de la ciencia occidental fueron formulados. El hecho de estar ubicados en las mismas ciudades que los mayores centros de investigación e instituciones científicas del mundo probablemente favoreció a estos museos, si tenemos en cuenta los contextos en los que funcionan los centros de ciencia y los museos de países en vías de desarrollo o localizados en regiones no occidentales. Estas circunstancias pudieron haber contribuido a la diseminación de una imagen de la ciencia occidental como la visión universal de la ciencia.

Los museos y los centros de ciencia han promovido la comunicación al público del conocimiento científico y tecnológico con la participación de la comunidad científica y de los mediadores a través de actividades y experiencias 'predefinidas'. Las actividades de comunicación de estos dos tipos de instituciones han sido diseñadas en su mayoría para tener lugar en un espacio y un tiempo específicos, los cuales son compartidos por los actores participantes en dicho proceso.

#### **LAS ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN LOS MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA**

*Actividades de comunicación científica  
previamente diseñadas  
que proveen experiencias  
Aquí y ahora*



*Actores (público, mediadores e investigadores) interactuando  
Aquí y ahora*

#### **CENTROS DE CIENCIA AL SERVICIO DE LAS NECESIDADES DE SUS REGIONES**

##### **Actores locales:**

*Públicos, redes, expertos científicos (individuos e instituciones), gobierno, empresa privada, medios de comunicación, museos y centros de ciencia*

actúan en



##### **Ambientes/contextos locales con especificidades culturales**

*seleccionando los contenidos y las maneras de producirlos*

para obtener



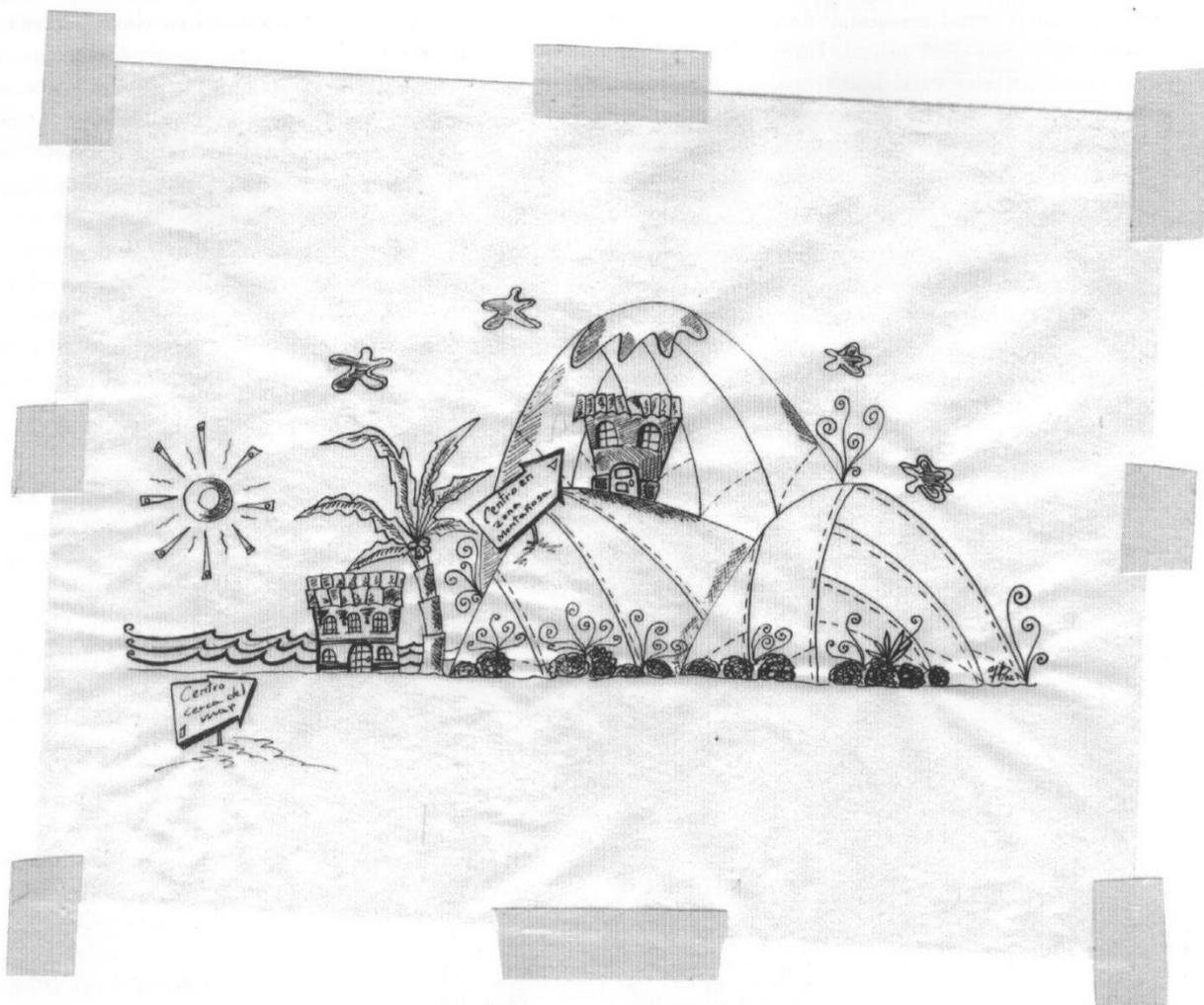
##### **Productos y servicios de comunicación pública de la ciencia**

*es decir,*

*Formas locales de comunicar la ciencia y de desarrollar proyectos sobre una base geográfica*

### **LA LLEGADA DE LA DIMENSIÓN VIRTUAL INTENSIFICA LA TENSION GLOBAL/LOCAL**

Como todas las organizaciones del mundo, los museos y los centros de ciencia están afrontando las consecuencias de la globalización, a pesar de que hasta hace muy poco estaban 'protegidos', desde el punto de vista del espacio, por su condición inherente de organizaciones locales. Esto se debe a que solían estar distantes los unos de los otros, pero también a la singularidad de los recursos locales. ¿Cómo aprovechar la diversidad global desde las culturas locales? La investigación científica es internacional (global), incluso cuando se produce a nivel local. Sin embargo, cuando se trata de comunicar los resultados y procesos de esta investigación y sus posibles aplicaciones al gran público, es necesario tener en cuenta las culturas (locales). La ciencia es global y su mediación, para ser eficiente, tiene que ser desarrollada localmente. Se debe pensar globalmente y actuar localmente (¡que también es global gracias a las TIC!). ¿Será que la existencia de los museos y centros de ciencia depende de ello? ¿Hasta qué punto estas instituciones se verán determinadas por las TIC? ¿Qué posibilidades abren las TIC para estas organizaciones?



¿Qué nuevas opciones culturales y sociales no serán seriamente consideradas sin la presencia de estas tecnologías? Aunque existan varias posibilidades de uso de las TIC, no todas serán apropiadas por los museos y centros de ciencia.

¿Cómo puede lo local (las culturas) apropiarse de lo global (la ciencia) en beneficio propio? ¿Cómo las culturas pueden aprovechar su especificidad y recursos humanos científicos para proponer alternativas de comunicación de la ciencia y temas específicos a nivel global? Dependiendo de sus propios intereses, lo local puede aprovechar lo que la ciencia (global) puede proporcionarle con el fin de comunicar a ese nivel. En contraposición, una organización de carácter local (por ejemplo, un centro de ciencia

en el Amazonas) podría publicar en línea contenidos de interés para los públicos a nivel global.

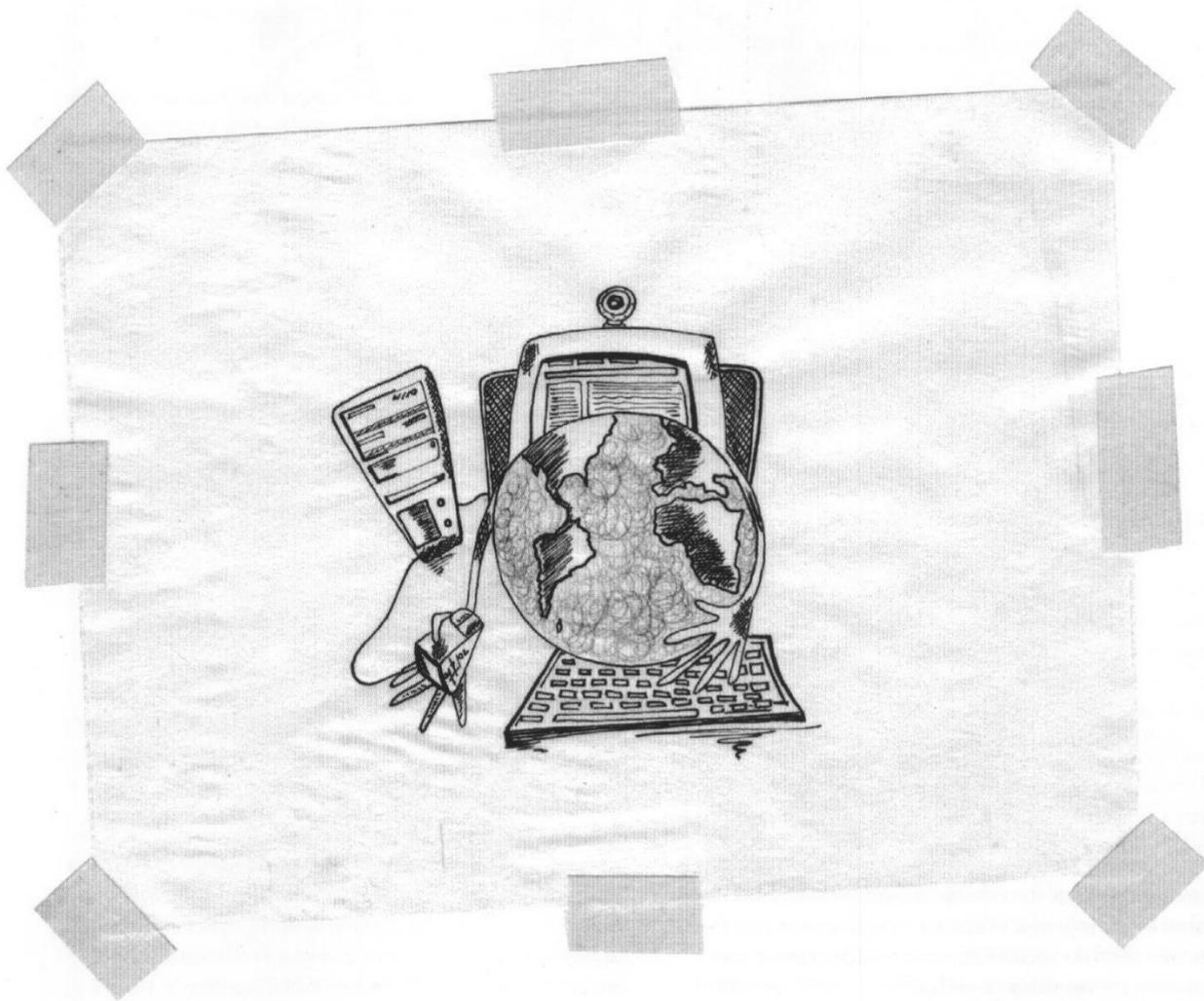
Pierre Lévy define 'mundo virtual' como una entidad 'sin territorio', capaz de generar varias expresiones concretas en diferentes momentos y espacios, sin que por esta razón esté conectada a un tiempo o lugar específicos. La dimensión virtual es interactiva por naturaleza. Es una dimensión que empieza y termina porque la interacción se produce. Si la interacción desaparece, el mundo virtual deja de existir. Como consecuencia, esta interactividad depende de la voluntad de los actores participantes en el proceso (ante la ausencia de aquélla es intangible) y se expresa basada en un interés personal. ¿Cómo los museos de ciencia van a crear



interactividad por medio de las TIC y cómo la van a mantener? En la dimensión virtual no es posible comportarse de la misma manera que cuando se lee un libro o cuando se está visitando una exposición; la linealidad deja de ser operacional. Por eso, la dimensión virtual se vuelve real en un proceso de cogeneración de conocimiento basado en la interactividad. Y esto supone interactuar con un actor-receptor. El internauta le da nacimiento a la interactividad.

La presión de estar presente en la red significa estar expuesto a otros además de los públicos locales. Se produce una ruptura geográfica y temporal que obliga a los museos y centros de ciencia a redefinirse como organizaciones locales en un contexto global. En consecuencia, se ven obligados a pensar y definir los tipos de

público con los que quieren establecer comunicación, los tipos de alianzas y colaboraciones que desean establecer, los ritmos en los que se quieren comunicar con cada actor; lo que conduce a la necesidad de diseñar nuevas estrategias para tomar en cuenta estas nuevas condiciones. Existir en la red implicaría nuevas formas de trabajo y nuevos compromisos con potenciales nuevos socios y públicos. Esto va a traer cambios en las maneras de trabajar y de desarrollar proyectos. ¿Qué estrategias van a definirse para crear nexos entre las dimensiones virtual y real? Desde el momento en que el internauta tenga acceso a la información en la red sin tener que moverse de su casa, ni pagar, ¿qué necesidad tiene de visitar el lugar físico? ¿Qué hacer durante el tiempo y el espacio compartidos en las instalaciones del museo? Sería pertinente buscar nuevas



especificidades para los museos y los centros de ciencia en este nuevo contexto. La dimensión virtual podría empezar a considerarse desde el momento de la concepción de las exhibiciones: las exhibiciones no volverán a ser lo que fueron.

### LA RUPTURA GEOGRÁFICA

La ruptura geográfica que trae la dimensión virtual ofrece al público en general la posibilidad de acceder a los productos y procesos de comunicación científica ofrecidos en la red por los museos y centros de ciencia de diferentes partes del mundo, lo que significa para estas organizaciones estar potencialmente expuestas a cualquiera en la web; es decir, extender su existencia a nivel global. El sitio web de la cueva de Lascaux es accesible al público gracias a internet. Esta ruptura geográfica significa que para alcanzar su misión los museos y centros de ciencia ya no dependerán exclusivamente de sus públicos locales, de sus redes locales o de los expertos científicos locales, teniendo en cuenta que gracias a las TIC pueden desarrollar proyectos cooperativos con actores de cualquier parte del mundo que compartan los mismos intereses y tengan la experiencia requerida. Pero asumir esta posición implicaría afrontar nuevos desafíos y compromisos. La dimensión virtual ofrece la oportunidad de ver cosas que están fuera del alcance, ya sea porque están demasiado lejos o porque pueden ser peligrosas. A través de la dimensión virtual lo local da acceso a lo global.

En la dimensión virtual se puede desarrollar una conectividad que permite aprender el método científico. En *Escola do Futuro*, un proyecto cooperativo entre escuelas de Brasil y algunos centros europeos, los niños miden las variaciones de la longitud de la sombra producida por un palito expuesto al Sol a determinada hora del día. Los niños entran los datos de sus observaciones en un sistema en línea accesible para todos. Éste es un ejemplo de lo local al servicio de lo global. Diferentes localidades en diferentes partes del mundo utilizan un mecanismo experimental para validar resultados producidos en varios lugares. En este caso los niños no son pasivos. Éste es un proceso de coproducción de conocimiento que no corresponde a una lógica emisor-receptor. Es un proceso de aprendizaje cooperativo, si tenemos en cuenta que la conectividad global de la dimensión virtual permite la creación de dinámicas de interacción. Esto permite la creación de espacios lejanamente separados los unos de los otros, entre los puntos de observación y los museos. En este caso, los actores locales harán observaciones voluntariamente y van a retroalimentarse desde el punto de vista global y desde la ciencia. En contraprestación, el centro de ciencia va a proveer las bases de datos y el software necesarios para entrar y procesar los datos de las observaciones. Además, está el efecto mágico de la presencia virtual. Se produce una dispersión a nivel local al mismo tiempo que hay una concentración a nivel global: desde el momento en que hay una concentración de información en un mismo mecanismo de captura de datos está teniendo lugar un proceso de construcción de conocimiento.

### DOS EJEMPLOS DE RUPTURA GEOGRÁFICA

#### Un campo de juego de múltiples usuarios en la web

El sitio [www.vectorama.org](http://www.vectorama.org) es un campo de juego en donde un grupo de máximo de 10 jugadores de cualquier lugar del mundo puede diseñar una imagen entre todos. Cada usuario tiene la posibilidad de imprimir o enviar la imagen por correo electrónico. Adicionalmente a este 'chat visual', [vectorama.org](http://vectorama.org) ofrece la posibilidad de enviar mensajes cortos a uno o todos los usuarios conectados en ese mismo momento. Las reglas del juego son muy claras y la motivación es personal, teniendo en cuenta que el jugador tiene la 'libertad' para jugar y salir en cualquier momento. Este es un ejemplo del tipo de herramientas que internet ofrece para desarrollar trabajos cooperativos entre personas ubicadas en cualquier parte del mundo. Uno podría imaginar la aplicación de este modelo para el desarrollo de juegos cooperativos alrededor de temas científicos, los cuales podrían ofrecerse al público a través de los sitios web de los museos y centros de ciencia.

#### El programa Stars en Tailandia

La ruptura geográfica acentúa la necesidad de atender las cuestiones relacionadas con la diversidad cultural. Estas nuevas oportunidades requieren el reconocimiento del otro como perteneciente a una cultura local con un sistema de representaciones específico. Un claro ejemplo de esto es el programa académico *Stars*, una experiencia a nivel mundial que, entre otros, involucra a estudiantes y profesores de cincuenta escuelas de Tailandia, así como a un coordinador de proyecto de la Agencia Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (NSTDA) en Bangkok. Ellos participaron en el seguimiento de experimentos llevados a cabo en el espacio por la Agencia Espacial Internacional con el programa *Stars*. Aunque algunos estudiantes tailandeses crearon para sus escuelas una lista de correos electrónica proporcionada por *Yahoo! Groups*, así como un sitio web llamado *Thai Stars* y un servicio de mensajes, testimonian también que el "envío y la recepción de nuevas informaciones, así como el intercambio de ideas, no ha sido ni fácil ni rápido".

¿Será que el hecho de compartir un mismo interés es suficiente para que los museos y centros de ciencia se comuniquen entre sí o con sus públicos por medio de las TIC? ¿De qué manera estas instituciones pueden comunicarse con públicos que no pertenecen a sus contextos locales? En el nuevo contexto proporcionado por las TIC y la dimensión virtual, el bache entre la ciencia y la sociedad es más difícil de atender porque se vuelve más complejo, teniendo en cuenta la diversidad cultural. ¿Es posible pensar en la creación de comunidades virtuales reunidas en torno a temas específicos (comunidades temáticas) a manera de las comunidades locales? Basadas en el conocimiento local y en sus especificidades, las comunidades locales pueden cumplir un papel relevante en la dimensión virtual.

Según todo lo anterior, es posible decir que el uso de las TIC puede ponerse al servicio del proyecto político de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Pero estas tecnologías serán consideradas por los museos y centros de ciencia en tanto puedan contribuir a incrementar el número de visitantes del sitio físico. Al usar las TIC, los museos y centros de ciencia están



empezando a ofrecer una amplia gama de servicios en línea con el objetivo de mejorar la experiencia del visitante al sitio real.

#### Servicios en la web para el Parque Tecnológico Australiano

El nuevo proyecto de Questacon (Canberra, Australia), llamado "Parque Tecnológico Australiano", contempla ofrecer a su público una inscripción previa a la visita. Al final del circuito, el servicio electrónico generaría automáticamente un sitio web personalizado para cada visitante con toda la información relacionada con los intereses específicos de la persona, los cuales se recolectarían a partir del trayecto realizado por ella. Una vez en casa, el usuario podría profundizar la información a través de su página web personal. Pero, ¿es esto lo que el público desea? Todavía no hay una idea clara con respecto a las expectativas del público. Sin embargo, los centros y museos de ciencia podrían considerar el diseño de exhibiciones con dinámicas mixtas entre mundos reales y virtuales con una lógica de cogeneración de conocimientos.

### RUPTURAS TEMPORALES: UNA COMUNICACIÓN ASINCRÓNICA

Estar presente en el mundo virtual también implica asumir las rupturas temporales. Los servicios ofrecidos por las TIC (foros, chats, correo electrónico, transferencia de imágenes y sonido, etc. y sus combinaciones) dan a los museos y centros de ciencia la posibilidad de interactuar de manera 'asincrónica' con sus públicos y socios. La comunicación puede ocurrir en 'ritmos cortos' (o 'largos', si es lo deseado) y en diferentes 'niveles de profundidad'. ¿Cuáles son las ventajas de estas instituciones frente a los medios masivos de comunicación? ¿Qué tanto un individuo puede 'asimilar' sobre temas de ciencia o tecnología en una experiencia vivida en un museo de ciencia, comparado con la lectura de la sección de ciencia de un periódico o la audición de un programa de radio o de televisión sobre los últimos avances científicos? ¿Cuáles son los niveles de profundidad y los ritmos de los dispositivos de comunicación relacionados con el alcance del aprendizaje de la ciencia?

Enfrentar el tema de esta manera podría sonar como la era previrtual de la comunicación pública de la ciencia. Esta visión de 'asimilar' y 'aprender' la ciencia niega la importancia de la interacción y de la reducción del tiempo de respuesta, ya que el usuario de internet es volátil, furtivo. Por eso es necesario mantener y promover el contacto teniendo en cuenta que el contenido no será la primera prioridad. En consecuencia, existe una necesidad de adoptar una lógica flexible de creación de contenidos. Y es posible que esto afecte las formas de estructuración de los contenidos, que deben ser fraccionados, articulados para permitir el proceso de diálogo (la interactividad). Las respuestas a estas cuestiones son vitales si el objetivo de creación de experiencias de comunicación científica implica enfrentar la brecha entre ciencia y sociedad. ¿Cuáles son las implicaciones? Las TIC proveen información actualizada cada vez con más frecuencia al público, que obtiene respuesta instantánea sobre temas e investigaciones científicas en proceso; esto, siempre y cuando los dispositivos globales lo permitan,

la interfase esté adaptada y los mediadores estén disponibles. Los resultados de las respuestas rápidas pueden ser incorporados al diseño de dispositivos de comunicación. Para ello sería necesario procesar y analizar la información proporcionada por el público al mismo ritmo, o sea, permanentemente. Aun cuando las TIC ofrecen estas posibilidades, los ritmos para comunicar la ciencia por medio de estas tecnologías serán determinados por el público, por los museos de ciencia y sus socios colaboradores, o por ambos.

#### Un ejemplo de comunicación asincrónica

El ritmo con que los procesos de comunicación de la ciencia se dan también depende de los mecanismos de mediación. *Dive and discover* es un sitio web dirigido a todo aquel que desee conocer más sobre las expediciones científicas del *Woodshole Oceanographic Institute*, llevadas a cabo en las profundidades del océano a cientos de miles de metros debajo del agua. En la sección "Daily update" hay un diario que narra los acontecimientos de cada día, así como un informe del clima y entrevistas con los miembros de la tripulación del barco en expedición. Los usuarios del sitio web pueden enviar sus preguntas por correo electrónico a los científicos durante el tiempo de la expedición. El usuario tiene acceso a contenidos producidos y publicados en diferentes frecuencias: ya sea mensual, semanal o diariamente.

### RUPTURAS DE TIEMPO Y ESPACIO AL ENCUENTRO DE LA DIVERSIDAD CULTURAL

Afrontar la cuestión de la diversidad cultural sería una necesidad, teniendo en cuenta que ésta influenciaría la actividad de comunicación de la ciencia por medio de las TIC debido a que esas tecnologías permiten la comunicación entre los públicos y los museos o los centros de ciencia de diferentes orígenes.

Jean-Marie Albertini explica que la actividad de comunicar la ciencia es posible si se toma distancia, tanto desde el punto de vista científico como y desde las representaciones comunes de los no-especialistas. Desde el momento en que se reconozcan estas dos especificidades es posible crear un 'tercer espacio' para encontrarse e interactuar. La habilidad para tener en cuenta el punto de vista del otro y para tomar distancia del propio punto de vista es un pre-requisito para comunicar la ciencia. Sin embargo, este doble distanciamiento, necesario para crear un área de encuentro se vuelve más complejo en el contexto de las TIC y de la globalización, si se tiene en cuenta que las condiciones en las cuales tiene lugar el proceso de comunicación son diferentes debido a las rupturas de tiempo y de espacio anteriormente expuestas.

#### CONCLUSIÓN PROVISORIA

Surge la necesidad de tratar el tema central de proveer dinámicas entre el mundo virtual y el real para adaptar y alcanzar los fines políticos de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en el contexto actual y con las herramientas de comunicación existentes. Esta cuestión incluye las relaciones entre las dimensiones local y global. 'Interacción' sería la palabra clave para diseñar nuevas estrategias y dispositivos. La creación y el acon-



dicionamiento de espacios de cogeneración de conocimiento podrían reunir capacidades heterogéneas que se encuentren para atender cuestiones o temas científicos. Entre estas capacidades existen las de los científicos, los mediadores y los no-científicos como representantes de la sociedad. La habilidad para crear estos campos interactivos y de producción puede ser considerada como una estrategia de destreza mayor.

\* LABCIS (Laboratoire de Recherche sur la Communication et l'Information Scientifique et Technique), EAD n° 1227. ICOMTEC (Institut de la Communication et des Nouvelles Technologies), Université de Poitiers - Futuroscope. Correos electrónicos: pmfayard@aol.com y tarboled@yahoo.fr

1 Lévy, P. 1997. *Cyberculture*. Paris: Odile Jacob

2 Algunos países están basándose en sus propias tradiciones científicas y formas particulares de compartir el conocimiento. Ver: Tinnaluck, Y. y P. Fayard. "PCST as an alternative strategy to public relation policies in science and technology in Thailand". *6th International PCST Conference: "Trends in science communication today, CERN"*. Ginebra: febrero de 2001

3 *Idem*

4 <http://www.culture.fr/culture/arcnat/lascaux/en/>

5 <http://www.starsacademy.com>

6 <http://www.nstda.or.th>

7 <http://homepages.about.com/bravala/thaistars/>

8 <http://www.divediscover.who.edu/>

9 Belisle, C y S El Hadj. 1985. *Vulgariser, un mythe ou un défi, la communication entre spécialistes*. Lyon: *La Chronique Sociale*



# El Taller de Re-Creo

"¡El papel aguanta todo!"

En nuestro entorno existe un material omnipresente que encuentra aplicación en los más diversos campos y al que en muy pocas ocasiones le prestamos la atención que se merece: el papel. Si bien su uso más extendido es como soporte para la escritura, la impresión o para la elaboración de una amplia gama de empaques, el papel es mucho más que eso y, como veremos, puede tener aplicaciones muy interesantes y hasta divertidas.

## ¿Qué es el papel?

Desde el punto de vista de su composición química, puede decirse que el papel es un arreglo de fibras de celulosa unidas ya sea mecánicamente (por pren-

sado) o con ayuda de una sustancia aglomerante (pegante) que le da estructura y, dependiendo del uso específico que se le quiera dar, puede o no contener otros materiales como rellenos, colorantes, lacas, barnices, entre otros.

Sin embargo, desde el punto de vista estructural el papel constituye más bien una familia de materiales cuya relación se encuentra en su materia prima original: la celulosa (figura 1), un polímero derivado de la glucosa (más exactamente, unidades de D-glucopiranososa, que pueden ser vistas como moléculas de glucosa que han perdido una molécula de agua, de fórmula general  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

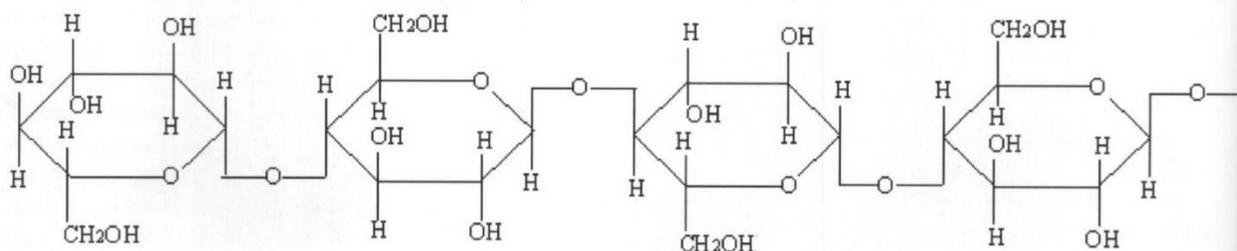


Figura 1. Estructura de la celulosa

## Historia del papel

Las primeras evidencias de la existencia del papel proceden de China, donde durante la dinastía Han (202 a.C. - 220 d.C.) se inició su fabricación a partir de trapos y otros desechos de textiles procedentes del algodón; su uso en la difusión de textos sagrados y documentos imperiales se extendió pronto a la actual Corea y a Japón (siglo III), y se convirtió luego en la base para la fabricación de máscaras, cometas y paredes corredizas.

Su expansión hacia Occidente fue lenta: los árabes lo conocieron a través de los chinos apresados durante la invasión a Samarkanda (751 d.C.) y lo llevaron a España, en donde establecieron las primeras fábricas hacia el siglo XI. Ya en Europa, el papel rápidamente reemplazó como soporte para la escritura al pergamino (conocido por los griegos desde 1500 a.C.). La invención de la imprenta en el siglo XV trajo consigo un continuo avance en la industria papelera hasta 1807

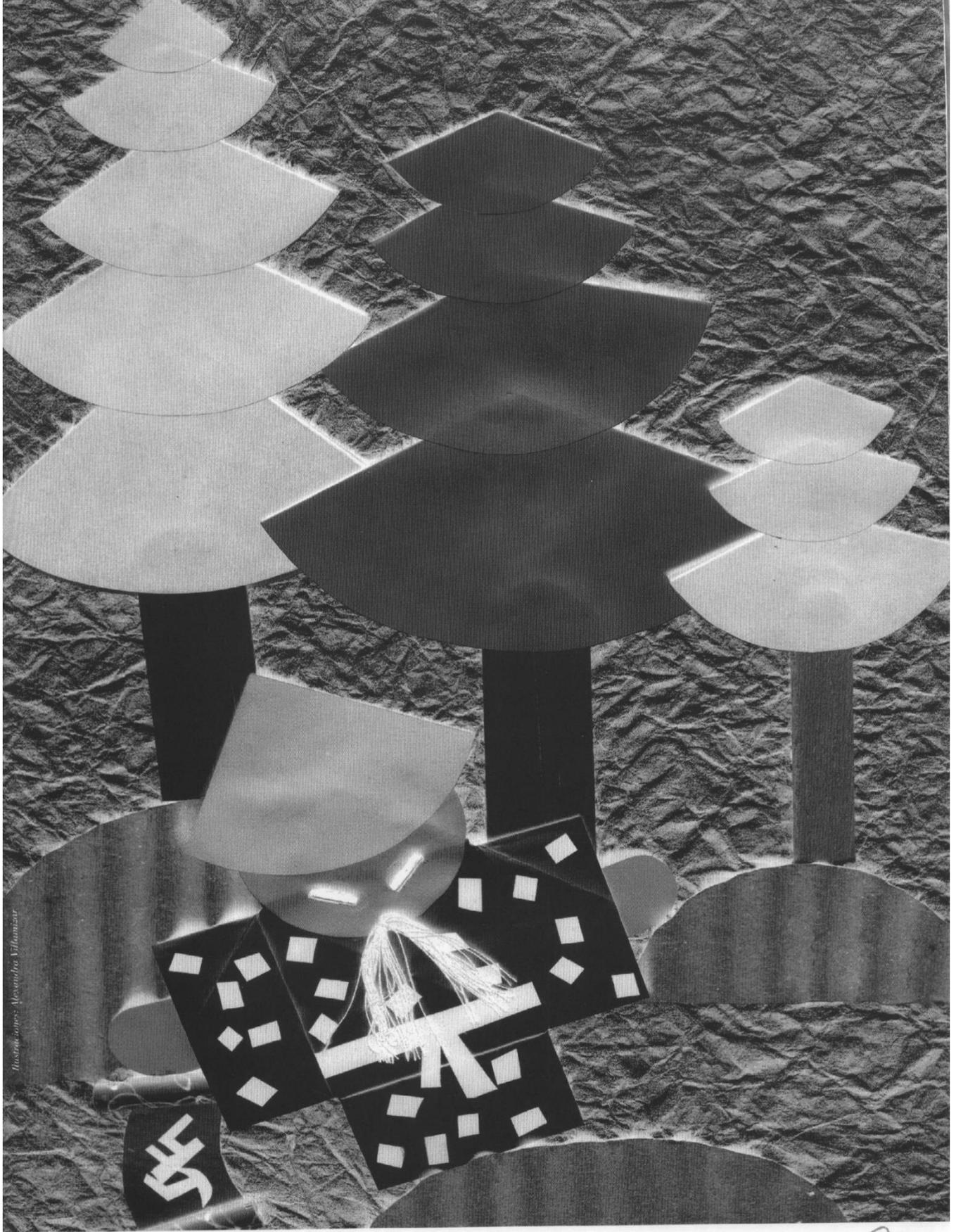
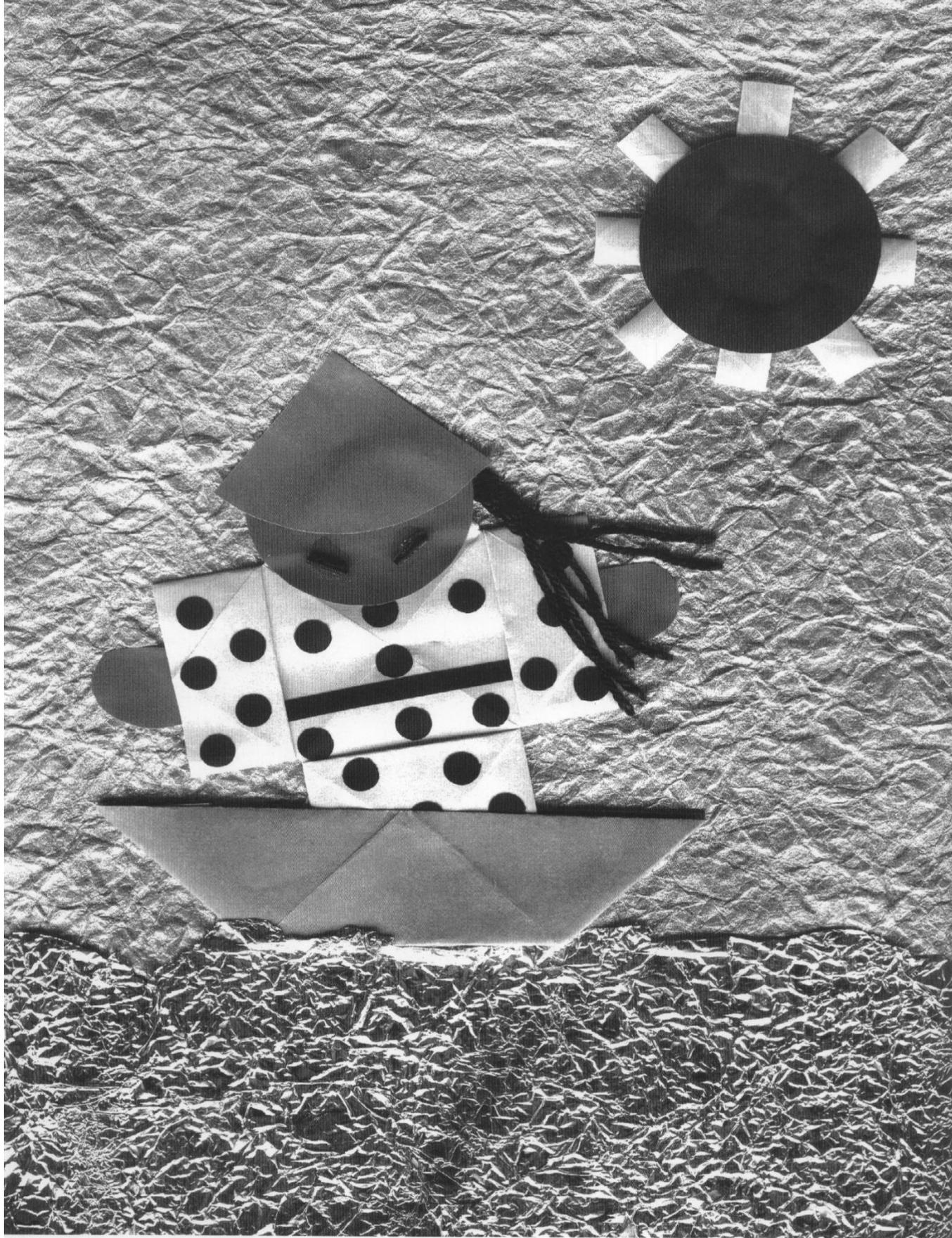


Illustrazione: Alexandra Villanar





cuando, con la invención de la técnica del encolado, nace el material que podemos reconocer como el papel moderno.

### ¿Cómo se fabrica?

Existe abundante información acerca de las diferentes técnicas para la fabricación del papel (principalmente del artesanal o manual), por lo que sólo diremos que la producción del papel requiere en general de siete pasos, que pueden aumentar dependiendo del producto final específico.

#### 1. Tratamiento mecánico de la fibra

Industrialmente hablando, la fuente principal de materia prima para la fabricación de papel es la madera; pueden emplearse distintas variedades, siendo las más usuales las de abeto rojo y pino común. De la madera se extrae la celulosa (que constituye en estas dos clases de madera más del 50%); para ello se requiere inicialmente cortar, lavar, descortezar y limpiar las fibras de madera, para continuar con el siguiente proceso.

#### 2. Tratamiento químico de la fibra

Con el fin de separar la celulosa de la matriz de la madera (una sustancia conocida como lignina), así como retirar resinas y otros componentes indeseables presentes en la madera, se utilizan diversos procesos químicos, que incluyen además el blanqueamiento de la fibra.

#### 3. Lavado

Una vez realizado el proceso químico de separación de la celulosa y la lignina, se lava la materia prima para eliminar cualquier residuo de lignina o de sus derivados, así como de las sustancias empleadas para ello.

#### 4. Pulpeado

Ya sea manual o mecánicamente, las fibras son destruidas, molidas y disgregadas hasta obtener una especie de papilla conocida como 'pulpa de papel'.

#### 5. Tratamiento químico de la pulpa

En este paso se adicionan diferentes sustancias que van a darle las características específicas a cada tipo de papel; entre ellas se encuentran el encolante (cuyo fin es brindar mayor resistencia mecánica al producto y bajar la porosidad), el relleno (que se emplea para aumentar la opacidad), los colorantes y cualquier otra sustancia o material que pueda modificar las características finales (incluidos los fungicidas y perfumes).

#### 6. Formación de la hoja

Por procesos de drenado y de prensado, la pulpa y sus aditivos forman una masa compacta del tamaño y grosor deseados.

#### 7. Secado

Las hojas frescas se secan, bien sea naturalmente o haciéndolas pasar por rodillos calientes, y se cortan. También se pueden someter a procesos de acabado específicos con los que se obtiene acabados diferentes a partir de un mismo conjunto de procesos.

Sobra decir que cada uno de los pasos anotados admite decenas o cientos de procesos adicionales que tienen como fin obtener mejores rendimientos o productos especializados.

### ¿En qué se usa el papel?

Los usos directos del papel pueden dividirse en cuatro grupos principales:

- Papeles y cartones acabados para escritura, impresión, envoltura,

artes plásticas, etc., los cuales constituyen uno de los más amplios mercados de este material.

- Papeles especializados: a partir de ciertas fibras originales, tratamientos químicos o acabados especiales, se puede obtener un grupo de papeles que encuentran aplicación en laboratorios clínicos, químicos o como medios filtrantes en la industria.
- Papeles procesados: a partir de papeles de baja calidad usados como materia prima, se obtienen materiales que sirven como soporte de productos más sofisticados, como aislamientos térmicos y acústicos, soportes para construcción, papeles asfaltados y laminados, etc.
- Productos de papel: este grupo lo constituyen productos finales que incorporan el papel, tales como papeles de lija, cajas, papeles para envoltura y todos los que involucran este material en la industria de los empaques.

Al margen de estos cuatro grupos se encuentran los materiales obtenidos a partir de la celulosa que, tratada por medios químicos diferentes, conduce a otros productos de gran valor industrial; entre miles de ellos se puede mencionar: la nitrocelulosa (en explosivos y la industria de plásticos), la carboximetilcelulosa (CMC, empleada principalmente en la industria de alimentos), el acetato de celulosa, el rayón, la viscosa, el celofán, multitud de ésteres y éteres de celulosa (en la industria plástica).

Uno de los más interesantes productos dentro del grupo de los papeles especializados es el de los papeles reactivos; de amplio uso tanto en la industria como en los laboratorios de investiga-



ción, constituyen un producto de muy alto valor agregado en la industria química y, por supuesto, en la papelera.

### ¿Qué es un papel reactivo?

En general, se trata de papeles químicamente muy puros (es decir, celulosa casi pura) que se impregnan con sustancias que, al reaccionar con un substrato de interés, cambian de color. En la mayoría de los casos el objeto es obtener reacciones de coloración fácilmente visibles, aun empleando cantidades ínfimas de reactivo, lo que redundará en una apreciable disminución de los costos sin perder cualidades como rapidez y confiabilidad.

Pese a que son famosos el papel tornasol y el indicador universal, que se emplean para determinar cualitativamente el carácter ácido o básico de una solución, son múltiples las aplicaciones que incluyen papel como soporte para el análisis químico de diversas sustancias por coloración; así mismo existe un grupo importantísimo de papeles reactivos de amplio uso y de gran importancia comercial: son los papeles fotosensibles o fotográficos, que se fabrican recubriendo un papel de alta blancura con un gel cargado de una sal de plata que es reducida a plata metálica por acción de la luz.

### Fabriquemos un papel reactivo

El caso más sencillo es el de un papel indicador de pH. Para su fabricación se emplean sustancias que cambian su coloración dependiendo del grado de acidez o basicidad del medio en el cual se encuentran .

- En este caso convertiremos un simple papel para cafetera, usando claveles rojos, en un papel indicador de pH.

### ¿Qué necesitamos?

- Cuatro tazas muy limpias

- Dos hojas de papel de filtro para cafetera
- Dos o tres claveles rojos
- Tijeras
- 125 ml de alcohol antiséptico (1/2 taza)
- Cinco cucharadas de vinagre blanco
- Una cucharada de bicarbonato de sodio
- Cinco cucharadas de blanqueador para ropa
- Un mortero de cocina limpio (el que se usa para macerar los ajos)
- Agua limpia

### ¿Qué hacer?

Quita con cuidado los pétalos del clavel y ponlos en el mortero con un poco de alcohol y una cucharada de vinagre; macera la mezcla hasta obtener una papilla de color rojo.

Toma una de las hojas de papel para cafetera y filtra el macerado.

Guarda el líquido rojo y desecha el residuo sólido.

Toma la otra hoja de papel de filtro y córtala en tiras de un centímetro de ancho por cinco de largo.

Mete las tiritas de papel en el líquido rojo hasta que estén completamente teñidas; sácalas y déjalas secar en un lugar fresco y lejos de la luz directa del sol.

¡Listo! Ya tienes tu papel indicador.

### Pruébalo

En una taza prepara una solución de una cucharada de vinagre en 1/2 taza de agua (solución 1).

- En una más prepara una solución de una cucharada de bicarbonato de sodio en 1/2 taza de agua (solución 2).
- En otra disuelve una cucharada de blanqueador en 1/2 taza de agua (solución 3).

- En la última taza, pon 1/2 taza de agua limpia.
- Toma cuatro tirillas y humedece cada una de ellas con una de las soluciones.
- La solución 1 es ácida, debido a la presencia del ácido acético (vinagre).
- Las soluciones 2 y 3 son básicas, debido a la presencia del bicarbonato y de una sustancia conocida como hipoclorito de sodio, presente en el blanqueador.
- La taza que sólo contiene agua es neutra (ni ácida ni básica).
- ¿Qué color toman?
- ¿Podrías construir una tabla de colores?
- ¿Qué pasa si cambias los pétalos de clavel rojo por los de otras flores?

### Bibliografía

Feigl, F, 1980. *Análisis inorgánico*. México: El manual moderno

Lieberman, B, 1958. *Papermaking*. Washington: International Cooperation Administration

Wilson, J y K Hamilton, 1986. *Journal of Chemical Education*, 63:49

Wise, L, 1946. *Wood chemistry*. New York: Reinhold

1 Por facilidad se denomina carbohidratos o hidratos de carbono a las moléculas cuya fórmula condensada es  $C_n(H_2O)_n$ , una de las cuales es la glucosa.

2 Para saber más al respecto se puede consultar: pH, reacciones ácido base, indicadores, equilibrios en solución.



KOKORI  
BROASTER

MAJETA  
abrisiva

COMIDAS  
PAPIDAS

BRUSELAS

CAFETERA

LANCHERA

PIRUFERAS

TAUER

FANELPTECH

ODONTOVITN

UNIFLEX

BRAN  
Y  
BRAVE

Distri-  
budora  
de  
hipps

TABERINA  
ET  
RINCÓNATE

Three  
Cups

Three  
Cups

Three  
Cups

BRAN  
Y  
BRAVE

Distri-  
budora  
de  
hipps

TABERINA  
ET  
RINCÓNATE

Three  
Cups

Three  
Cups

Three  
Cups

MADERAS  
originales  
muebles

SEMAS DE  
SUETE Y  
DOBLES

RESTAURANTE  
CASIS

CASA  
de la  
FAMILIA

NUOVOS  
VICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
Facultad de Ciencias

\* Teléfono: 316 5413 \* Telefax: 316 5441  
\* Conmutador: 316 5000 extensiones: 11852 a 11858  
\* Apartado Aéreo: 59541 de Bogotá, Colombia  
\* Correos electrónicos: mludus@yahoo.com  
museoludica@mluduspop.org  
http://www.mluduspop.org

Museo  
de la  
Ciencia  
Y el  
Juego

CASA DE  
Familia

CASA DE  
FAMILIA

CASA  
DE  
FAMILIA

CASA  
DE  
FAMILIA



Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias

\* Teléfono: 316 5413 \* Telefax: 316 5441  
\* Conmutador: 316 5000 extensiones: 11852 a 11858  
\* Apartado Aéreo: 59541 de Bogotá, Colombia  
\* Correos electrónicos: mludus@yahoo.com  
museoludica@mluduspop.org  
http://www.mluduspop.org



Museo  
de la  
Ciencia  
Y el  
Juego

CASA DE  
Familia

CASA DE  
FAMILIA

CASA  
DE  
FAMILIA