## Musedijdica

Revista N° 12 - Vol. 7 Primer semestre de 2004 ISSN 0124-695X

Revista de muestra
Propiedad dell Museo de la Ciencia
y el Juego



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ACULTAD DE CIENCIAS



PUBLICACIÓN DEL MUSEO DE LA CIENCIA

## contenido

A Editorial

6

¿Dónde queda la sexta de Bolívar?

educación

Acerca de la educación en los jardines botánicos

18

La divulgación de la ciencia en un mundo fragmentado

divulgación de la ciencia 28

Imágenes y discursos en la organización museográfica de los museos de ciencias: análisis y propuestas

museos

Juego y ciencia, posibilidades para una exposición

)[

museos

44

Lúdicas

¿Qué se puede hacer con una hoja de papel?

"Arrugar y plegar"

Actualidad

46

#### Museolúdica

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

DIRECTOR Julián Betancourt

DISEÑO Y DIAGRAMACÍON Davor Peić-Gavran

COMITÉ EDITORIAL Miguel Martínez Iulián Betancourt María Cristina Ruíz

ILUSTRACIONES Johanna Rodríguez

AUTORES Daniel Castro César Carrillo Constanza Pedersoli María Cristina Ruíz Paola Sierra **IMPRESIÓN** Panamericana Formas e Impresos S.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RECTOR

Marco Antonio Palacios VICERRECTOR DE SEDE BOGOTÁ

Fernando Viviescas Monsalve DECANO FACULTAD DE CIENCIAS Moises Wasserman Lerner



Museo de la Ciencia y el Juego DIRECTOR Iulián 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, sede Bogotá.

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 Ext. 11852 a 11857

> mludus@vahoo.com museoludica@mluduspop.org A.A. 59541 de Bogotá, Colombia http://www.mluduspop.org

Teléfono: 3165413 - Telefax: 3165441

Editorial El Medio Ambiente

Las noticias de diversas fuentes sobre el medio ambiente son aterradoras. Simplemente estamos acabando con el Planeta y a pesar de valiosos esfuerzos la situación parece no cambiar de tal forma que el Medio Ambiente se ha convertido en el principal reto del Siglo XXI si gueremos vivir en un planeta viable para las futuras generaciones.

En Colombia existe el decreto 1743 que crea los provectos ambientales escolares mejor conocidos como Prae y mediante la ley 163 de 1994 que ratifica el Convenio sobre Diversidad Biológica se establece un marco general y de largo plazo que orienta las estrategias nacionales sobre la importancia de la biodiversidad.

Diez años después de la expedición de esta legislación ¿en qué estamos?

Por un lado se tiene la sensación de que las diversas tendencias económicas globales, los fundamentalismos de todo tipo y los diferentes factores de la violencia y de la guerra en el país, están acabando con lo que se denomina Colombia, país megadiverso. El agotamiento de las microcuencas, la tala de bosques, la política de fumigación son algunos ejemplos de ello.

Por otro lado, uno se pregunta ¿qué ha pasado con los Prae?

Durante tres años trabajamos en un proyecto denominado Feria de la Ciencia de Engativá (localidad de Bogotá con casi un millón de habitantes) cuyo tema escogido fue Medio ambiente y Ciudad lo cual nos permitió explorar un poco la situación de los Prae, sus dinámicas y alcances. Las conclusiones al respecto son angustiosas: sólo un baiísimo porcentaje de colegios tienen en marcha los Prae y en éstos los proyectos están dedicados a la separación de las basuras y a plantar árboles. Uno que otro se sale de este esquema y miran los humedales de la zona como objeto de las actividades de sus Prae.

El proyecto de la Feria evidenció que no se tiene la concepción de ciudad como medio ambiente, que la noción imperante se basa sobre la de naturaleza agreste, de tal forma que en apariencia el medio ambiente está alejado de su realidad o por decirlo de alguna manera, no ha logrado permear la canasta familiar.

El medio ambiente debería ser un componente fundamental en la formación integral del ciudadano que a su vez debe ser miembro activo de una democracia participativa, multicultural y polifónica. Planeta viable para todos, formación integral del ciudadano, democracia realmente participativa ¿son especies en vía de extinción?

A pesar de procesos locales y globales iesperemos que no!

Bogotá, Colombia 2004



El Museo de la Ciencia y el Juego y su programa Re-creo diseñan y desarrollan material didáctico, las cajas de la ciencia.

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

Además de lo anterior, el programa ofrece las cajas de la ciencia y la tecnología para primaria. Mediante ellas se desarrolla la motricidad gruesa y fina, además de permítir 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 apropiar.

El programa Re-creo está concebido como un apoyo a la actividad docente: las 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.

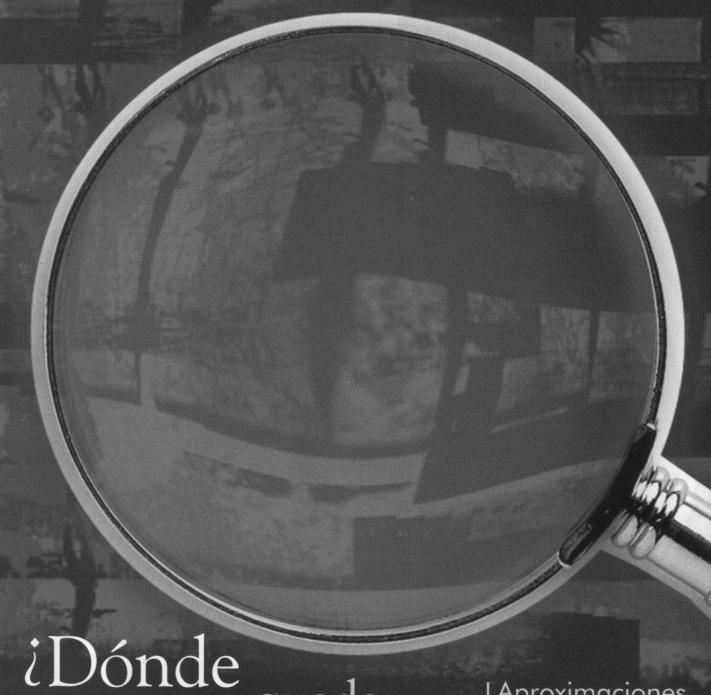
#### Las cajas son:

- \*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).

La estrategia de Re-creo incluye:

- > Formación de docentes.
- > Dotación para primaria.

Museo de la Ciencia vel Juego



Dónde queda la sexta Bolivar?

Aproximaciones teóricas sobre la educación en espacios museales a Quinta de Bolívar, espacio de alta significación histórica, por el hecho de haber sido un lugar en el que habitó el Libertador en Bogotá, recuperó sus características originales de casa campestre, luego del proceso de restauración integral, labor que le otorgó una dimensión de recreación de la cotidianidad de inicios del siglo XIX desde sus aspectos sociales, históricos, artísticos, etc.

Este ejercicio de recuperación del patrimonio mueble ha servido para que parte de los postulados teóricos de la nueva educación/ comunicación en museos -que se expondrán a continuación- tengan cabida desde la planeación programática de este museo, y los proyectos que involucran a públicos como los niños y niñas, los adultos de tercera edad, las propuestas de artistas contemporáneos en el espacio del inmueble y los jardines, y las necesidades de grupos de atención transitoria q u e Por Daniel Castro Benítez

Artista, músico y pedagogo.

Director Casa Museo Quinta de Bolívar/ Museo 20 de Julio de 1810 del Ministerio de Cultura

laboran con población de alto riesgo, entre otros; con quienes se desea construir significado mutuamente, sin jerarquías ni imposiciones, sino en una dinámica de diálogo y convivencia, en la cual el visitante sea protagonista y realice aportes desde su experiencia de vida, en un acto cotidiano integrador en el espacio de una hectárea, similar al que soñó el Libertador, pero, para todo un continente.

El título de este breve escrito, ha sido tomado entonces de un comentario realizado por un niño visitante a la Casa Museo Quinta de Bolívar del Ministerio de Cultura, que entre curioso y mordaz, interrogó al monitor educativo y cultural, una vez accedió a este lugar y escuchó una breve introducción al recorrido, y que luego entre pregunta y afirmación dijo: èSi Bolívar tenía una casa quinta, pues debió haber tenido otras cuatro, y hasta una sexta?

El ejemplo que parece pueril, ilustra en cierta medida, cómo un joven visitante se aproxima de manera espontánea a un espacio que hoy en día pretende ser consecuente con una serie de postulados y acciones que responden a las prácticas contemporáneas de la educación en los museos del mundo, cuyo lema de actividad se resume así: un lugar donde cada quién construye la historia con su propia historia. La posibilidad de que el visitante pueda especular sobre un tema, aspecto o hecho determinado de la historia, sin la preocupación de verse cuestionado por el guía, el maestro o el educador y que, por el contrario, se vuelva agente desde su curiosidad, asombro, conocimiento y sensibilidad, en el ejercicio del descubrimiento o redescubrimiento de un espacio museal, son hechos fundamentales dentro de la propuesta educativa actual de este museo, cuyas bases teóricas se exponen a continuación:

#### **¿EL PÚBLICO O LOS PÚBLICOS?**

En fechas recientes el mundo ha comenzado aceptar que los visitantes de museo no son la pasiva y homogénea masa de gente, el "público general" como se denomina generalmente, ahora son vistos como individuos con necesidades específicas, estilos de aprendizaje autónomos y agendas sociales y culturales propias. La principal característica de estos visitantes de museo es que ellos le otorgan sentido a las piezas expuestas y lo espacios que las contienen, desde su propia perspectiva y experiencia.

El viejo y pasivo público general se ha convertido en una "nueva audiencia" a partir de la especificidad y diversidad. Una de las maneras como los educadores de museos hemos comenzado a conceptualizar a esta audiencia activa es a través de las teorías de aprendizaje y en especial del constructivismo.

Esto demostrará que el movimiento en pro de la conceptualización acerca de los visitantes de museos activos para construir sus propios significados y conocimiento, hace parte de la transformación del antiguo paradigma del museo como un lugar estático, y excluyente, hacia un escenario del período postmoderno, dinámico y proactivo. El visitante museal "postmoderno" puede ser explicado, en parte, a la luz de las teorías de aprendizaje, pero también, por medio de teorías de la comunicación y a través de recientes teorías culturales. Esto también se demuestra por el hecho de haberse convertido los museos cada vez mas en espacios actuales, que dan cabida a la investigación, gran parte de la cual está centrada en los campos del post-modernismo y el post-estructuralismo.

Sin embargo, al tratar de entender los cambios locales de la educación de los museos en el contexto de más amplios cambios sociales, es importante no solamente descubrir nuevas teorías sino ver sus implicaciones prácticas.

Una mejor comprensión de cómo lo que realizamos cotidianamente está relacionado con lo que los demás también realizan y piensan igualmente en otros campos y entornos, ayuda a la toma de decisiones individuales y colectivas, creando un escenario que estimula la práctica y ofrece más amplios marcos de referencia para la elaboración de políticas de acción en diversos ámbitos (un ejemplo de ello es el ejercicio de formulación del Plan Nacional de Cultura en Colombia, así como otras acciones participativas derivadas de la nueva concepción política del país a raíz de la Constitución de 1991). Los museos están destinados a jugar un rol cada vez mayor en

el mundo post-moderno, si somos capaces de romper con las raíces modernistas en unas áreas donde los educadores de museos comprometidos con el dinamismo y la transformación pueden realizar importantes y significativas contribuciones y transformaciones de imaginarios y conceptos revaluados en torno al museo y su quehacer con la sociedad

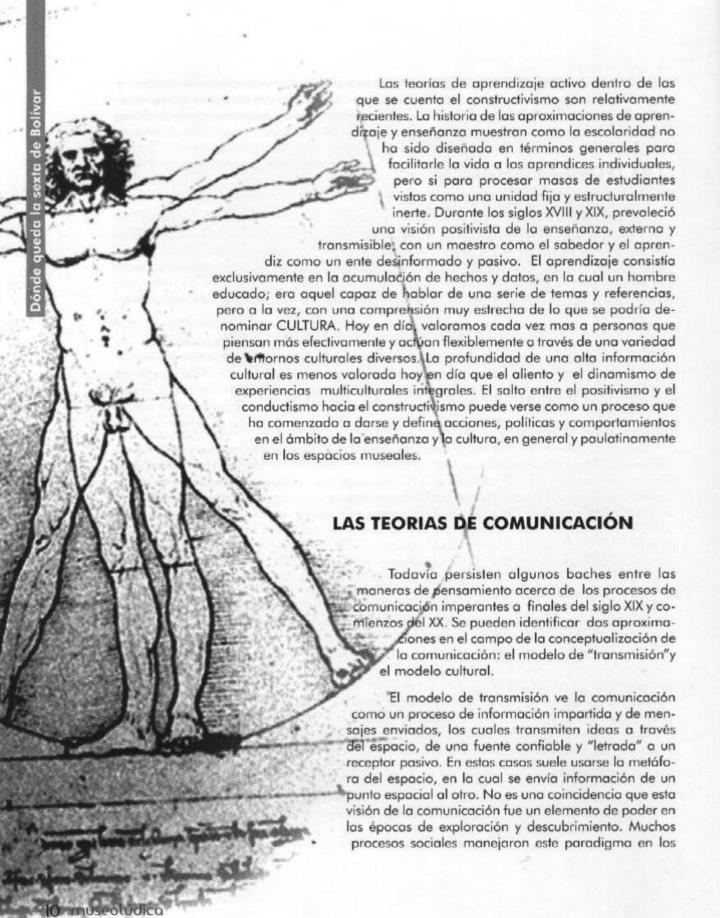
#### LAS TEORIAS EDUCATIVAS

George Hein, director del Programa de Evaluación e Investigación de Grupos del Lesley College de Cambridge, Massachusets, ha puntualizado cómo la teorías educativas están constituidas tanto por teorías de conocimiento (epistemologías), como teorías de aprendizaje. (HEIN George. ICOM -CECA STUDY SERIES. Octubre 1996) Una epistemología positivista, o realista, entiende que el conocimiento es externo al aprendiz, como un cuerpo en sí mismo. Una epistemología constructivista, por otra parte, entiende el conocimiento como una elaboración del aprendiz en interacción con el entorno social.

La interpretación subjetiva no se evita ni se elimina, sino que se convierte en parte del conocimiento en sí mismo. Las teorías conductistas, entienden el proceso de aprendizaje como la simple adquisición de hechos e información de manera paulatina, mientras que el constructivismo entiende el aprendizaje- o lo mira mejor- como una selección y organización de información relevante elaborada desde la experiencia cultural de cada individuo, teniendo en cuenta un concepto de cultura que abarca un sentido más contemporáneo y amplio.

Estas dos aproximaciones a una epistemología y proceso de aprendizaje apuntalan a una interpretación del rol del docente o del maestro. Si pensamos en el conocimiento como un agente externo al del aprendiz, y el proceso de aprendizaje como la adquisición de ese bloque de conocimiento, el objetivo de la enseñanza será entonces transmitir el conocimiento al aprendiz. Éste será visto como un "recipiente vacío al que nos vemos en la obligación de llenar", cognitivamente pasivo y que actúa como el receptor de conocimiento del maestro o docente, sin embargo si pensamos en el conocimiento como algo producido activamente por el aprendiz y asistimos al proceso de adquisición de saber como un estado mental dentro de un contexto social y cultural (sugerido ya por Piaget, Bruner y Vygotsky), el rol del docente se redefiniría más como el de un facilitador de procesos.

Habría en consecuencia poca gente del mundo de la educación de los museos que se resistiría a adoptar versiones de la dinámica constructivista. Sin embargo, conocemos que la situación real de los museos en nuestro país es muy opuesta y en ellos imperan aún prácticas más acordes con las realidades del siglo XIX y comienzos del XX, que del inicio de un nuevo milenio. El rol del educador de museos debería ser realmente el de facilitador de un proceso de aprendizaje activo, por medio del cuestionamiento de los objetos o los temas referentes a estos últimos y a las discusiones relacionadas con experiencias concretas y significativas. Los contextos sociales y culturales para estimular el aprendizaje desde esta perspectiva, se ejemplifican en los museos, aunque, cada vez encontramos un numero mayor de investigaciones sobre las interpretaciones que realizan los visitantes en un museo, muchas evidencias constatan a su vez que tan impredecibles e idiosincráticos pueden ser a la vez estos resultados. El museo en la persona del educador puede actuar como facilitador dentro del paradigma constructivista en el contexto de la educación museal. De todas maneras y en otros aspectos, la relación de los museos con sus públicos todavía tiende a tomar un cariz más didáctico e imbuido en la epistemología positivista.



contextos colonialistas e imperialistas.

Cuando se iniciaron los estudios sobre comunicación a comienzos del siglo XX, el énfasis analítico se centró en la tecnología de la comunicación, así como las agencias y las técnicas involucradas. Los componentes sociales y culturales no fueron considerados en ese entonces. Alrededor de 1940, se desarrolló de tal manera el modelo de comunicación, que terminó siendo concebido en una dinámica estrictamente lineal. Quien definía el contenido del mensaje era el transmisor de la comunicación, y el receptor del mensaje se suponía lo recibia pasivamente.

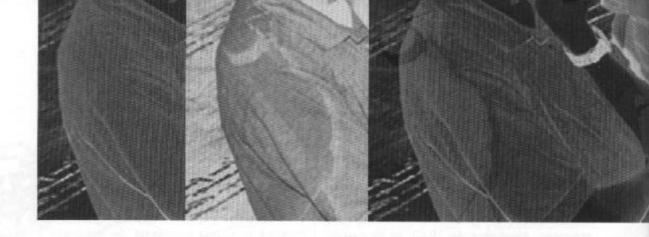
Refiriéndonos nuevamente a la teoría educativa, es claro que este esquema se translapa perfectamente con la epistemología positivista y las teorías conductistas de aprendizaje. Este modelo tiende a repetirse igualmente en muchos de los procesos museales tradicionales, donde la exposición es definida generalmente por un curador, quién trabaja de manera muy individual e independiente, define el mensaje, selecciona los objetos y escribe el texto y luego pasa todo este bloque de información como una unidad fija al diseñador o museógrafo y él a su vez al equipo educativo que tiene la responsabilidad final de hacer relevante esta información al público. Como no se ha definido un tipo de público en especial, ésta se ve dirigida al público general. Este método de desarrollo de una exposición, donde el proceso se lleva acabo sin ningún tipo de referente externo y sin ninguna consideración concreta y focalizada, se ha establecido de tiempo atrás y se encuentra en boga - para desaracia de muchos de los modernos educadores- en muchos museos y galerías. La conexión entre la comunicación y la teoría educativa comienza a explicar por que muchos de estos procesos terminan fallando

La segunda perspectiva de comunicación es la perspectiva cultural o que podría llamarse también ritual. La comunicación es entendida como un proceso concertado, compartido, de participación y asociación. En este caso, incluso, se puede rastrear en los léxicos y diccionarios hasta llegar al término "arcaico" el cual se ha relacionado con ceremonias sagradas, así como a un ritual de comunicación mutua.

La comunicación debe ser igualmente entendida como una serie de procesos y símbolos de la misma manera que la realidad es producida, mantenida, reparada y transformada. Esta mirada propone que la "realidad" no tiene una identidad conclusiva. sino que, se legitima y cobra vida a través de la comunicación. De la misma manera que nosotros representamos nuestros valores a través de símbolos culturales (palabras, mapas, códigos, documentos) le damos forma a la realidad en sí misma. Sistemas simbólicos como el arte, el periodismo, el sentido común, la mitología, la ciencia, construyen, conllevan y expresan actitudes e interpretaciones de nuestra experiencia. La realidad es, por consiguiente, definida y redefinida dentro de marcos negociables y comunidades interpretativas. Este concepto de comunidades interpretativas hace posible que se alcance y se expliquen los cambios culturales.

Lo que todos sabemos es producido a través de nuestra interpretación de la experiencia individual, pero, también por medio de la prueba y del "refinamiento", en términos de re-elaboración de la interpretación dentro de comunidades significativas. Este trabajo produce como resultado una experiencia compartida o impresiones múltiples de la realidad.

Este punto de vista comunicativo no concierne con la transmisión de mensajes a través del espacio para efectos de poder y control. La comunicación es entendida entonces, como un proceso cultural integral que conecta a gente entre si, dentro de marcos particulares de experiencia y como parte de un procedimiento ritual específico. Concierne a una producción negociada, más que a una imposición de significados. Significados



entendidos como plurales, antes que singulares, abiertos a la negociación, diversos antes que unificados y vistos como algo legítimamente subjetivo.

Aunque este punto de vista de comunicación tiene raíces muy antiguas, no ha sido dominante en el pensamiento occidental durante el período moderno. Durante los últimos doscientos años, los significantes negociados y comunes se han superpuesto hacia puntos de vista más unificadas y unidireccionales, definidos por aquellos que detentan el poder en los procesos comunicativos.

Al colocar las teorías de aprendizaje con las de la comunicación en un solo nivel y considerando enormes baches históricos, podemos comenzar a ver tentativamente, que durante 200 años o más, una epistemología positivista, una teoría de aprendizaje didáctica y la transmisión, mas no el compartir la comunicación, han prevalecido enormemente. Los aprendices, o receptores del conocimiento transmitido, han sido considerados igualmente pasivos cognitivamente y han sido catalogados como una masa no diferenciada.

Gradualmente durante el último medio siglo, y reduciendo el rango a los últimos 20 años, podemos identificar un movimiento en las teorías de educación y la comunicación hacia un reconocimiento cada vez mayor de los individuos como entes activos, y quienes le otorgan sentido a sus entornos sociales, por medio de un igual reconocimiento tanto de puntos de vista plurales y como a una legitimación de ellos mismos a través del dialogo y el intercambio. Puentes similares se evidencian aún mas entre campos académicos como teorías literarias, arqueologías, historia, arte, y ciencia. Nos encontramos entonces en medio de una brecha paradigmática, entre el mundo moderno y el posmoderno.

#### MODERNIDAD Y POSTMODERNIDAD MUSEAL:

Los museos tal como son conocidos hoy en día, son creaciones del siglo de la ilustración o de las Luces. Instituciones que se crearon dentro de lo que se considera en términos académicos como el periodo moderno. Durante este periodo la razón fue invocada para suplantar las supersticiones y el conocimiento subjetivo de tiempos remotos. Se llevaron a cabo intentos para construir conocimiento que podría abarcar amplios campos del saber en todos los tiempos y lugares. La historia como concepto es una invención del siglo XVIII y XIX; grandes narrativas (o meta-narrativas) fueron desarrolladas considerándose tan validas incluso



fuera del contexto o sitio del cual fueron concebidas. Instituciones como los museos fueron precisamente establecidos para irradiar y difundir parte de esas meta-narrativas dentro de parámetros en los cuales las cosas debían ser observadas, medidas, clasificadas, nombradas y presentadas como universalmente válidas y como un retrato creíble del mundo.

Ahora, por el contrario, entendemos el conocimiento como algo históricamente contingente. Comprendemos y aceptamos que el sitio en el cual el conocimiento es producido está relacionado no solo con lo racional sino con campos más amplios de comprensión del ser humano. Las certezas del modernismo han sido reemplazadas por la fluidez del postmodernismo, aunque aún sigamos tratando de entender qué significa ese cambio y cómo nos enfrentamos a él, en los términos de las nuevas sociedades del siglo XXI. Para los museos en consecuencia, lo más importante sería poderse formular algunas preguntas relevantes con relación a todo lo anterior y algunos ejemplos serían, además del sinnúmero de interrogantes que el público puede formularse en su interacción con los espacios y objetos:

- 2Cómo podemos organizar o reorganizar el pasado?
- ¿Qué historias debemos contar sobre el pasado y el presente y quién legitimamente puede hablar de ellas?
- ¿Cómo podemos tratar con artefactos coleccionados en un tiempo en el cual el lenguaje referido a los mismos era considerado no problemático, y hoy en día vemos que lo que se dice de ellos puede alterar e influenciar su percepción?
- ¿Cuál en síntesis- es el uso social de los museos hoy en día?

Estas preguntas pueden estar atadas a los procesos de aprendizaje contemporáneos. Si tomamos el constructivismo seriamente, es vital explorar su poder explicativo, para probar su relación con el aprendizaje museal y la experiencia de los visitantes. Es por medio de los resultados diseminados de cuidadosos estudios de públicos con necesidades específicas, como podemos comenzar a desarrollar comunidades interpretativas que sean capaces de producir un cambio en las costumbres y viejos paradigmas de nuestros espacios de significación patrimonial y cultural, y a comprender, disfrutar y aproximarse más críticamente a su entorno, cultura y manifestaciones materiales e inmateriales.



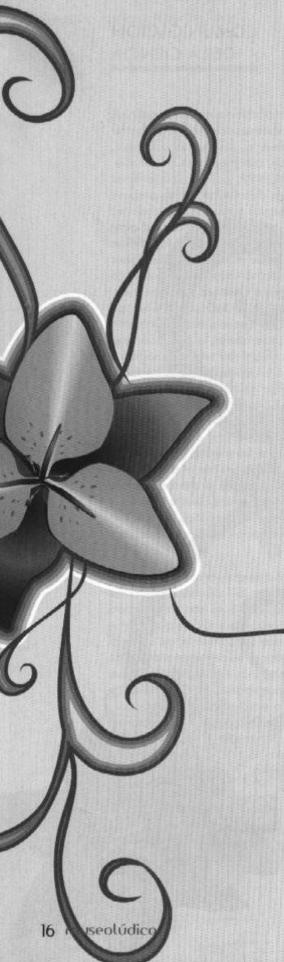
#### COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

os jardines botánicos son museos abiertos al público que reali zan investigaciones sobre los testimonios materiales del ser hu mano y de su medio ambiente, los cuales adquiere, conserva, comunica y exhibe, con propósitos de estudio, educación y deleite (ICOM, 1997, p.14). Los jardines tienen características especiales que los diferencian de los parques públicos, parques naturales, reservas naturales y colecciones privadas de plantas. La Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos los define como "...instituciones que mantienen colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar investigación científica, conservación, exhibición y educación" (Wyse Jackson, P.S & Sutherland, L.A. 2000, p. 22). Los jardines tienen como misión contribuir al conocimiento, la valoración y el aprovechamiento de la diversidad vegetal, mediante el fomento de la investigación, la educación y la recreación, con el propósito de mejorar la calidad de vida de las comunidades (Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, 2000). Así mismo, se constituyen en espacios ideales para la educación ambiental, las ciencias naturales y, especialmente, de la botánica: una rama de la biología que estudia todos los aspectos de las plantas y las interacciones con su ambiente, incluyendo las relaciones con el ser humano y con los animales. El propósito educativo de los jardines botánicos hace parte de su misión social y muchos queremos creer que la educación en ellos va más allá de abrir las puertas al público para que el guía le transmita al visitante toda la información relacionada con sus

Por ello, los cerca de 1800 jardines botánicos y arboreta existentes en 148 países del mundo, que reciben más de 150 millones de visitantes por año (Wyse Jackson, P.S. & Sutherland, 2000), se han concentrado en la búsqueda de estrategias de enseñanza-aprendizaje que permitan la construcción de conocimiento acerca del ambiente, así como la construcción de conciencia de las necesidades existentes en materia de conservación de la diversidad de las plantas y las estrategias necesarias para enfrentar estas necesidades de conservación. En Colombia, los jardines botánicos no han sido ajenos a esta iniciativa y han iniciado reflexiones acerca de la educación ambiental que se realiza en ellos. Estas reflexiones han provocado un interés en pasar de la educación pasiva que transmite conceptos, a un a educación activa que construya conocimiento, y para ello, algunos han encontrado en la teoría de aprendizaje constructivista

la teoría de aprendizaje constructivista
una forma de lograrlo. El gran reto
ahora consiste en aplicar de manera
consistente los principios constructivis-

colecciones de plantas.



tas a las prácticas pedagógicas que se desarrollan en los jardines botánicos y así evaluar el impacto que puede tener esta teoría sobre el aprendizaje del público que visita los jardines botánicos. Así pues, el propósito que se han planteado los jardines botánicos consiste en desarrollar procesos constructivos de conocimiento en colaboración con otros, donde el educador se convierta en un facilitador del proceso de construcción de conocimiento, que tenga en cuenta el aprendizaje previo de los individuos y que el conocimiento construido le sea de utilidad a los visitantes del jardín, de tal forma, que le encuentren sentido a lo que aprenden.

Con el ánimo de lograr el propósito educativo planteado por los jardines botánicos, la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia en convenio con el Fondo para la Acción Ambiental de la Iniciativa para las Américas inició en mayo de 2002 la puesta en marcha del proyecto Programa de Educación Ambiental para los Jardines Botánicos de Colombia. El proyecto pretende orientar la construcción y el establecimiento del programa nacional de educación ambiental dirigido a niños y niñas entre los 6 a los 12 años. Con esta iniciativa la Red Nacional de Jardines Botánicos busca diseñar de manera concertada y participativa un programa nacional de educación ambiental que integre las particularidades, las necesidades, las inquietudes y las estrategias y prácticas pedagógicas comunes de los jardines botánicos, permitiendo así la consolidación de políticas educativas para los jardines botánicos de Colombia. Finalmente, no sólo esperamos que el programa nacional de educación ambiental de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia fortalezca la educación ambiental que realizan los jardines botánicos del país, sino que también se apoyen los procesos de educación ambiental que desarrollan instituciones de educación formal, no formal e informal, posicionando así los jardines botánicos como centros para la educación ambiental orientada a la conservación y cuidado de la diversidad vegetal colombiana.

#### Bibliografía

Consejo Internacional de Museos – ICOM. Código de ética profesional de los museos. Bogotá, 1997.

Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia. Plan Nacional de Jardines Botánicos de Colombia. Bogotá, 2000.

Wyse Jackson & Sutherland, L; Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Batánicos. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, 2000.

1 • El educador o responsable de la educación ambiental en los jardines botánicos también es conocido como: guía, promotor ambiental, gestor ambiental, animador o tallerista, por ejemplo.

## Vena Jugan Con nosotros



#### Servicios

El Museo ofrece variados servicios a 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.

#### 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 burbujas, sonidos, imágenes, figuras, efectos especiales y tantas otras cosas, el museo ofrece cursos-talleres dirigidos a estudiantes, profesores, grupos mixtos y público en general a diferentes niveles. También se ofrece formación a docentes, en conceptos relacionados con las salas interactivas.

#### **Exposiciones**

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



# la divulgación de la ciencia en un mundo fragmentado

César Carrillo Trueba

Los excesos del sistema de competencia y de especialización prematura, con el falso pretexto de eficiencia, matan el espíritu, impiden toda vida cultural, e incluso suprimen el avance de las ciencias

Albert Einstein

"Cuando fray Bartolomé Arrazola se sintió perdido aceptó que ya nada podría salvarlo. La selva poderosa de Guatemala lo había apresado, implacable y definitiva. Ante su ignorancia topográfica se sentó con tranquilidad a esperar la muerte. Quiso morir allí, sin ninguna esperanza, aislado, con el pensamiento fijo en la España distante, particularmente en el convento de Los Abrojos, donde Carlos Quinto condescendiera una vez a bajar de su eminencia para decirle que confiaba en el celo religioso de su labor redentora.

Al despertar se encontró rodeado por un grupo de indígenas de rostro impasible que se disponían a sacrificarlo ante un altar, un altar que a Bartolomé le pareció como el lecho en que descansaría, al fin, de sus temores, de su destino, de sí mismo.

Tres años en el país le habían conferido un mediano dominio de las lenguas nativas,. Intentó algo. Dijo algunas palabras que fueron comprendidas; entonces floreció en él una idea que tuvo por digna de su talento y de su cultura universal y de su arduo conocimiento de Aristóteles, recordó que para ese día se esperaba un eclipse total de sol. Y dispuso, en lo más íntimo, valerse de aquel conocimiento para engañar a sus opresores y salvar la vida -Si me matáis -les dijo- puedo hacer que el sol se oscurezca en su altura.

Los indígenas lo miraron fijamente y Bartalomé sorprendió la incredulidad en sus ojos. Vio que se pradujo un pequeño consejo, y esperó confiado, no sin cierto desdén.

Dos horas después, el corazón de fray Bartolomé Arrazola chorreaba su sangre vehementemente sobre la piedra de los sacrificios (brillante bajo la opaca luz de un sol eclipsado), mientras uno de los indigenas recitaba sin ninguna inflexión de voz, sin prisa, una por una, las infinitas fechas en que se producirían eclipses solares y lunares, que los astrónomos de la comunidad mayo habían previsto y

anotado en sus códices sin la valiosa ayuda de Aristóteles.»

Este cuento escrito por Augusto Monterroso, concentra un drama aún no concluido en gran parte de los países del llamado Tercer Mundo: el enfrentamiento de dos culturas con sus respectivos conocimientos. Tan exacto el conocimiento de los españoles como el de los mayas. Tan completos y aptos los dos para permitir la sobrevivencia de ambos pueblos en sus distintos medios naturales, para impulsar el desarrollo de las dos culturas. Y sin embargo, uno se impuso sobre el otro, borrando para siempre un cúmulo de conocimientos producidos y sistematizados durante siglos y alterando otros muchos que hasta la fecha perduran, un tanto desarticulados, mezclados con un imaginario que proviene de la época de la conquista y que ha tomado su propio camino, nutriéndose de y resistiendo a muy diversas influencias, manteniendo su propio ritmo de cambio.

La convicción de que su religión era la «buena» y que su saber el único «verdadero», impidió a los conquistadores entender la cosmovisión de los pueblos indígenas del Nuevo Mundo, buscar puntos de comunicación y constituir un saber más interesante y adecuado a las candiciones naturales. Y si en esta ficción de Monterroso toca perder a los conquistadores -lo cual llegó a suceder-, en la realidad éstos terminaron por vencer e imponer con lujo de violencia, su religión, su saber, su forma de producir, de cultivar; en suma, su civilización.

Templos monumentales destruidos y dioses derribados, piras ardientes de textos, como la que describe Fray Diego de Landa, cronista de la conquista de Yucatán, en una imagen que todavía nos duele: «Hallámosles gran número de libros de estas sus letras y porque no tenían cosa que no hubiese superstición y falsadades del demonio, se los quemamos todos, lo cual sintieron a maravilla y les dio mucha pena». Las civilizaciones mesoamericanas se perdian para siempre.

#### El sesgo de la Historia

Lo curioso es que, si bien la Historia registra muchos casos como éste, el valor que atribuye al conjunto de conocimientos que poseían y poseen las culturas no Occidentales nunca es considerado equivalente al conocimiento de los europeos, no comparable, por supuesto. Se sigue diciendo que con los españoles llegó «la Ciencia» al continente americano, que éstos tenían una tecnología superior, ya que usaban

metales, etcétera, etcétera. Incluso algunos destacados estudiosos de las culturas mesoamericanas comparten esta visión, como el célebre mayista Eric Thompson, quien escribió: «Hay que aceptarlo, en cuanto a los fines que persigue, la astronomía maya es astrología».

La idea de una historia lineal no ha desaparecido todavía y se sigue usando como esquema de referencia la idea positivista de la historia de occidente, según la cual esta parte del mundo tuvo que pasar por el animismo, la metafísica y todo lo que se considera como conocimiento «precientífico», para al fin llegar a la «ciencia objetiva». Según este esquema, los países del Tercer Mundo tienen que dejar atrás sus supersticiones y abrazar los conocimientos de la ciencia contemporánea, la cual es, según esto, obviamente superior. Esta manera de ver las cosas atribuye una lógica interna al desarrollo de la ciencia y la tecnología y no considera que cada tipo de conocimiento se genera en un contexto natural, histórico y social determinado, respondiendo a necesidades e intereses muy específicos y con un ritmo y una dinámica de cambio propia.

Ese punto es tratado con gran claridad por Anthony Aveni en su libro "Conversing with the Planets", donde se analizan las distintas observaciones que de los mismos fenómenos celestes realizaron, por un lado, los astrónomos mesoamericanos y por el otro, los creadores de la astronomía contemporánea: Copérnico, Galileo y Kepler. El análisis de estas observaciones resulta muy interesante y el autor concluye que es imposible afirmar que un sistema sea superior al otro, que un tipo de conocimiento sea mejor que el otro, que es muy difícil comparar el desarrollo de uno y otro, los resultados de las investigaciones de cada uno. «Podemos preguntar -dice Aveni- ¿por qué los mayas no produjeron un Copérnico que se diera cuenta de que el sol esta en el centro del sistema solar? [...] Pero entonces, si ellos pudieran hablar con nosotros, preguntarían ¿por qué [los europeos] no se dieron cuenta de que Venus, tan brillante en comparación con Marte, desaparece y reaparece siempre manteniéndose cercano al sol? ¿por qué si sus observadores del cielo a simple ojo registraron los movimientos más importantes de Venus, [...] Galileo y Horrocks, atentos observadores, no lo lograron?»

La respuesta está en la diferencia de culturas, aspecto que por lo general pasa desapercibido cuando de conocimiento objetivo se hobla.

#### Una ciencia por encima de toda sospecha

La ciencia se presenta siempre desligada de la cultura, como si tuviera una lógica interna, neutra, por encima de toda intencionalidad social, política, ética e ideológica, al igual que su parte material, la tecnología la cual es vista como la forma de resolver prácticamente cualquier problema, de proporcionar bienestar, como la fuerza motriz del llamado progreso. La introducción de una nueva tecnología es percibida, por lo general, como algo inevitable, que si tal vez no trae un bienestar inmediato, en el futura la hará. La aplicación de la tecnología para la solución de algún problema encubre los intereses sociales que hay detrás, es una forma de purificar las intenciones de las clases poderosas, como lo ha mostrado Jurgen Habermas.

Y aquí nos referimos inten-

cionalmente a tecnología y no a la técnica ni a simples aparatos o utensilios, parque ésta, como lo señala Arnold Pacey, posee un sentido mucho más amplio, que comprende tanto la parte estrictamente material, como la investigación científica que ésta requiere y los aspectos económicos, éticos, políticos e ideológicos de la sociedad que la produce.

Además, es a través de la tecnología que la mayoría de la gente se relaciona con el conocimiento científico. Si examinamos la manera en que la tecnología moderna se ha extendido a todo el planeta, encontraremos que siempre se ha adelantado al conocimiento científico. De hecho, en las mismas metrópolis, hasta principios de este siglo, la mayoría de las innovaciones tecnológicas precedían por mucho al conocimiento que las explicaba. Y si es cierto que en este siglo se ha revertido este fenómeno, ya que no hay tecnología que no haya requerido de fuertes insumos de investigación científica, aun así, sobre todo en los países del Tercer Mundo, las ciencias «nacidas de innovaciones conceptuales», como lo explica Charles Morazé, «son recibidas por sus manifestaciones materiales».

El problema es nuevamente la no neutralidad de la tecnología, ya que al ser introducida una nueva tecnología, se está introduciendo una relación social. Este hecho se puede apreciar mirando un poco en la historia.

#### La tierra profanada

Cuando los españoles llegaron a Mesoamérica, una de las cosas que más les impresionó fue el accidentado relieve del territorio. «Es como un papel arrugado» diría Hernán Cortés. Las grandes cadenas montañosas que corren por parte de lo que hoy es territorio mexicano, sobrepasando los 4 000m son parte del paisaje tan diverso que presenta esta región: selvas altas, medianas y bajas, bosques de pinos y encinos, zonas áridas, enormes valles, cuencas, etc. Asombraba a los conquistadores, dice Ma. de los Ángeles Romero Frizzi, que tanta gente sobreviviera en un paisaje tan sinuoso, en donde según un funcionario del siglo XVI, «[las tierras] no pueden sembrarse por su inclinación».

Pero más les intrigaba y sigue intrigando a muchos, que estos pueblos tuvieran útiles de labranza tan «rudimentarios» como la coa y las hachas de piedra. ¿Cómo hacen para alimentarse?, parecían preguntarse los españoles. El manejo del agua y la vegetación, la rotación y asociación de cultivos, la construcción de terrazas, chinampas y camellones, entre otras cosas, son sólo algunas de las tecnologías que habían desarrollado las culturas mesoamericanas con base en una enorme cúmulo de conocimientos y que les permitía manipular el medio en que vivían, del que se sentían parte indisociable, a dife-

rencia de la idea europea que concebía a la naturaleza como algo distante del hombre, que tenía que ser dominada y poseída.

Los españoles llegaron con sus semillas y animales, sus conocimientos e instrumentos de labranza. Escogieron los lugares que más se asemejaban a sus tierras de origen (las zonas templadas) y ahí recrearon su modo de vida. Trigo, vid, cebada, olivos, cítricos, vacas, cerdos, caballos, molinos, azadones, palas y arados, conformaron un nuevo paisaje. Por supuesto que, no sólo lo recrearon para ellos, sino que impusieron a los pueblos conquistados sus cultivos e instrumentos de trabajo.

Cambiar hábitos milenarios no es fácil. Podían obligar a los indígenas a sembrar trigo -al fin que ellos no lo consumían-, otra cosa era forzarlos a usar el arado. Una cultura en la que antes de derribar un árbol se pedía disculpas a la Madre Tierra, no podía aceptar un instrumento que, como decían algunos indios, «lastima la tierra». Se sabe de ciertos caciques indígenas que, aferrados al poder, deseaban imitar a los españoles en su forma de vivir y adoptaron su manera de vestir, andar a caballo y cultivar, introduciendo el uso del arado en las labores de sus tierras. Pero lo que realmente hizo que el empleo del arado se extendiera, como bien lo señala Romero Frizzi, fue que, a pesar de disminuir el rendimiento por unidad de tierra sembrada, el rendimiento por hombre era más elevado; es decir, que la siembra de una hectárea que realizaba un hombre con la coa requería un mayor tiempo de trabajo, pero la cosecha era mayor y el suelo se preservaba, mientras que con el arado un hombre podía sembrar una hectárea en menos tiempo, aunque el rendimiento y la duración de la fertilidad del suelo eran menores, lo que varios siglos después se resolvió con la introducción de fertilizantes químicos, con las funestas consecuencias que ya se conocen. Sin embargo, dada la escasez de mano de obra ocasionada por guerras y epidemias. y sobre todo debido al desarrollo de la economía de mercado, esta tecnología se vio favorecida.

La introducción del arado no fue posible en aquellas regiones con exceso de laderas y montañas, por lo que la agricultura colonial se desarrolló principalmente en los valles templados. Así, para principios del siglo XIX, el uso de éste era bastante generalizado en las zonas con estas características. Las consecuencias no se pueden establecer con toda fidelidad, pero, para ese entonces, las tierras del valle de México, que siglos antes albergaran varios miles de habitantes, con dificultad mantenían la tercera parte: los suelos se habían erosionado y deteriorado.

#### Las semillas sustraídas

iSe acabará el hambre en el mundo! rezaba la propaganda para promover el uso de las variedades de semilla de alto rendimiento, orgullo de la Fundación Rockefeller, patrocinadora de la llamada "Revolución Verde". Iniciada en México en la década de los cuarenta, esta revolución se basó en el uso de variedades de trigo, maiz y arroz, seleccionadas para aumentar al máximo su rendimiento y con atributos que se antojaban de ensueño: mejor asimilación de nutrientes, mayor número de granos por espiga, un tallo más pequeño y corto y un ciclo de maduración más rápido; lo cual permite obtener hasta tres cosechas por año en el mismo suelo.

El pequeño inconveniente de estas semillas es que requerían una mayor cantidad de fertilizantes, herbicidas y agua que las normales, su cultivo necesitaba maquinaria, a cada cosecha habia que comprar nuevas semillas y éstas eran muy susceptibles a las plagas, sin alvidar que todo ello resultaba muy costoso, por lo que sin un crédito bancario era imposible tener acceso a los beneficios de la Revolución Verde.

Los resultados de su aplicación en México fueron la anulación casi total del reparto agrario realizado por el presidente Lázaro Cárdenas en la década de los treinta, al concentrarse las tierras nuevamente en unas cuantas manos lo cual produjo, por un lado, la migración de los campesinos desposeidos a las ciudades, y por el otro, su transformación en jornaleros itinerantes o braceros. Los daños ambientales son bastante conocidos: aumento constante en el uso de pesticidas, empobrecimiento de los suelos, empobrecimiento genético de las especies, etcétera, etcétera. Preguntarnos si resolvió el problema del hambre, ni siquiera vale la pena. Lo que sí se puede afirmar es que las exportaciones de trigo aumentaron, al igual que la producción y el Producto Interno Bruto (PIB), esto sin embargo no quiere decir que la gente pudo comer mejor. Los únicos ganadores fueron los terratenientes y las compañías multinacionales.

Lo curioso de todo esto es que, a diferencia de la introducción del arado, las semillas mejoradas no fueron impuestas por ningún invasor extranjero, sino que fueron los dirigentes gubernamentales y sus expertos o tecnócratas quienes impulsaron la Revolución Verde. ¿Alguien pensó en las consecuencias ecológicas y sociales de esta mal llamada revolución? ¿Por qué nunca se tomó en consideración el contexto nacional, cultural y social?

#### La mente fragmentada

La respuesta a estas interrogantes se puede dar desde cuatro ángulos distintos: Primero, porque la ciencia y la tecnología, como ya lo vimos, se consideran neutras y positivas por sí mismos. Segundo, porque se piensa que nada tienen que ver la ética, la política, la filosofía, la historia o la sociología con la ciencia y la tecnología. Tercero, porque los científicos y tecnócratas tienen



una percepción de sus disciplinas excesivamente fragmentada, por lo que les resulta más que imposible establecer algún tipo de vaso comunicante con cualquier otra área cercana, ya no se diga distante, para la resolución de un problema. Y cuarto, porque un experto es por definición alguien que sabe todo sobre su área y no tiene porqué consultar a otra persona y menos si se trata de un simple ciudadano que vive junto al sitio en que los expertos decidieron construir una planta nuclear o un basurero de desechos tóxicos, por mencionar tan sólo un par de ejemplos.

El autor Arnold Pacey, plantea que una innovación tecnológica no puede ser exitosa si al concebirla y diseñarla no se toma en cuenta una serie de factores como «el mantenimiento y uso del equipo, el conocimiento y la experiencia de los usuarios, trabajadores o pacientes, los valores sociales y personales, etc. Esto es, lo que constituiria la esfera del usuario. Pacey muestra que lo normal es diseñar tecnologías sin considerar el área del usuario, lo que da tecnologías económicamente exitosas, pero desastrosas en cuanto a sus consecuencias sociales y ambientales. Este es el caso de la Revolución Verde y parece serlo de las biotecnologías, que ya se anuncian como la panacea para todos los problemas que aquejan al planeta, entre los que figura otra vez el del hambre. Nuevamente los tecnócratas y expertos del Tercer Mundo se llenan la boca con grandes promesas y nuevamente están ausentes las reflexiones sobre las implicaciones sociales de estas tecnologías (a diferencia de los países del Primer Mundo en donde sí existe un cierto debate en torno a ellas, basta con ver la acalorada discusión que ha suscitado la clonación).

La pregunta es êde dónde proviene esta fragmentación tan profunda en la percepción de los mismos fenómenos?

#### Un mundo fragmentado

«El proyecto de modernidad formulado en el siglo XVIII por los filósofos de la Ilustración consistió en unir sus esfuerzos para desarrollar una ciencia objetiva, una maralidad y leyes universales y un arte autónomo acorde con su lógica interna», dice Jürgen Habermas. «Al mismo tiempo, este proyecto pretendía liberar los potenciales cognoscitivos de cada uno de estos dominios de sus formas esotéricas. Los filósofos de la llustración querían utilizar esta acumulación de cultura especializada para el enriquecimiento de la vida cotidiana, es decir, para la organización de la vida social cotidiana». En otras palabras, para el progreso.

Al institucionalizarse estas áreas se fueron formando especialistas en cada una de ellas. Posteriormente, serán ellos quienes tomen en sus manos las riendas de la sociedad. Durante este proceso, las artes siguen un camino, la moral y las leyes otro y la ciencia y la tecnología el suyo. Los especialistas proliferan creando fosos cada vez mayores entre estas áreas así como al interior de las mismas v principalmente, entre ellos y el resto de la población.

La centralización del saber y del poder en las ciudades va a generar una aguda devaluación del conocimiento tradicional de los habitantes del mundo rural, que los dejará al margen de las luces, sumidos en una oscura dependencia de las ciudades. Los pueblos del resto del mundo correrán la misma suerte al ser sometidos por la expansión europea y sufrir la imposición de una nueva racionalidad, como ya lo vimos antes, lo que va a provocar que la constelación de conocimientos locales que brillaban entonces entre en un proceso de opacamiento todavía no concluido, aunque hoy día sean las élites locales rebosantes de modernidad las causantes de esta desaparición. El foso creado entre campo y ciudad se ampliará a lo que después se denomirará Tercer Mundo, convirtiéndose en un verdadero abismo.

Como resultado de los procesos anteriores (y otros muchos más, por supuesto), vivimos en un mundo fragmentado: naciones fragmentadas, pueblos fragmentados, sociedades fragmentadas, producción fragmentada, familias fragmentadas, seres fragmentados v... un conocimiento fragmentado.

En la que aquí nos interesa, a saber, la divulgación de la ciencia, esta fragmentación nos enfrenta a cuatro abismos fundamentales:

- 1) La separación existente entre los expertos o especialistas y el resto de la sociedad, que se manifiesta en la manera que se decide, por ejemplo, el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Cuando se introduce una nueva tecnología jamás se toma en cuenta la opinión de los posibles usuarios o los indirectamente afectados, ni el impacto social que puede tener, los efectos secundarios como ya lo vimos en los dos ejemplos expuestos.
- 2) La excesiva especialización de los científicos o la hiperespecialización que existe en la generación del saber, que produce un conocimiento igual de fragmentado, al punto que los científicos de una misma área o de áreas cercanas son incapaces de entenderse entre ellos. Este problema se ha tratado de resolver creando grupos interdisciplinarios en los que, por lo general, no existe una verdadera integración conceptual sino sólo formal. Además, todavía hay quienes, basándose sobre todo en la idea de la exactitud y la cuantificación, piensan que hay disciplinas superiores, lo cual hace muy difícil la interacción de científicos de disciplinas distintas (entre ciencias exactas y ciencias sociales, por ejemplo) y que rayan en un culto casi religioso a las ciencias «duras». En cuestiones prácticas la interdisciplinariedad es indispensable para enfrentar la complejidad de los problemas que actualmente nos aquejan (como el calentamiento global).
- 3) La disociación de la actividad científica de la influencia que ejerce sobre ella la ética, la filosofía, la ideología y demás aspectos que conforman la esfera social, lo cual se manifiesta en la idea tan difundida de que el desarrollo de la ciencia y la tecnología son neutros y que se encuentran aislados de las ideas, los valores, los conceptos y el imaginario social. En pocas palabras, que el científico es un ser no social, capaz de entrar a su laboratorio y hacer a un lado todas sus pasiones, ideas y creencias, para así crear un conocimiento puro y objetivo, lo cual

dista mucho de la realidad, como lo han mostrado la sociología, la historia y la psicología de la ciencia. Además, esta neutralidad y objetividad proporciona, para muchos científicos todavía, una supremacía a la ciencia que le confiere el derecho de opinar acerca de cuestiones de orden ético o político y erigirse sobre estas esferas de la vida social con pretensiones cientificistas.

4) La oposición que se ha creado entre el conocimiento científico y el conocimiento tradicional que todavía se mantiene vivo entre muchos pueblos del planeta, y que aun hoy día en que se conoce bien la relatividad del primero. el segundo no termina de ser aceptado por los científicos como tal, a pesar de la utilidad que ha mostrado tener en áreas como la medicina (la acupuntura y la herbolaria, por ejemplo) o la ecología (el manejo adecuado de ecosistemas y la conservación de la biodiversidad, entre otras áreas).

#### La reconstrucción de la imagen del mundo

El reflejo de estas cuatro fracturas se puede observar fácilmente en la manera en que se lleva a cabo la divulgación de la ciencia, principalmente en la que se hace de manera escrita. Por ejemplo, las famosas notas de ciencia de frontera que invaden el escaso espacio que periódicos y revistas dedican a la ciencia, en las que se habla de los grandes adelantos del quehacer científico y tecnológico sin mencionar, generalmente, sus implicaciones en la comprensión del mundo, en la sociedad, o el proceso que llevó a ese conocimiento, por tocar sólo algunos aspectos. La excepción es el texto o el conjunto de textos que proporcionan una idea más completa.

Pero, más que un análisis de lo que se hace, lo que aquí nos interesa es interrogamos, ante este panorama, ¿cuál es la tarea de la divulgación de la ciencia? Mi opinión es que ésta puede servir como un medio para integrar, para reparar estas fracturas, para acercar disciplinas, unir la ética al quehacer científico, el conocimiento de los pue-

blos indígenas al conocimiento científico, y sobre todo, para zanjar la distancia cada vez mayor entre el público y la ciencia y el desarrollo de la tecnología. Tal vez así sería posible hacer llegar a un público amplio una serie de conocimientos que le permita entender el mundo en que vivimos, la relación que el ser humano ha establecido con éste, las inmensas posibilidades de las nuevas herramientas conceptuales que ha generado la actividad científica, etc., y que la adquisición de este saber la lleve a tomar parte activa en los múltiples asuntos sociales que conciernen o deben concernir a toda la sociedad

Para lograr esto, es necesario aceptar que la ciencia no es perfecta, ni completa, y menos aún la única manera de entender el mundo: que las teorías no son eternamente verdaderas, que los científicos no trabajan por el bien de la humanidad, sino que realizan una actividad social como muchas otras; que las nuevas tecnologías pueden tener efectos perniciosos y que no existe un progreso lineal en el desarrollo científico y tecnológico; que vivimos en un mundo multicultural, que cada pueblo o grupo social posee conocimientos, valores y creencias distintas que deben ser respetados.

No podemos hacer divulgación de la ciencia como si vendiéramos un producto. No somos agentes de publicidad de la ciencia y la tecnología. De hecho, mientras más claramente aparezcan ante la sociedad los límites y los factores que determinan el desarrollo científico y tecnológico, sus deficiencias y sus lados oscuros. más claramente emergerá el papel que pueden y deben desempeñar estas actividades en la sociedad así como la participación que debe tener la sociedad en su desarrollo. Lejos de depreciarlas, me parece que esto puede contribuir a mostrar la aportación real de la ciencia y la tecnología a la construcción de una sociedad justa y democrática, de un mundo no fragmentado en el que todos los individuos y las culturas tengan un lugar. En esta tarea, la divulgación puede desempeñar un papel fundamental. La reconstrucción de esta imagen del mundo que los seres humanos han creado, esto es, el conocimiento en sentido amplio y la ciencia en un sentido más estrecho y su reintegración con el resto de las esferas que constituyen la vida social, podría ser un buen principio.

#### Bibliografia

Arnold Pacey, La cultura de la tecnología. FCE, México, 1991.

Aveni, Anthony; Conversing with the Planets. Times Books, Nueva York, 1992

Collins Joseph, Moore; Lappé, Frances; Food first. Houghton Mifflin Co. 1977

Habermas, Jùrgen; La technique et la scencie comme «ideologie». Gallimard, Paris, 1973

Habermas, Jürgen; Pensamiento postmetafísico. Taurus Humanidades. México, 1990.

Goldstein, Daniel J; Biotecnología, universidad y política. Salo XXI, México, 1989

De Landa, Fray Diego; Relación de las cosas de Yucalán, c.a. 1560. Porrúa, México, 1982.

Einstien, Albert; Comment je vois le monde. Flammarion, Paris, 1979.

Monterroso, Augusto; Obras completas (y otros cuentos). Joaquín Mortiz. México. 1971

Morazé, Charles ; La science et les facteurs de l'inégalité. UNESCO, Paris, 1979

Romero Frizzi, María de los Ángeles; La agricultura en la época colonial. En: La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días, Teresa

Rojas (coord.). CNCA/Grijalbo, México,

Thompson, Eric; Historia y religión de los mayas. Siglo XXI, México, 1984.

César Carrillo Trueba: Editor de Ciencias. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM.



imágenes y discursos en.

### la organización museográfica

de los museos de ciencias: análisis y propuestas

#### Constanza Pedersoli

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.

Universidad Nacional de La Plata./ Mundo Nuevo.

Programa de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias. Secretaría Académica.

Universidad Nacional de La Plata.

#### Introducción

La organización museográfica es la manera en que se disponen los objetos en el espacio, los temas bajo los que se agrupan y el modo en que la información es presentada en los textos, carteles y exhibidores. En ella se refleja la organización conceptual, es decir, el eje estructurador que otorga a los museos su lógica o razón de ser (Gaspar Hernández y Pérez de Celis Herrero 1996: 16). Se define, intencionalmente o no, de acuerdo a determinadas concepciones epistemológicas y además de comunicar ciertos contenidos científicos, proyecta una imagen particular de lo que es la ciencia (García Ferreiro 1998).

En este trabajo se presentan algunos de los resultados de una investigación sobre museos interactivos de ciencias argentinos. El estudio forma parte de la Tesina de Licenciatura en Ciencias de la Educación, titulada "Los museos interactivos de ciencias como mediadores en la construcción del conocimiento". El análisis se centra en las imágenes y concepciones de la ciencia a partir de las cuales se organizan museográficamente.

La investigación se llevó adelante en dos museos interactivos. Los datos se recolectaron mediante entrevistas a guías, observación semi-estructurada de la organización museográfica, observación de visitas guiadas, registro fotográfico, materiales de difusión y diálogos informales con los guías, docentes y alumnos. Los guías entrevistados fueron seleccionados por un muestreo aleatorio balanceado por género. En cada museo, se entrevistó al 30 % de la población total. Se observaron visitas guiadas destinadas a niños de entre 10 y 13 años de escuelas públicas y privadas.

Los objetivos de la investigación fueron:

- Caracterizar la imagen de ciencia que se comunica en los museos interactivos a través de la organización museográfica.
- Identificar las concepciones de ciencia y aprendizaje que subyacen en los discursos y prácticas en las visitas guiadas y en los documentos y materiales de difusión de los museos interactivos.

#### Las imágenes y los discursos en la organización museográfica

Cuando la teoría de la evolución de Darwin dominó el ámbito académico muchos museos de historia natural renovaron sus exhibiciones recreando a partir de sus colecciones los principios del pensamiento evolucionista. Todas las muestras se organizaban según las fases del árbol filogenético en el que la especie humana ocupa el lugar más alto

1 Un exhibidor puede definirse como una presentación de ideas con el objetivo de enseñar (Alderoqui 1996: PG. 50)

en cuanto a la complejidad. De esta manera se definían áreas de exhibición que debían recorrerse de acuerdo a un orden preestablecido (Carrillo Trueba 1999: 5-6). El Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, construido entre 1884 y 1887, es un claro exponente de esta tendencia. Francisco P. Moreno, su fundador, inspirado en las ideas del paleontólogo francés Albert Gaudry, adoptó ese modelo. Su propósito era el siguiente:

... el espectador debía avanzar dentro del edificio a lo largo de un itinerario oval que lo condujera, desde el mundo inanimado del mineral y la piedra al desarrollo de la vida en el planeta, tanto de plantas como de animales, y, por supuesto, culminando en el propio ser humano y su evolución física y cultural (Teruggi, 1994: 34).

Para los científicos de esta época no había duda de que la ciencia constituía la verdad absoluta y que si se seguía cierta lógica, o recorrido en este caso, se llegaba inevitablemente a sus verdades, ya que una verdad llevaba a otra y así sucesivamente. Este esquema estaba enmarcado en el más puro espíritu mecanicista de la época (Carrillo Trueba 1998: 6).

Los museos interactivos también se organizan de acuerdo a una concepción de lo que es la ciencia, por ello su definición de la exhibición debe adoptar criterios epistemológicos rigurosos y un enfoque pedagógico definido estrictamente. (Dujovne 1995: 72). Al respecto, García Ferreiro (1998) cuestiona la distinción que estos museos realizan entre ciencias sociales y naturales ya que considera que esta separación entre disciplinas científicas contribuye a que la ciencia se perciba como algo ajeno a la gente que no está directamente involucrada con la producción científica.

Los museos que se analizan en el presente trabajo difieren en cuanto al tamaño y a la organización de su exhibición, pero se asemejan bastante en cuanto a los contenidos que tratan. El museo [A] está organizado en 8 salas: Mecánica, Telecomunicaciones, Conoce tu cuerpo, Ondas y Sonidos, Geometría, Electricidad y Magnetismo, Optica y Percepción Visual. El museo [B] funciona en un edificio en el cual no hay división por salas. Los exhibidores se encuentran en un espacio común, pero agrupados por las siguientes áreas: Mecánica, Hidrostática, Tecnología Mecánica, Óptica, Energía eléctrica, Magnetismo, Ondas, Aerodinamia, Química, Biología, Energía solar y Astronomía.

En ambos museos lo científico aparece vinculado predominantemente al ámbito de la física y mientras las restantes disciplinas quedan relegadas a un segundo lugar, las ciencias sociales quedan totalmente excluidas de la exhibición. Los contenidos son tratados desde un punto de vista utilitario o instrumental, dejando de lado las implicancias políticas, económicas, ambientales y sociales de la producción científica. Se presentan desvinculados del momento histórico y social en que fueron producidos, reforzando la idea de que la ciencia consiste en una acumulación de verdades absolutas. Desde el punto vista pedagógico el eje está puesto en la adquisición de ciertas nociones o conceptos, dejando de lado aspectos tales como la comprensión de la naturaleza de la ciencia o el desarrollo de actitudes y procedimientos que forman parte del quehacer científico.

En el museo [A], esta imagen de ciencia está reforzada por las ilustraciones que acompañan la exhibición. En el mural que decora una de sus paredes aparecen 5 hombres provenientes del ámbito de la física y de la matemática, así como también, algunas fórmulas que corresponden a dichas áreas. Algo similar ocurre en las carteleras denominadas "La ciencia y sus hombres" y "Argentinos Premios Nobel en ciencia" donde se rinde tributo a científicos reconocidos de todos los tiempos. Los científicos que en ellas aparecen, provienen predominantemente del ámbito de la física y, en segundo lugar, de la astronomía, la biología y la química.

Tal como sostiene García Ferreiro (1998) en su análisis de algunos museos interactivos mexi-

canos, la ciencia se muestra como una acumulación de descubrimientos e inventos, producto de la imaginación de grandes genios. Así, se fortalece la idea de que es el resultado de la genialidad de ciertos adelantados de la historia de la humanidad.

No puede negarse el protagonismo ni la contribución de los científicos reconocidos, pero la imagen del genio no se corresponde estrictamente con la actividad científica real. La imagen del experto o del especialista margina al hombre común y corriente de la esfera de las decisiones, contribuyendo de este modo al mantenimiento de la brecha existente entre ciencia y sociedad. La ciencia, además, aparece vinculada a un quehacer masculino, quedando las mujeres prácticamente relegadas de la producción científica (en la cartelera aparecen sólo dos). Cabe destacar que, si bien hasta mediados del siglo XX la investigación está más bien restringida a los hombres, esta imagen sexista no se corresponde con la práctica científica actual.

Resumiendo, puede decirse que se proyecta una imagen limitada de la ciencia y del modo en que la actividad científica se lleva a cabo.

La concepción filosófica que reduce las ciencias a la física es conocida con el nombre de fisicalismo, perspectiva que se enmarca en el empirismo lógico del Círculo de Viena, que fuera una asociación conformada por científicos y filósofos a principios de la segunda década del siglo XX. La postura filosófica que, con algunas diferencias, compartían sus miembros se

inspiraba en un empirismo revitalizado por los aportes de la lógica matemática, motivo por el cual se la denominó también positivismo lógico. Según Losee (1991), su éxito se debió a su comprensión del lenguaje de la ciencia. Postularon que este lenguaje consta de una jerarquía de niveles cuya base la ocupan los enunciados que registran las indicaciones de los instrumentos y su vértice las teorías. De esto se desprende que el conocimiento científico puede fundarse solamente en la experiencia

sensible, aunque asignaron a la lógica un importante lugar (Gaeta y Gentile 2000: 5). Dentro de esta jerarquía cada nivel es una "interpretación" del inferior, aumentando la capacidad de predicción de un enunciado de la base al vértice. En el lenguaje de la ciencia pueden distinguirse entonces un nivel observacional, en el que figuran enunciados tales como presión y temperatura, y un nivel teórico en el que figuran enunciados sobre "no observables" tales como genes y quarks (Losee 1991: 183-184). Los enunciados empíricos o " cláusulas pratocolarias" permiten la confirmación o refutación de las hipótesis científicas.

Sin embargo, existían dentro del Círculo de Viena dos interpretaciones respecto de estos enunciados: los llamados fenomenalistas, los consideraron como registros de experiencias inmediatas de los sujêtos, es decir, de sus datos sensoriales; los fisicalistas, en cambio, los concibieron como descripciones de objetos físicos. Esta interpretación fue la que primó (Gaeta y Gentile 2000: 7).

Por otra parte, según esta posición, la filosofía de la ciencia debe centrar su análisis en el contexto de justificación del conocimiento científico puesto que el análisis del contexto de descubrimiento? pertenece al ámbito de la psicología, sociología e historia de la ciencia.

La concepción de la ciencia del positivismo lógico comienza a ser cuestionada durante los últimos años de la década del cincuenta y toda la del sesenta, por posturas epistemológicas alternativas a la ortodoxia (Losee 1991: 199). Thomas Kuhn fue una de las figuras más representativas de lo que se llamó la nueva filosofía de la ciencia, que cuestionó el reduccionismo neopositivista del Circulo de Viena (Gaeta y Gentile 2000: 10). Una de sus preocupaciones centrales fue que la imagen hegemónica de la ciencia no se correspondía con las prácticas científicas reales:

"Esa imagen fue trazada previamente, incluso por los mismos científicos, sobre todo a partir del estudio de los logros científicos llevados a cabo, que se encuentran en las lecturas clásicas y, más recientemente, en los libros de texto con los que cada una de las nuevas generaciones de científicos aprende a practicar su profesión. Sin embargo, es inevitable que la finalidad de esos libros sea persuasiva y pedagógica; un concepto de la ciencia que se obtenga de ellos no tendrá más probabilidades de ajustarse al ideal que los produjo, que la imagen que pueda obtenerse de una cultura nacional mediante un folleto turístico o un texto para el aprendizaje de un idioma" (Kuhn, 1992: 20).

Si bien Kuhn hace referencia a los libros de texto científico, puede suponerse que afirmaría lo mismo respecto de los museos interactivos y la imagen de la ciencia y los científicos que éstos comunican. El concepto de paradigmas que postula resulta esclarecedor respecto de las prácticas científicas reales. En "La estructura de las revoluciones científicas", los define como "realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (Kuhn 1992: 13). Es el estudio de los paradigmas lo que prepara al estudiante para entrar a formar parte de una determinada comunidad científica en la que luego trabajará. Por este motivo su práctica se apartará raramente de los fundamentos expresados. Cuando la investigación de diferentes científicos se basa en paradigmas compartidos, ellos están sujetos a las mismas normas y realas para desarrollar sus prácticas. El término paradigma se relaciona de modo estrecho con la ciencia normal (Kuhn, 1992: 34). La investigación científica normal se dirige a articular fenómenos y teorías que ya proporciona el paradigma. Su

<sup>7</sup> Según Hons Reichenbach el contexto de descubrimiento se relaciona con la producción de una hipótesis, idea o teoría, ligada a circunstancias personales. psicológicas, políticas, sociales, económicos y tecnológicos que pueden influir en la gestación de determinado conocimiento. El contexto de justificación, en cambio, se relaciona con las cuestiones de validación del conocimiento. Si bien Reichenbach abaga para que no se los confunda, son muchos los filósofos que consideran que la frantera no es nitida, puesto que existen relaciones estrechas entre el problema de justificación de una teoría y la manera en que se construyó en el momento de su surgimiento. Kuhn es uno de los que sostiene tal opinión (Klimovsky, 1994: 29).

objetivo no es provocar nuevos tipos de fenómenos, sino, obligar a la naturaleza a que encaje dentro de los límites del paradigma. A aquellos fenómenos que no encajan dentro de ese paradigma, frecuentemente ni siquiera se los ve. Los científicos, además, no tienden a descubrir nuevas teorias y se muestran muchas veces intolerantes con las formuladas por otros (Kuhn 1992: 52-53). Sin embargo, los resultados que se obtienen mediante la investigación normal contribuyen a aumentar el alcance y la precisión con que puede aplicarse un paradigma. Kuhn considera al respecto que ésta no es una explicación suficiente para explicar la devoción de los científicos con respecto a los problemas de la investigación normal y postula que lo que la explica es la resolución de enigmas:

"Aunque pueda predecirse el resultado de manera tan detallada que lo que quede por conocer carezca de importancia, lo que se encuentra en duda es el modo en que puede lograrse ese resultado. El llegar a la conclusión de un problema de investigación normal es lograr lo esperado de una manera nueva y eso requiere la resolución de toda clase de complejos enigmas instrumentales, conceptuales y matemáticos. El hombre que lo logra prueba que es un experto en la resolución de enigmas y el desafío que representan estos últimos es una parte importante del acicate que hace trabajar al científico (Kuhn 1992: 70)".

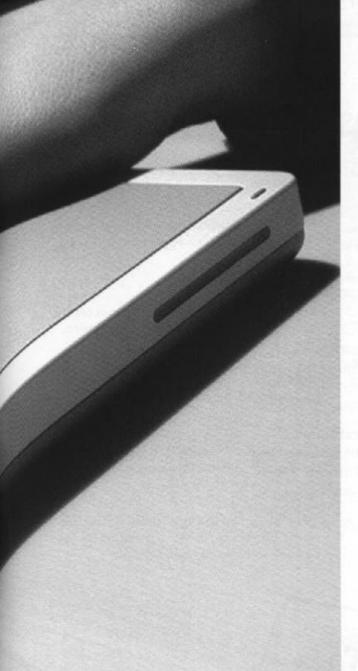
Los enigmas son aquella categoría especial de problemas que puede servir para poner a prueba el ingenio o habilidad del científico para resolverlos. No obstante, para que un problema sea considerado como enigma debe tener más de una solución posible en el marco del paradigma sostenido. Muchas veces, sin embargo, los científicos se encuentran en su tarea con determinadas anomalías. Cuando la teoría del paradigma logra ajustarse a ella, entonces lo anormal se vuelve lo esperado; pero cuando eso no sucede, el fracaso persistente conduce a una crisis y al consecuente sentimiento de pérdida de fe en el paradigma vigente. La crisis debilita las reglas de resolución normal de enigmas de

modo que ello contribuye a que se sienten las bases para la instauración de un paradigma nuevo (Gaeta y Gentile 2000: 18).

A pesar de las críticas que recibiera el concepto de paradigma y de la consecuente revisión, que le hiciera Kuhn³, su aporte reside en la redefinición respecto de la imagen tradicional de la ciencia. Esta, no puede concebirse ya como un conjunto acabado de verdades sacralizadas, sino como el producto de prácticas humanas situadas en un tiempo y espacio determinados. Cabe destacar que esta presencia de la historicidad no significa caer en un historicismo radical. Por el contrario, se trata de la validez de esas afirmaciones, sólo que no fundadas en la ilusión de un sujeto epistémico ahistórico, sino en las configuraciones reales de las comunidades científicas (Cullen, 1997: 75).

Por otra parte, tal como señala Cullen (1997), las revoluciones científicas no tienen que ver solamente con la historicidad de una disciplina, sino también, con la manera en que varían sus criterios de organización. Desde este punto de vista, los modelos jerárquicos de organización disciplinar ya no resultan operativos.

Otro de los aportes de Kuhn, para el análisis de los museos interactivos, es su cuestionamiento respecto de la distinción que hiciera Reichenbach (integrante del Círculo de Viena) entre los contextos de justificación y descubrimiento. Desde el punto de vista kuhniano resulta sesgado comunicar una imagen de la ciencia en la que ésta aparece separada de sus condiciones de producción y circulación.



#### Aportes para una redefinición de los museos interactivos de ciencias

A pesar de las críticas que se le hiciera, la perspectiva epistemológica de Kuhn aporta elementos valiosos para la redefinición de la organización museográfica de los museos interactivos de ciencias:

- La organización museográfica no debería definirse de acuerdo a un criterio epistemológico jerárquico dentro del cual una ciencia (en este caso la física) o paradigma resultan superiores a otros.
- Más que como un conjunto de verdades sacralizadas, la ciencia debería mostrarse como un proceso activo y permanente de construcción de conocimientos.
- La imagen estereo-tipada del científico "genio" debería sustituirse por la de comunidades científicas compuestas por hombres y mujeres "comunes y corrientes".
- Para promover una mirada crítica de la ciencia y la tecnología, los contenidos científicos no deberían abordarse independientemente de sus implicancias históricas, políticas, económicas y sociales.

<sup>3</sup> Durante los años que siguieron a la publicación de La estructura, Kuhn presenta como respuesta a sus críticos, una versión más moderada de sus tesis originales. Respecto de la noción de paradigma distingue dos sentidos diferentes del término: uno global, que denomina "matriz disciplinar" y que se refiere a lodos los compromisos compartidos por un grupo de científicos y uno más específico que corresponde a lo que denomina "ejemplares", que son soluciones concretos a problemas concretos que la comunidad científica acepta como modelos (Gaeta y Gentile, 2000, p.35-36]. En "El camino desde la Estructura", uno de sus últimos trabajos, resulta sintamático que ni siguiera haga referencia a los paradigmas (Gaeta y Gentile, 2000, p.50).

Alderoqui, S.

1996. Museos y escuelas: socios para educar, Buenos Aires, edit. Paidós, pp.67-81.

Carrillo Trueba, C.

1999. "Trópico lunar, Un programa de renovación para el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México", en Museolúdica, Rev. nº. 2, vol. 2, Museo de la Ciencia y el Juego, Universidad Nacional de Colombia, pp. 4-9.

Cullen, C.

1997. Crítica de las razones de educar. Temas de filosofía de la educación, edit. Paidós, Bs. As.

Dujovne, M.

1995. Entre musas y musarañas. Una visita al museo, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.

Gaeta, R. y N. Gentile.

2000. Thomas Kuhn. De los paradigmas a la Teoría Evolucionista, edit. Eudeba, Bs.As.

García Ferreiro, V.

1998. Procesos psicológicos y museos de ciencias: interacción y construcción del conocimiento, tesis presentada en la Facultad de Psicología, UNAM, inédita, México.

Gaspar Hernández, S. y J. Pérez Herrero de Celis.

1996. "Las nuevas tecnologías en el museo de ciencias", en Perfiles educativos, nº 72, pp. 15-23, México.

Kuhn, T.

1992. La estructura de las revoluciones científicas, Fondo de Cultura Económica, México.

Klimovsky, G.

1994. Las desventuras del conocimiento científico, edit. AZ, Bs. As.

Losee, J.

 1991. Introducción histórica a la filosofía de la ciencia, edit. Alianza Universidad, Madrid.

Teruggi, M.

1994. Museo de La Plata 1888 – 1988. Una centuria de honra, Bs. As., Fundación Museo de La Plata Perito Pascasio Moreno.



# guega e Ciencia posibilidades para una exposición

Entre las actividades realizadas por el Museo de la Ciencia y el Juego, estuvo la partici pación en Expociencia el año anterior (2003), ya a un año del evento, es hora de proponer un balance, que en este caso tiene validez en la medida en que enfrentamos un nuevo reto que nos permitió vivir una experiencia diferente para el Museo.

Expociencia fue no solo una exhibición diferente para el Museo, fue también la oportunidad de explorar comportamientos e imaginarios acerca de la ciencia. Un ejercicio preeliminar consistió en una observación general y algunas preguntas a los visitantes.

Cristina Ruiz Museo de la Ciencia y el Juego



Expociencia es un evento ferial que agrupa, entre otros, a museos del país, proyectos de ciencia de colegios, entidades que trabajen en torno a estos temas, universidades etc. La idea general es echar un vistazo al estado de la ciencia en Colombia y porque no, al quehacer de muchos museos.

El pabellón 8, llamado museion, agrupaba a diversos museos del país, con exhibiciones de centros de ciencia y tecnología, museos de artes, de artes y tradiciones populares, colecciones de etnografía etc.

El Museion en Expociencia fue para nosotros la oportunidad de presentar una exhibición diferente: Fiebre Amarilla expresada a través de montajes interactivos con los que el público pudiera jugar y acercarse al problema de la enfermedad que en el país puede convertirse en una verdadera bomba de tiempo.

El tema surge gracias a un trabajo que el MCJ venía realizando conjuntamente con el Museo de Historia de la Medicina de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional y el Museo de Ciencias de la Salud, la idea era realizar una exhibición conjunta. Lo mas natural era escoger un tema del área de la salud aprovechando que teníamos la asesoría de gente con experiencia en el tema, así, la fiebre amarilla no aparecía como un tema apropiado, por otra parte, teníamos información acerca del panorama preocupante que en nuestro país se presenta dada la escasez de vacunas y los problemas de orden público que desplazan diariamente un alto porcentaje de población, incrementando así el riesgo de epidemias.

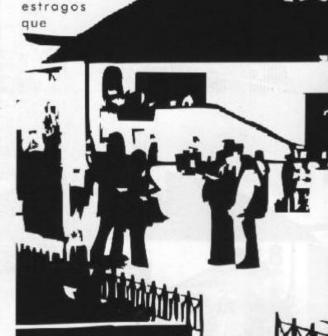
El comienzo, fue un poco problemático, el MCJ no había trabajado realmente una exhibición temática de salud, especialmente con un concepto denso como lo es una enfermedad que causa tantas angustias, sin embargo, una vez decidido el tema, el problema inicial era la puesta en escena, teniendo en cuenta que el concepto base del Museo es el juego, nos preguntábamos si era posible presentar el tema de Fiebre Amarilla, sin que el juego la desdibujara o le restara importancia. La pregunta era 2cómo

conjugar un tema denso y uno leve?

Afortunadamente, el mismo juego nos fue dando las respuestas; el proceso de recolección de la información nos iba mostrando un problema de salud muy doloroso que causa la muerte de muchas personas en el país, ahora bien, poner este tipo de información en dispositivos con los cuales se pudiera jugar nos enfrentaba al problema de llegar a minimizar una realidad bastante dramática. Por otro lado, la probabilidad de la pérdida de información era latente y la posibilidad de que la exhibición se volviera muy densa (en contra de la filosofía del Museo) también se nos presentaba.

Aun así, empezamos el proceso de conceptualización y producción de prototipos, para ir evaluando reacciones y posibilidades. El tipo de diseño que maneja el MCJ, que además de ser sencillo, permite gran adaptabilidad, nos fue dando respuestas. Lo que se hizo fundamentalmente, fue seleccionar los momentos en la historia, así como los conceptos mas relevantes acerca de la Fiebre Amarilla, para ir adaptándolos a juegos; surgieron cosas como un carrusel para armar rostros, que además de ser divertido, dejaba también una sensación de cuestiona-

miento sobre los



una enfermedad causa, rompecabezas desplazables, con imágenes relacionadas, juegos con cubos mágicos y otros dispositivos que nos permitieron ir visualizando la unión que queríamos entre un tema específico y el juego como plataforma de presentación.

De este modo superábamos la primera etapa, conservar el juego y agregar un nuevo elemento temático a nuestra exhibición. Las primeras evaluaciones mostraban aceptación por lo presentado, así que el siguiente paso era el problema de contextualizar la información, para ello, recurrimos a torres de información estratégicamente situadas que permitieran presentar alguna documentación que era muy difícil de incluir en los montajes.

Ahora bien, el público en nuestros museos no lee mucho, así que no podíamos plantear una serie de escritos pesados o densos que corrieran el riesgo de ser ignorados.

La propuesta consistió en textos de lenguaje claro y accesible acompañados por imágenes atractivas y coloridas, dispuestos como se dijo atrás en torres de información estratégicamente ubicadas.

Así las cosas, teníamos lista

una exhibición nueva en

cuanto a temática.

pero fiel a los

presupuestos originales de juego del museo.

La prueba de fuego definitiva venía con el montaje y la puesta en escena, lo que no fue muy complicado. La apertura al publico fue el momento definitivo para nosotros, aquí todos los presupuestos y expectativas quedaban a un lado para empezar a observar el comportamiento de los visitantes y sus respuestas frente a la propuesta.

Ahora bien, el Museion como estaba planteado nos ofrecía un problema adicional, la disposición de los museos a lo largo de dos pisos, con un corredor central para circulación y la presencia de algunas exhibiciones algo densas, hizo que en muchas ocasiones los visitantes encararan el segundo piso (donde estábamos situados) como una salida rápida, así pasaban corriendo por el corredor y ya no querían de tenerse en los museos. Disminuyendo la posibilidad de retener visitantes.

A la hora del análisis, el método elegi-

do, en primera instancia fue la observación participante, en la que algunas personas del museo actuaban a manera de público, lo que nos permitía acercarnos de un modo desprevenido a los visitantes y captar en ellos, las reacciones iniciales frente a la

la imitación como recurso de acercamiento.

observación desde lejos. restringida notablemente o estaba supeditada a

Es importante señalar que estas primeras observaciones son muy generales y apenas preeliminares, con el paso de los días y aunque la tendencia se mantuvo, pudimos observar algunos cambios.

Los niños pequeños por ejemplo, aunque tienen la capacidad de jugar de modo mas desprevenido, pasan por alto las preguntas, sobre todo porque fundamentalmente ellos no leían lo presentado en las torres de información, otra limitante que encontramos, pero que tenía que ver más con las condiciones del Museión era el que por falta de espacio no era posible utilizar una herramienta fundamental del MCJ, la reiteración, esta se hace a través de mundos en los que cada montaje reitera la idea del anterior, el proceso es mas efectivo entre mas montajes se tienen, sin embargo, en este caso, el limitado número de éstos impedía de manera efectiva esa misma reiteración. Sin esta herramienta el proceso de "inmersión" en el tema pasaba por una breve inducción sobre lo que es a fiebre amarilla, aun así, con un flujo continuo de visitantes la posibilidad de reuniones es muy limitada.

Los grupos de mayor edad (12 o mas años), no juegan de manera tan libre, generalmente hay que retarlos un poco o proponerles desafíos y competencias. En este grupo fue mas común el que formularan interrogantes sobre el tema de la exposición, sin embargo, en muchos casos estos interrogantes venían predeterminados por

los maestros, a manera de tareas o trabajos extracurriculares.

En el grupo de los mayores (mas de 17 años) el comportamiento era bastante dispar, quienes están directamente vinculados al quehacer académico, formularon más preguntas y se detuvieron en la lectura de las guías, el grupo que aquí llamaremos de visitantes desprevenidos (familias, personas que por curiosidad visitaron la feria y otros) pasaron de manera mas informal por la exposición.

Una de las herramientas conceptuales que tuvimos para este análisis tiene que ver con la propuesta de Sheldon Annis y su trabajo sobre "El Museo como espacio de la acción simbólica" en él, el autor analiza el espacio del museo y su relación con el mundo simbólico del visitante.

Define Annis, el museo como "una suerte de reserva cultural, un lugar donde se custodian, clasifican y exponen objetos substraídos a su contexto natural"1

En nuestra particular reserva, los objetos no solo estaban sustraídos de su contexto natural, sino que además, se insertaban en un medio que aparentemente le era dispar (el juego), de este modo, el problema de la comunicación estaba latente. Sin embargo, las observaciones realizadas durante el evento mostraron una aceptación de la exhibición por parte de los visitantes, en general y gracias a los comentarios recogidos en las diferentes sesiones de observación se pudo constatar que los visitantes fueron en su mayoría receptivos a la información brindada por la exhibición, esto se nota en charlas informales y en entrevistas no estructuradas aplicadas a diferentes personas en Expociencia.

Ahora bien, Annis no solo se ocupa del plano conceptual, sino que explora diferentes planos de interacción del objeto con el visitante, que era otro momento del análisis de la experiencia para nosotros muy importante, teniendo en cuenta y como lo propone el autor que "a diferencia de una película, de un libro o de un cuadro, los símbolos del

museo pueden ser abordados desde diversos ángulos (literalmente) y según un número casi infinito de series y combinaciones" 2, para acceder a estos libretos del visitante puede recurrir a diversos planos de observación, los tres que el analiza corresponden a:

- Plano emotivo: hace relación a un campo no racional de formación de imágenes, allí los objetos conmueven la memoria y provocan asociaciones donde se mezclan los fantasmas, los deseos y las angustias. "Me gusta, no me gusta, no me interesa, ya lo conozco "
- Plano social: opera como un campo de satisfacción de nuestro ser social, el visitante siente que ha conquistado algo o que ha sumado una experiencia personal. Es el plano social de la interacción.
- Plano cognitivo: "En los museos, es el espacio definido por un subconjunto de símbolos que el espectador manipula a fin de adquirir "conocimientos" o educación"

Estos planos interactúan y se cruzan todo el tiempo, así, el visitante va haciendo sus propias lecturas de la exhibición. Para el caso de la exposición Fiebre Amarilla, parte del ejercicio fue mirar y documentar los diversos planos en los que se movían los visitantes, así las cosas, encontramos diferentes reacciones, sin embargo y volviendo a nuestra clasificación anterior por grupos de edad, los más pequeños (por debajo de 12 años) exteriorizaban más reacciones de asombro o sorpresa, lo que les permitía mayor interacción con lo expuesto, en los adolescentes el plano onírico se percibía en abiertas manifestaciones de agrado o desagrado según fuera el caso. Para los adultos, ciertos condicionamientos sociales impedían exteriorizar las sensaciones, que podían ser rastreadas en su lenguaje corporal, como posturas de bienestar o interés.

Annis, Sheldon. "El museo como espacio de la acción simbólica" PG, 168 2 Ibid.

Para el plano pragmático, tuvimos en cuenta algunos comportamientos e interacciones sociales, que básicamente estuvieron marcados por la imitación, gracias a este comportamiento, algunos visitantes imitan lo que ven en otros, obteniendo así su propio diario de lo observado. Otro elemento que nos parece clave tiene que ver con el carácter democrático de lo exhibido, determinado por el hecho de que la simplicidad en lo expuesto, así como en el lenguaje presentado, permitió la convivencia en un mismo espacio de personas de diferente extracción socioeconómica, que mostraron relaciones de solidaridad en el abordaje de los montajes; estas relaciones se pudieron observar en momentos como concursos, orientados por los mismos visitantes y personas que se convirtieron en guías espontáneos de lo expuesto.

El tercer plano que tuvimos en cuenta fue el cognoscitivo, marcado fundamentalmente por las preguntas formuladas por el público acerca de la expuesto, sin embargo, tenemos dos tendencias, por un lado, un gran número de preguntas informales motivadas en el sitio por la misma exhibición, por otra parte las preguntas predeterminadas por los profesores como tareas o informes para los estudiantes, estas representaron el menor número, así verificamos que el plano de lo pragmático se movió en la dirección del aprendizaje informal.

De este modo, el Museo de la Ciencia y el Juego asumió un nuevo reto, el de encarar una exposición ternática, tratando de involucrar elementos que eran nuevos bajo la plataforma original de juego del musea y la que obtuvimos fue muy satisfactorio en términos de un positivo balance social por parte de nuestros visitantes que una vez mas asistieron con gusto a nuestras propuestas, la que se manifestó en risas, juegos y un "nos veremos pronto". la sala interactiva tiene el propósito de cambiar la concepción tradicional de museo, en donde está prohibido tocar los objetos expuestos.

El Museo de la Ciencia y el Juego busca que sus visitantes puedan manipular los montajes libremente, experimentar, jugar y acercarse a la ciencia de una forma divertida y amena.

Se trata de ofrecer explicaciones sencillas usando juegos de semejanzas y diferencias, asimilando lenómenos naturales con funcionamientos de mecanismos o aparatos que utilizamos a diario, como una licuadora, una parabólica, un espejo.



opoprofesores! La visita a la sala no debe ser asumida o npuesta como una tarea. Los estudiantes no vienen a copiar normación para luego rendir un informe. Se trata de todo lo notrario:

el estudiante viene 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.





## ¿Qué se puede hacer con una hoja de papel? Parte III

# VERSIT'

åHan arrugado papel o más exactamente han hecho bolas o pelotas con una hoja de papel?

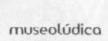
Tomen un hoja de papel bond tamaño carta y hagan una bola lo más pequeña posible. Verán que por mas que se esfuercen, la bola, que es algo irregular, tiene diámetros que oscilan entre 2 y 3 cm y no podrán obtener un volumen menor.

## La pregunta obvia es ¿qué está sucediendo?

Primero deshagamos cuidadosamente la bala para no romperla y miremos. Ahora, la hoja está surcada por gran cantidad de líneas que se entrecruzan, semejando una gran cordillera: picos, filos de montaña, hondanadas, cañones, cuestas, mesetas, y valles. Para hacer toda esta deformación plástica¹ de la hoja hemos invertido energía. Los físicos aun discuten si la mayor parte de energía

está concentrada en los picos y los filos o en los planos (mesetas y valles). Si observan bien los planos, éstos son cóncavos o convexos de tal forma que con una pequeña presión un plano cóncavo lo podemos volver convexo y

Si deformamos un cuerpo aplicando fuerzas sobre él, cuando éstas dejan de actuar y el cuerpo vuelve a tomar su forma inicial la deformación se llama elástica. En este caso la hoja de papel no vuelve a tomar su forma inicial, a este tipo de deformación se le conoce como plástica.



viceversa. En este proceso se producirá un sonido.

Sin embargo, la inversión de energía asociada a la deformación no puede explicar por qué la hoja de papel se vuelve tan fuerte que no podemos hacerla tan pequeña como queramos. Los físicos han encontrado que el 75% del volumen de la bola más pequeña corresponde a aire atrapado dentro de ella.

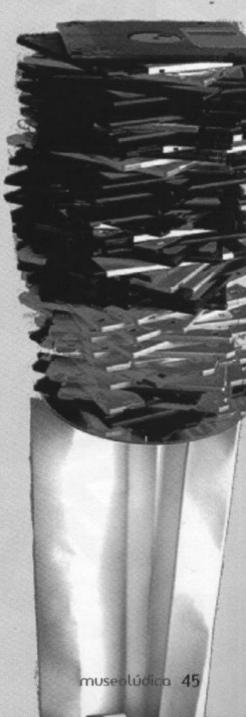
Tal parece que la mezcla de aire atrapado junto con la deformación de la hoja da lugar a esa extraordinaria fortaleza.

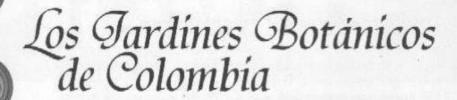
Para tener una idea de cómo los pliegues aumentan la resistencia de una hoja de papel bond tamaño carta que pesa alrededor de 4,8 grs., hagamos un pliegue por la mitad de la hoja y a lo largo de la longitud mayor. Ahora paremos la hoja lo mejor posible, quizás tengamos que abrir un poco el ángulo entre las dos mitades (de 60 a 90 grados está bien). Con mucho cuidado pongamos un disquete sobre la hoja (ese fue el objeto que utilizamos ya que estaba a la mano y pesa 16,6 grs.) al tercer intento lo logramos, pero dos disquetes no los pudimos poner.

El siguiente paso fue tomar la hoja con su pliegue por la mitad, volver a plegar por la mitad, lo que da cuatro rectángulos separados por los pliegues y volver a plegar para obtener 8 rectángulos en total. Todos los dobleces se hicieron paralelos al lado mayor. Desplegamos la hoja y sobre ella pusimos un disco compacto y sobre el disco empezamos a poner disquetes con cuidado, la hoja resistió hasta 80 disquetes, 1344 grs. contando el peso del CD 1277 veces el peso de la hoja!

¿Cuántos disquetes puedes poner en las condiciones arriban indicadas? ¿En qué zona falló?

iSuerte!





Andrea Olaya Álvarez Paola Sierra Manrique Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia

La Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga, realizaron los días 18, 19 y 20 de marzo de 2004 el IV Encuentro Nacional de Educación en Jardines Botánicos. En el evento participaron los directores y educadores de los jardines botánicos de: San Jorge, Alejandro von Humboldt, Joaquín Antonio Uribe, Universidad de Caldas, Elay Valenzuela, Cali, Darien, Guajira, Universidad Tecnológica de Pereira, Quindío, Guillermo Piñeres, Popayán, Juan María Céspedes, José Celestino Mutis y Delicios. Además se contó con la participación del Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Cultura, Maloka, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, el Centro de Investigación y Formación en Educación de la Universidad de los Andes, el Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional y la Corporación Autónomo Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Durante los tres días del encuentro se presentaron ponencias relacionadas con las experiencias

educativas de los jardines botánicos, conferencias magistrales con temas relacionados con pedagogía, educación ambiental y centros de ciencia, y como complemento a las actividades académicas los asistentes participaron en un recorrido por el Jardín Botánico Eloy Valenzuela en el que conocieron los símbolos, las costumbres y las tradiciones de Santander.

Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia Avenida Calle 57 No. 61 – 13 PBX. 437 70 60 ext. 258. Telfax. 6 60 81 36 redjardines@hotmail.com

Bogotá D.C., Colombia

# Actual Edal

Colciencias, el Convenio Andrés Bello y Maloka organizaron los días 24, 25 y 26 de marzo, en la sede de Maloka en Bogotá, el II Foro Internacional Conciencia Abierta.

El evento que reunió a expertos internacionales, funcionarios públicos, empresarios, científicos, investigadores, expertos en programas de educación de la ciencia, periodistas y estudiantes tenía como objetivo acercar a los colombianos a los proyectos de ciencia y tecnología,

Despues de tres días de reflexión y debate, ademas de compartir experiencias se produjo un documento con las principales conclusiones del mismo, que puede ser consultado en www.

### Liliput

Liliput tuvo el año anterior en el mes de Marzo su reunión anual en las instalaciones del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional en Bogotá. Para este evento contamos con la participación de representantes de museos interactivos de Neiva, Pasto, Florencia, Barranquilla, Santa Marta, Medellín, Armenia y Cúcuta quienes con su participación y ponencias enriquecieron la discusión. El tema central del evento fue "Diseño de una exposición", de este modo, además de repasar algunos conceptos, también se presentaran experiencias locales que contribuyeron a solucionar algunos problemas comunes para los museos interactivos.

La reunión también fue el punto de partida para emitir una declaración en la que se pide al gobierno nacional su atención a las problemas que aquejan a nuestros museos.

museolúdica 47

# Museolúdica

Revista Nº 13 - Vol. 7 Segundo semestre de 2004 ISSN 0124-695X

INA PUBLICACION DE LA CIENCIA Y EL JUEGO

Museo de la Ciencia y el Juego

# contenido

52 Editorial

Museo de la Ciencia y el Juego: 20 años 54

museos

62

La divulgación de la ciencia en la sociedad tecnológica

divulgación de la ciencia

Bitácora del viaje al fondo del MCJ

68

photo: Bart de Vreede

La popularización de la ciencia y la tecnología. Retos para el siglo XXI

divulgación de la ciencia

Haciendo de matemáticos en el aula: Posibilidades de elaboraciones significativas 86 educación

Lúdicas
¿Qué se puede hacer con
una hoja de papel?

Actualidad

102

## Museolúdica

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

DIRECTOR Julián Betancourt DISEÑO Y DIAGRAMACÍON Davor Peic-Gayran

COMITÉ EDITORIAL

Miguel Martínez Juliún Betancourt María Cristina Ruíz ILUSTRACIONES Iohanna Rodríguez

IMPRESIÓN

Panamericana Formas e Impresos S.A.

AUTORES

Henrique Lins de Barros María Angela Botero Dino Segura Junet Malagón Julián Berancourt Hector Riveros



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RECTOR

Marco Antonio Palacios

VICERRECTOR DE SEDE BOGOTÁ

Fernando Viviescas Monsalve DECANO FACULTAD DE CIENCIAS Moises Wasserman Lerner



Museo de la Ciencia y el Juego DIRECTOR Julián Betancourt Mellizo

Museolúdica es una publicación semestral del Moseo de la Ciencia y el Juego de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

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
Commutador: 3165000 Ext. 11852 a 11857
Teléfono: 3165413 - Telefax: 3165441
mludus@yahoo.com
museoludica@mluduspop.org
A.A. 59541 de Bogotá, Colombia

Bogotá, Colombia 2004

http://www.mluduspop.org

Editionial MCI 20 años

Hace 20 años, un grupo de profesores de los departamentos de Física y Química crearon el Museo de la Ciencia y el Juego de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. El MCJ, fue el primer museo interactivo que existió en el país, segundo en Sur América y tercero en América Latina. La labor pionera del Museo de la Universidad Nacional de Colombia abrió el espacio para la creación de otros museos interactivos en el país de los cuales se puede decir que son hijos y nietos de ese esfuerzo.

Pero, écuáles fueron las motivaciones y en qué nos inspiramos los profesores para desarrollar el MCJ?

En el Departamento de Física siempre han existido inquietudes sobre la manera como se enseña la física en la Universidad y en general en el país. Inquietudes que han tenido diferentes perspectivas, algunas de las cuales se han concretado; tal fue el caso de la Sala de Demostraciones, iniciativa inspirada en un salón de experimentos diseñados por el profesor Héctor Riveros en la Universidad Autónoma de México, UNAM, y que conocí durante una pasantía de investigación que realizaba en la universidad mexicana.

Esta experiencia inspiró algunas ideas y consolidó otras, de tal forma que inicialmente junto con el profesor Gilberto Cediel y después con los profesores Efraim Barbosa y Fabio Córdoba, este último del Departamento de Química, desarrollamos el proyecto Sala de Demostraciones que fue el antecedente inmediato del MCJ. Experimentos poco conocidos, sorprendentes por su resultado o por su diseño simple, fueron tomando cuerpo y sorprendiendo a los colegas hacia quienes inicialmente fueron dirigidos.

Lo cierto es que en todas las situaciones que se dieron surgió el juego, el cual veíamos en forma algo negativa en la medida en que pensábamos que era un escudo que esgrimían los colegas para no evidenciar algún grado de ignorancia sobre lo que se mostraba. Sólo mas tarde entendimos que el juego es una poderosa herramienta del ser humano para relacionarse y conocer.

Esto se lo debemos al profesor Enrique Vargas quien estuvo en una exposición interactiva de la Sala de Demostraciones en la feria Innovaciones

Educativas, realizada en Corferias a mediados de Noviembre de 1984. Después de la Feria visitamos al profesor Vargas, director del Taller de la Imagen Dramática, quien nos felicitó por ese bonito proyecto de juego que teníamos. Allí, en una corta charla de 5 minutos tomamos conciencia del juego y de su gran importancia dentro de lo que haciamos. Además, habló de Itaca, el poema de Constantin Kavafis, el cual es una bella metáfora del viaje como forma de conocimiento y sabiduría en donde es bueno tener metas y sueños en la vida, pero finalmente lo que realmente nos hace sabios son los diferentes caminos que debemos recorrer sin premura.

El juego e Itaca nos conmovió de tal forma que decidimos hacer la Primera Feria de la Ciencia y el Juego. Era un lunes 26 de noviembre y nos aprestamos a realizar viajes por la ciencia y por el juego, de esta forma nace el MCJ.

Afortunadamente, el clima intelectual y cultural de nuestra universidad ha permitido que este tipo de iniciativas pueda florecer.

En el año 1985 nos dedicamos a participar con exposiciones en eventos y ferias e involucramos a nuestros estudiantes en el desarrollo del Museo. Se puede decir que durante este año el MCJ fue una feria ambulante en donde el juego y la ciencia se entretejían para gozo de todos. En esta época se generó un proceso sorprendente: así, como fuimos conmovidos por el juego, muchos estudiantes se conmovieron por la combinación de ciencia y juego a tal punto que fueron capaces de montar exposiciones que llevaban el nombre de nuestro museo en ferias y fiestas de sus respectivos pueblos. Fue un proceso espontáneo que aún no deja de sorprenderme.

En los años 90 llega el programa Re-Creo gestionado ante el Ministerio de Educación Nacional por el profesor Fabio Chaparro (a.e.p.d) cuando era Vicerrector de Recursos de nuestra Alma Mater. Con este programa avanzamos enormemente en procesos de diseño, planeación, sistematización y producción de material didáctico y montajes interactivos para museos y exposiciones.

Asi obramos por todo el país con nuestras propuestas para los llamados CREM, Centros de recursos educativos municipales una de las piedras angulares del Plan para la Ampliación de la Cobertura y Mejoramiento de la Educación Básica Secundaria, PACES, que tenía el gobierno de esa época. Re-Creo permitió manejar muchos recursos que cualificaron diferentes procesos internos del MCJ lo cual incidió en su fortalecimiento como una empresa cultural de la Universidad Nacional con proyección hacia todo el país dentro del marco de la Extensión y la divulgación del conocimiento. función de Estado que ejerce la Universidad en la nación.

Desde un comienzo el MCJ ha visto la necesidad de que sus actividades no estén concentradas en su sede sino, por el contrario, salgan y se dinamicen con procesos locales, de tal forma que como empresa cultural el MCJ ha buscado siempre eficacia social en sus acciones y ha obrado dentro de una estrategia de mercadeo social buscando llegar a amplios sectores que no tendrían otra manera de acceder a estas formas de educar y comunicar el conocimiento.

Esa actitud del MCJ llevó a plantear en los años 80 una red de pequeños museos interactivos. Con Re-Creo se dieron pasos firmes que encontraron resonancia en Colciencias, hecho que fortaleció enormemente el programa Red de pequeños museos interactivos y centros de ciencia y tecnología. Programa que en 1997 se hizo acreedor al Primer Premio de Popularización de la Ciencia y la Tecnología otorgado por la UNESCO y la Red-POP (Red de Popularización de C&T en América Latina y el Caribe).

Mediante este programa se crearon o asesoraron museos interactivos a lo largo y ancho del país: Armenia, Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta, Manizales, Marsella, Neiva, Pereira, Pasto, Santa Marta, Valledupar y Villavicencia son ciudades en donde la Red ha hecho presencia con pequeños museos. En 2003 el programa dio origen a Liliput. Red de pequeños museos interactivos de Colombia y Ecuador de la cual el MCJ ejerce la Dirección Ejecutiva.

Paralelamente se ha trabajado el programa Exposiciones itinerantes por Colombia de las cuales se han realizado 153 en el país, 10 de ellas cofinanciadas por Calciencias. El mapa muestra la actividad del MCJ durante los últimos 20 años y permite percibir su relevancia para el país.



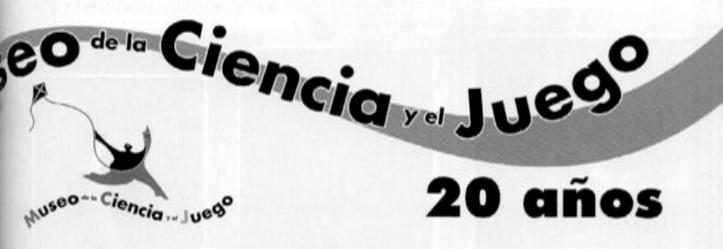
### Quizás algunos datos puedan servir para dar una idea de lo hecho:

- 20 años de actividades
- El público que asiste a las actividades del MCJ oscila entre 100.000 a 200.000 personas anualmente.
- Más de 150 exposiciones temporales e itinerantes realizadas.
- Más de 100 conjuntos de Cajas de la Ciencia vendidos
- Más de 600 talleres de formación de docentes hechos
- Más de 18 000 maestros atendidos.
- Más de 1800 montajes interactivos comercializados.
- 18 pequeños museos instalados en el país
- Más de 120 municipios han tenido actividades directas nuestras.

Además el Museo ha asesorado y realizada actividades en Argentina, Brasil, Ecuador, Perú, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua y México.

Para terminar, la Red-POP, Liliput y la futura Red de museos de la Universidad Nacional de Colombia dan cuenta de un esfuerzo básico del MCJ: tejer redes. Si se quiere definir al Museo se puede decir que es un tejedor que ha intentado entrelazar la urdimbre del juego con la trama de la ciencia, los hilos de la perseverancia con los de la pasión, los del desarrollo individual con los de la solidaridad y la sensibilidad social. En este tejer nos han acompañado ministerios, gobernaciones, alcaldías, secretarias de educación, universidades, colegios, escuelas, cajas de compensación familiar y Colciencias.

Sí, eso es lo que hemos hecho: lejer redes en Colombia y en América Latina en estos 20 años.



# años



**Enrique Vargas** 

# 1984

Conocimos a Enrique Vargas quien nos habló del juego y de Itaca, el bello poema de Konstantin Kavafis, fuentes de inspiración de nuestro Museo, que fue oficialmente fundado el 26 de Noviembre del 84.

El Museo realiza la primera feria de la Ciencia y el Juego, primera exposición itinerante de una cadena que ya llega a 153 llevadas a cabo por todo el país.

Julian Betancourt - Fundador

# 1981-1984

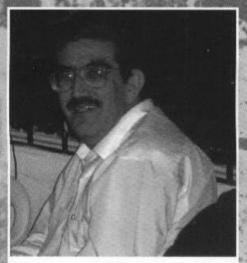
Conocimos la sala de experimentos de Héctor Riveros en la UNAM, y en ella, nos inspiramos para la sala de demostraciones. Los primeros montajes interactivos se desarrollaron en esta época y se participó en diferentes ferias y eventos.

## 1985

En el marco de un programa de Colciencias y el ICFES, se realizaron varios videos sobre el MCJ, que fueron transmitidos por la televisión nacional. El museo participó en Didacta Interamericana.

### 1985-1991

Estudiantes de Ingeniería y Física colaboran con el profesor Betancourt en la elaboración de montajes interactivos y en las diferentes puestas en escena de la sala interactiva. Se da un proceso espontáneo de instalación de salas interactivas temporales en diferentes pueblos.



Héctor Riveros



Fabio Córdoba - Fundador



Gilberto Cediel - Fundador

En la redistribución de espacios durante la rectoría del profesor Marco Palacios se le otorgaron al MCJ las antiguas salas de danzas y el gimnasio de pesas, espacios ubicados en la Concha Acústica de la Universidad Nacional, se inicia entonces la visita regular de grupos escolares.

Colaboración del profesor Francisco Román y sus estudiantes en diseño de experimentos de alto voltaje.

## 1987-2004

Se inician de manera regular las visitas de estudiantes de primer semestre de la UN, lo cual ha permitido observar el comportamiento de estudiantes de diferentes carreras en la sala interactiva.

En 1988 y con el apoyo de Colciencias y El Espectador escribimos Kike la primera historieta de divulgación científica que apareció en el país, publicada los domingos en "Los Monos" de El Espectador. La historieta fue leída masivamente y utilizada en muchos casos como texto de aprendizaje de física en los colegios.

Se origina el primer proyecto de Red de Museos, que se concretará posteriormente.



El Museo apoyó la primera versión de la feria Expociencia, que tenía tres sedes, siendo la sede del museo, el centro comercial del norte de la ciudad Bulevar Niza, lo cual permitió interactuar con diferentes tipos de público tanto nacional como extranjero. La participación escolar fue nutrida y tuvimos una "gallada" de trece niños de la calle que durante tres días se convirtieron en guías del museo.

### Lista de fundadores

Efraím Barbosa Julián Betancourt Gilberto Cediel Fabio Córdoba



El Museo participó en la segunda versión de Expociencia que se realizó en Corferias. En un galpón de 1000m² se montó un gigantesco bazar de burbujas que tuvo un enorme éxito: aproximadamente 150.000 visitantes en 10 días, con un factor de repitencia de 3,5 por visitante, se gastaron dos toneladas y media de solución jabonosa.



ed de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe



Miembro Titular 1990-1999

La Secretaria Ejecutiva certifica que el Museo de la Ciencia y el ego / UNC, Santafe de Bogotá, Colombia, integra la Red-POP en



La Plata, 16 de junio de 1999



HAYAYAH

Por aestión de la ORCIT- UNESCO El MCJ participó en la reunión que se llevó a cabo en Río de Janeiro en noviembre de 1990, en donde se creó la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, Red-POP

Se inicia por gestión de Fabio Chaparro (q.e.p.d) el MEN financia la etapa inicial del programa Re-creo que consistió en formular, planear, diseñar y producir material didáctico conocido como "Las Cajas de la Ciencia", dirigido a colegios públicos del país y en el marco del programa PACES. En el desarrollo del programa participaron alrededor de 60 personas de diferentes profesiones y oficios en un gran ejercicio interdisciplinario y transdisciplinario. También se diseñaron talleres dirigidos a los maestros, las cartillas de Re-creo y montajes para tres salas interactivas, embrión de la Red de pequeños Museos. Se distribuyeron Cajas de la Ciencia a diferentes departamentos y municipios del país y se realizaron masivamente talleres para docentes. Actualmente Recreo sigue vigente.



# 1995-96

Desde sus inicios el Museo ha insistido en la creación de redes de pequeños museos. Con el apoyo de Mery Méndez de la Secretaría de educación de Bogotá, se formuló y desarrolló el programa de las Salas Interactivas de Bogotá, que estarían situadas en zonas populares como: Kennedy, Ciudad Bolívar, Tunal, Usme, Suba, Quiroga.

Actualmente están activas 4 de ellas.

Colciencias apoya al MCJ para que diseñe los montajes interactivos, las guías, los manuales y la puesta en escena para una red de pequeños museos en ciudades intermedias, la asesoría arquitectónica estuvo y está a cargo del profesor Francisco Ávila.

En este año se vincula al Museo, María Eugenia Hernández (q.e.p.d), como coordinadora de educación, labor que desempeñó con esmero y creatividad hasta su muerte en el 2001.

# 1998-2000

Se publica el primer número de Museolúdica, la revista semestral del MCJ.

También se diseñan y producen "Cajas de Tecnología" y "Cajas de Pandora", se realiza el montaje de pequeños museos en Barranquilla, Neiva, Pasto y Valledupar.

Se realiza con gran éxito el curso: "Educación en tecnología a partir del objeto", cofinanciado por la Secretaría de Educación de Bogotá.

Nuestras exposiciones itinerantes llegan a Armenia, Arauca, Bogotá, Leticia, Manizales, Medellín, Orito, Pamplona, Pereira, Providencia, San Andrés y Sincelejo.



Maria Eugenía Hernández

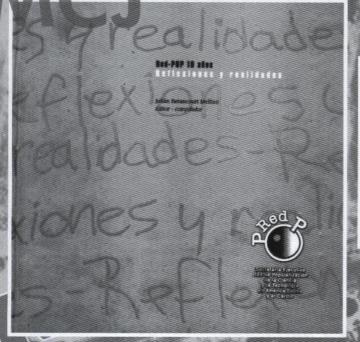
# 199726

Se da la convocatoria Colciencias-UN, dirigida a ciudades intermedias (de menos de 1.000.000 de habitantes), para la creación de pequeños museos de ciencia en ellas. De esta convocatoria resultan seleccionadas o presentan propuestas: Barranquilla, Manizales, Neiva, Pasto, Valledupar, Ibagué y Cali.

La comunidad de popularizadores, a través de la Red-POP y UNESCO otorgan el primer premio latinoamericano de la Ciencia y la Tecnología al MCJ, por su programa "Red de Pequeños Museos y centros Interactivos"



## años



## 2000-01

En 1999 se realizó la reunión bianual de la Red-PÖP, en la cual el profesor Julián Betancourt, director del MCJ fue elegido Secretario Ejecutivo de la Red.

Se publica el libro "Red-POP, 10 años de reflexiones y realidades", se desarrolla así mismo la página Web de la secretaría, el Boletín electrónico y se coordinan seis cursos internacionales realizados en diferentes países donde la Red tiene miembros.



## 2002

El MCJ desarrolla dos cursos de contexto para los estudiantes de la Universidad Nacional: "De Cacharreo por la Ciencia" y "Museos". Éste último ha servido para que los estudiantes que lo toman conozcan aspectos diversos del campo museístico y realicen varias actividades en el área de diseño de exposiciones.

Se realiza, organizada por el MCJ, la "Feria Medio Ambiente y Ciudad" en la localidad de Engativá, coordinada por Magdalena Arango.

El programa exposiciones itinerantes por Colombia visita Popayán y Cartagena y con financiación de Colciencias se visita Montería, Yopal, San Gil y Medellín.

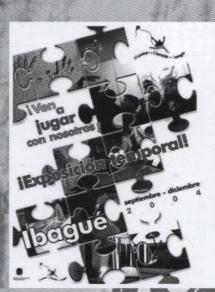


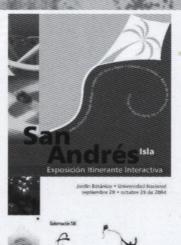
## liliput

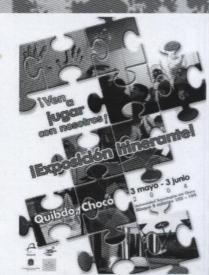
Red de pequeños museos interactivos de Colombia y Ecuador

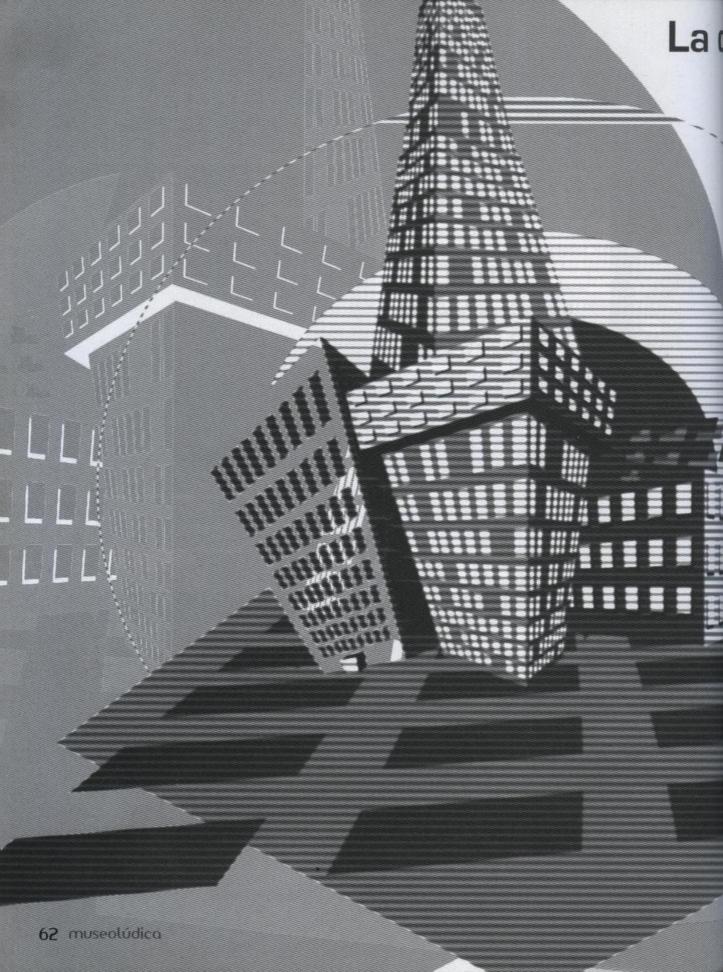
El programa Red de Pequeños Museos y centros Interactivos de Ciencia, se desarrolló lo suficiente, para dar a luz a una red independiente del MCJ y de la U. Nacional que se denomina: "Liliput, red de pequeños Museos de Colombia y Ecuador" y agrupa pequeños museos situados en Armenia, Barranquilla, Bogotá, Cúcuta, Florencia, Guayaquil, Manizales, Medellín, Neiva, Pasto, Pereira, Santa Marta, Valledupar y Villavicencio. Las exposiciones itinerantes llegan a Riohacha.

Se realiza el segundo coloquio-taller de Liliput. Se establece el plan de acción de la Red. El programa de exposiciones itinerantes por Colombia visita el Planetario Distrital de Bogotá, nuevamente visitamos a San Andrés y Providencia. Se inaugura el Museo de la Frontera en Cúcuta. Ademas iCumplimos 20 años!









# diulgación de la ciencia en la sociedad tecnológica\*

Henrique Lins de Barros Investigador Titular CBPF/MCT

El mundo cambió. Estos últimos veinte años fuimos testigos de enormes cambios en el panorama político, económico y social. Una pequeña parte de la población mundial pasó a depender de tecnologías como nunca se había visto antes. La riqueza está en manos de un contingente cada vez menor de personas en las naciones. La distancia entre esta pequeña minoría y la mayoría de los habitantes de la Tierra aumentó de forma dramática. Una velocidad tal de transformación que tiene que hablarse cada vez más, y con mayor intensidad de preservar: preservar la naturaleza, preservar la memoria, preservar la información genética, preservar los marcos históricos. Una necesidad tan urgente en preservar que torna claro el miedo de la sociedad a perder uno de estos marcos de identidad.

> Una situación que se agravó en los últimos tres años, después del inicio de un período en que todas las naciones

viven el miedo causado por acciones fundamentalistas coordinadas por la mayor nación del mundo. En nombre de términos desgastados como globalización, neoliberalismo, o algo semejante, surge la ideología de neoconservadurismo que George Soros, investigador internacional habituado a las rigurosas leyes de mercado económico, describe como un Darwinismo social cruel, sin embargo, él ignora las reglas de cooperación para la sobrevivencia y coloca todo el enfasis en la competición.

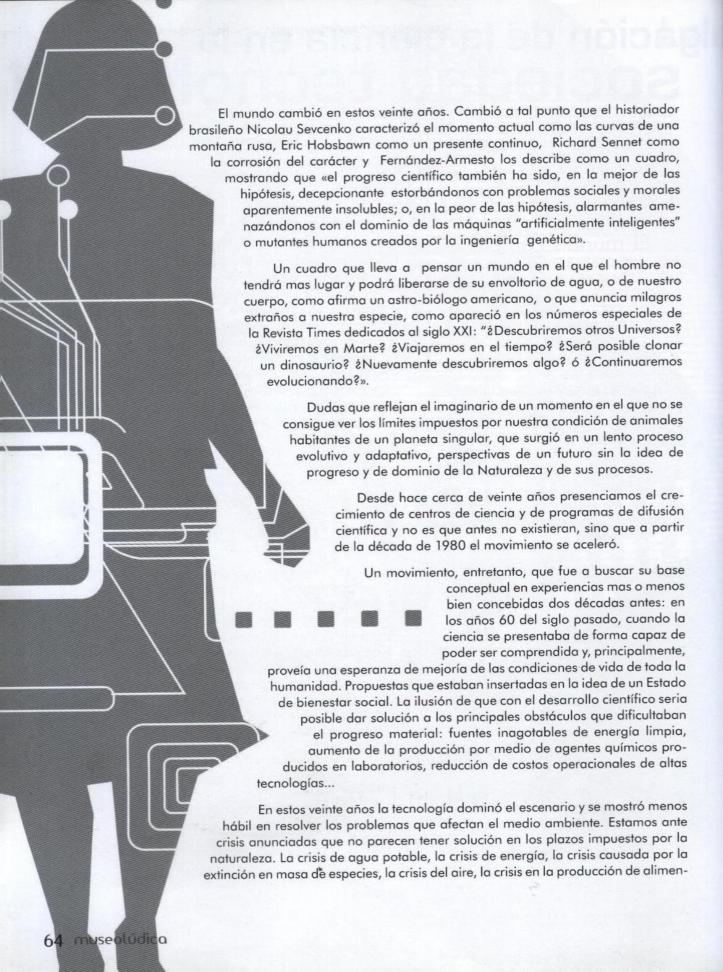
Estamos viviendo las implicaciones modernas de una relación totalmente desnivelada entre algunos países y una gran mayoría de los demás. La idea de un Estado de bienestar social, surgida en el siglo XX, se mostró, como apunta uno de sus formuladotes, John Kenneth Galbraith:

«El desarrollo económico y social que me gustaría ver el próximo siglo se basa firmemente en lo que vi este siglo que está acabando. El se refiere a la pobreza. Las diferencias de ingresos tienen de ser disminuidas, particularmente para la mejoría de condiciones de aquellos que viven en la pobreza. En los próximos años es preciso crear condiciones por las cuales una ONU fortalecida intervenga en la soberanía de países cuyos gobiernos estén destruyendo sus pueblos».

Lo que Galbraith no preveía, ni nadie estaba preparado para presenciar: que la ONU se convirtiera en un organismo internacional sujeto a imposiciones de uno de sus miembros.

Estas previsiones hechas por muchos historiadores ahora aparecen como una realidad que deberá ser comprendida.

\*Conferencia dictada en la inauguracion del taller organizado por OEA sobre política publica de popularización de C&T en febrero de 2004 en Rio de Janeiro



tos. Imposible engañarnos con un mundo en el que todos sus habitantes estarán viviendo en las condiciones de confort de algunos países.

No es siquiera razonable suponer que cualquiera de los profesionales en ciencia, que vemos delante de la pantalla de un computador entienda su funcionamiento. Mas por otro lado, un técnico entrenado puede resolver los problemas que nos impiden trabajar. Este técnico no necesita tampoco tener un conocimiento de los innumerables circuitos que se esconden en la máquina.

Si hace veinte años pensábamos que seria importante comprender principios básicos de las ciencias exactas para poder operar el arsenal tecnológico que estaba frente a nosotros, hoy sabemos que esto es imposible.

Sin embargo nuestro tiempo será caracterizado como la era de la tecnología, en que ésta dominó todos los procesos de producción de la economía y pasó a hacer parte de la sociedad. La ciencia, aquella iniciada en el Renacimiento, cuando Filipo Brunelleschi mostró posible representar la realidad a partir de las leyes de la geometría euclidiana, aquella que hasta el siglo XVI permitió a Copérnico construir un nuevo modelo cosmológico, aquella en la cual Galileo trabajó para probar que había leyes que la Naturaleza satisfacía, aquella que llevó Newton a una extrema formalización y

racionalización, atributo de una cultura que evidentemente, posee una historia. Esta ciencia es parte de esta cultura y no podría ser vista aisladamente.

Aquí surge un nuevo desafío. ¿Cómo transformar esta ciencia en parte del bagaje cultural del ciudadano?

Si por un lado, el discurso científico se propone ser universal, la cultura, por su parte, es regional.

Ante los cambios ocurridos en las últimas dos décadas es urgente pensar en nuevos medios de divulgar la ciencia. No podemos, sin duda, quedarnos atados a soluciones y conceptos que tuvieron su importancia en épocas pasadas.

Hands on, Minds on, Hearts on, Inmersión, Transposición, Didáctica, entre otros, son conceptos que tuvieron su momento, sin embargo no pueden ser aplicados en el momento actual simplemente porque no dan cuenta de un punto fundamental: ellos no incorporaron el conocimiento generado por las áreas sociales. Continuaron viendo la ciencia solamente por una de sus manifestaciones más técnicas e ignoraron el papel cultural de la ciencia en los tiempos modernos.

Si la ciencia es una de las características más relevantes de nuestra cultura, ella deberá ser parte de los instrumentos que un individuo utiliza para sentirse ciudadano, miembro de una sociedad. Es preciso, de esta forma, que ella contribuya a la construcción de su identidad. Es mas, como en el discurso científico de hoy encontramos las bases de todas las propuestas tecnológicas sean ellas viables o no, es responsabilidad de los profesionales en ciencia proveer elementos de validación y reflexión sobre los proyectos para el futuro.

El profesional en ciencia, científico, investigador y/o tecnólogo tienen así mismo un papel importante en la construcción de la identidad.

«El desarrollo económico y social que me gustaría ver el próximo siglo se basa firmemente en lo que vi este siglo que está acabando. El se refiere a la pobreza. Las diferencias de ingresos tienen de ser disminuidas, particularmente para la mejoría de condiciones de aquellos que viven en la pobreza. En los próximos años es preciso crear condiciones por las cuales una ONU fortalecida intervenga en la soberanía de países cuyos gobiernos estén destruyendo sus pueblos».

John Kenneth Galbraith

Este papel no puede ser menospreciado por la comunidad científica. Sin esa conciencia, países que hoy están siendo dominados por tecnologías exógenas, continuarán siendo exportadores de conocimiento, ya sea en estado bruto, como fuera en tiempos pasados, o en su estado elaborado, como apunta la tendencia mas reciente. Antes exportábamos nuestras riquezas materiales: oro, madera, petróleo... Hoy producimos ciencia, contribuimos para el desarrollo de tecnologías a través de nuestros artículos publicados en lengua extranjera y difundidos por el mundo. Resultados que serán transformados, aplicados y que generarán tecnologías que mas tarde, nos llegarán importadas de pocos centros. Gastamos nuestra capacidad creativa, nuestros recursos para mantener laboratorios y cuadros altamente especializados, para después comprar transformadas nuestras contribuciones. Continuamos, en gran manera dependientes y colonizados.

La divulgación de la ciencia hace parte del hacer ciencia y debe ser encarada como una de sus partes mas nobles, por permitir la socialización del conocimiento.

Michel Serres alerta sobre una de las más importantes características del mundo moderno: la falta de una instancia decisoria:

«Científicos, administradores, periodistas... Todo ocurre como si los tres poderes contemporáneos, entendiendo por poderes las instancias que en parte alguna encuentran contrapoderes, hubiesen erradicado de la memoria de largo plazo, tradiciones milenarias, experiencias acumuladas por las culturas que acaban de morir o que estas potencias matan.... Estamos ante un problema causado por una civilización que ha estado ahí más de un siglo, generada por las antiguas culturas que la precedieron, inflinaiendo daños a un sistema físico de millones de años... Sin embargo, nos proponemos apenas respuestas y soluciones de corto plazo porque vivimos en plazos inmediatos, los cuales quitan lo esencial de nuestro poder. Los administradores mantienen la continuidad, los medios, la cotidianidad, la ciencia es el único-proyecto de futuro que nos resta».

Algunos puntos deben ser enfatizados.

En primer lugar la divulgación de la ciencia es una función de Estado, como lo es la alfabetización de la población. Políticas orientadas en ese sentido deberán ser elaboradas y colocadas en práctica. Además de eso, la divulgación de la ciencia, debe ser una de las actividades del investigador, sin importar en que área actúe. Por lo tanto, es importante que los organismos de fomento de los diversos comités de evaluación la consideren tan importante como el hacer ciencia, pues sin socializar el conocimiento poco vale producirlo.

La divulgación de la ciencia trabaja con un lenguaje y con conceptos regionales. No se puede caer en la tentación de importar acciones o programas desarrollados en otros países en los que se mostraron adecuados. Cada uno de los representantes de diferentes países tendrá que desarrollar programas propios, adecuados a nuestras realidades, que guarden semejanzas y cultiven

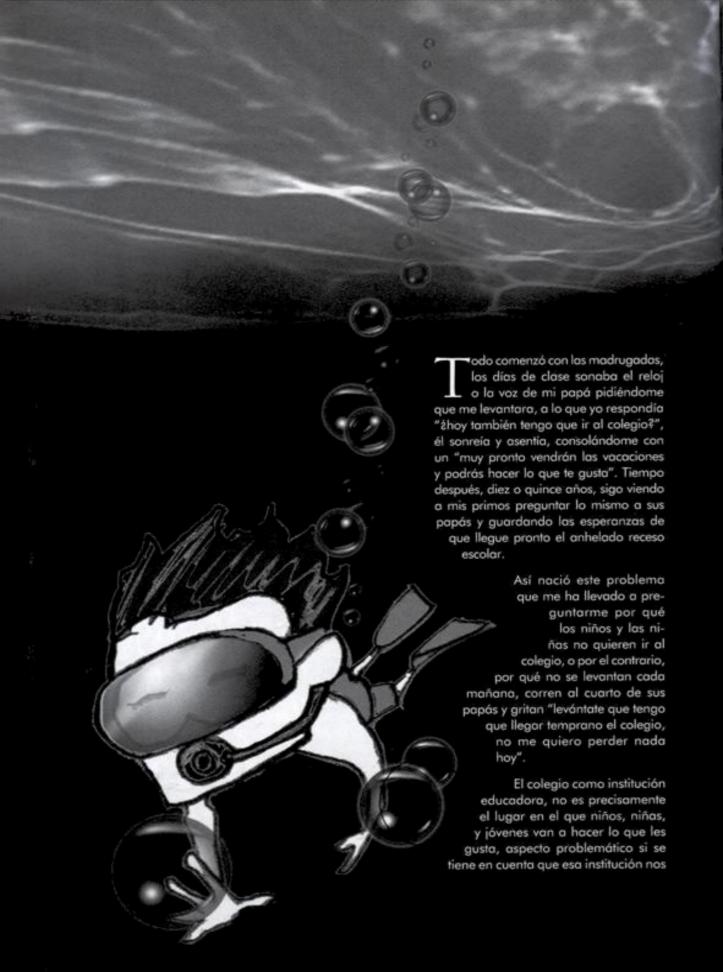
diferencias. Es fundamental que nuestras sociedades mantengan su identidad cultural. Es fundamental que no perdamos nuestra manera de ver el mundo, las relaciones entre diferentes culturas y los hábitos de colaboración y cooperación que nos da nuestra identidad. En fin, que no perdamos nuestra identidad, pues ella es la que puede proveer elementos nuevos para el futuro.

La divulgación de la ciencia en este inicio del siglo XXI tendrá que saber incluir las ciencias sociales y la historia. A partir de una visión envolvente del conocimiento tal vez sea posible hablar y oír: hablar de ciencia. Oír a los saberes tradicionales que son fundamentales para la construcción de la identidad del ciudadano. Una alerta sin embargo: no se trata de apropiarse de los saberes tradicionales y mucho menos de desautorizarlos, sin dialogar, comprender e intercambiar diferentes visiones, pues la divulgación de la ciencia no deberá tener un carácter doctrinario para evitar que se caiga en lo que Lévi-Strauss apunta:

"Los fenómenos que ocurren a escala cuántica, tal como se busca describirlos con las palabras del lenguaje común, afectaron mucho mas el juicio común que las mas extravagantes invenciones míticas, para el hombre vuelve a existir un mundo sobrenatural. Del modo más inesperado, el diálogo con la ciencia vuelve al pensamiento mítico nuevamente actual"

Estos, entre muchos otros, son algunos de los desafíos a los que nos hemos enfrentado. Para intentar solucionarlos estamos aquí reunidos.

Manos a la obra y buena suerte, pero antes celebremos esta rara ocasión de estar reunidos...





prepara para ser ciudadanos y para vivir en sociedad. Si lo anterior es cierto, entonces en el colegio no hacemos lo que nos gusta y en la sociedad tampoco, pues no nos estamos preparando para eso.

El problema educativo es mucho más
que cuestiones de gusto,
es un asunto de la forma
en la que los alumnos se relacionan con el saber, lo que se espera que
aprendan. La educación en Colombia
tiene sus fines expresados en la Ley 115
de 1994, pero en ninguno de ellos se
habla especificamente de que el educando (pasivo) establezca una relación con
el saber que le produzca un buen sabor
como resultado.

Preocupada por estas cuestiones, llegué a la psicología; ingresé a la Universidad Nacional de Colombia y segui reflexionando sobre este complicado asunto, pensando que con el sustento teórico de la "psicología de la educación" ahora si

que nbia 115 so se concon obor

del Museo de la Ciencia y el Juego

María Ángela Botero Saltarén

conocia la naturaleza de estos problemas, o por lo menos eso creía. Semestre tras semestre, llegó el anhelado momento de hacer la práctica, como la oportunidad perfecta para hacer válida mi voz como educanda no-pasiva. Decidí que lo más importante era realizar una práctica que ante todo me gustara mucho, tanto que pudiera enamorarme de la que hacía y con eso, asegurar el buen sabor y saber como resultado2.

Por un afortunado y acertado conseja conoci a mi director de práctica el profesor Uriel Espitia Vásquez, con quien hemos venido analizando durante este año de 2004 las minucias del problema educativo, las prácticas de formación dentro y fuera del aula y la renovada manera como pueden repensárselas desde el llamado "campo comunicación-educación". Así he llegado a comprender que el sustento teórico de mi carrera era solo una base donde me podia empinar para observar un extenso panorama que se abre como espacio de conocimiento.

El siguiente paso a seguir era lograr un lugar dónde realizar mis prácticas; mi buena suerte me permitió contar con la aquiescencia del profesor Julián Betancourt para poder acceder al Museo de la Ciencia y el Juego, a quien ya relacionábamos con la revista de ciencia para niñas y niños Cucli-Cucli y con el programa Re-creo que es una extensión del propio Museo donde se diseñan las Cajas de la Ciencia para que la enseñanza de las ciencias naturales tengan sentido y significado en la educación secundaria, razones todas, que hacian de este lugar, el espacio perfecto para los objetivos planteados.

Con esta debida autorización, el barco ya estaba listo para zarpar, su brújula ajustada y confiada en las cartas marineras de 20 años de experiencia del equipo del Museo. Las preguntas que guían este viaje, principalmente han sido tres: ¿Cuál es el sentido que le otorgan a su visita las personas que concurren al Museo de la Ciencia y el Juego? ¿Qué provoca en los sujetos esta experiencia de educación informal que los acerca mediante el juego y la libre exploración a temáticas que tradicionalmente son enseñadas en salones de clase o en asépticos laboratorios? Y, ácómo hacer una observación no intrusiva con fines investigativos en un espacio como el del Museo?

Uno de los principios claves que estructura los diseños y montajes del Museo es que los dispositivos allí ubicados son del tipo "caja translúcida" o "caja blanca", es decir, que deliberadamente muestran sus mecanismos de funcionamiento o se insinúan juegos y mediaciones para que los principios científicos que ejemplifican, sean fácilmente comprendidos. A la vez, se espera que los visitantes se diviertan, tengan nuevas experiencias y no sólo con los objetos allí preparados, pero que por encima de todo, establezcan otro tipo de relación con el saber científico, diferente al que usualmente ofrece la educación formal. También,



<sup>3</sup> Continúo aquí jugando con la metáfora. desarrollada par las lenguas latinas respecto de que saber, es tener sabor, un gusto agradable, lo que sentido figurado, según Beillerot (1998), llegará a significar can el correr del tiempo, tener sabiduría y buen juicio.



resignificar por la interactividad allí propuesta, el acartonado espacio del museo, donde lo que prevalece es la exposición organizada con la lógica de un texto escrito que debe ser leido con reverencia y donde muchas veces se le solicita a los visitantes diligenciar encuestas o cuestionarios, pesadas tareas, que aqui seria un sacrilegio exigir y, que por lo tanto, ni siquiera intentamos en esta aventura.

Observar era nuestra primera meta, así que un periodo bastante largo de mis primeras visitas al Museo fueron dedicadas al reconocimiento de la superficie y el contexto de navegación. Por medio de un diario de campo llevé registro escrito de todo aquello que me impactaba en mis visitas y como resultado de esa exploración fui encontrando las temáticas relevantes a trabajar durante mi inmersión en las profundidades del Museo. Ellas fueron: a) La relación lúdica que establecen los visitantes con el Museo y las formas como opera ese componente fundamental del Museo que se llama juego; b) Cuáles y cómo son las prácticas comunicativo-educativas que se presentan en el Museo y cómo estas se relacionan o alejan de las prácticas características de la escuela; c) Cómo viven los sujetos estas experiencias, sobre todo los niños, niños y jóvenes visitantes; d) En estas prácticas de interacción, de recorridos nómadas, qué ocurre con las intencionalidades del Museo respecto de la divulgación y popularización de la ciencia y; e) Anudando estos cuatro tópicos anteriores, se podría pensar que es posible intentar entender, a partir de lo que narran los sujetos de sus vivencias en el Museo, qué representa para ellos esta institución educativa no-formal e informal.

De este trabajo registrado en el diario de campo surgen algunos aspectos relevantes que he querido retomar como muestra de este intento de inmersión en la estructura profunda del Museo.

Forma parte de la filosofia del Museo que sus visitantes se sientan libres de actuar en sus espacios, que puedan explorar sus propias formas de acercarse a los montajes, lo que no siempre es posible, sobre todo por el tipo de prácticas educativas dinamizadas por la escolaridad formal y que se ponen en evidencia durante el tiempo de visita. Es así como he podido observar grupos de niños y niños que no se acercan a los objetos sin antes. pedir permiso a sus profesores, que como bien sabemos son las figuras de autoridad y los mediadores principales en el proceso educativo y que obran explícita o implicitamente con una función reguladora entre los estudiantes y los dispositivos del Museo. Por ejemplo, un grupo de niñas de un colegio privado de la ciudad, con edades cercanas a los 9 años, fue conducido todo el tiempo por sus profesoras, quienes les ordenaban que hacer, donde y cuando. Era tal el extremo de su heteronomía que las niñas realizaban largas filas frente a cada montaje mientras los demás

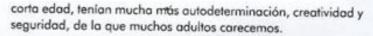
objetos de la sala quedaban desocupados.

Tratando de entender estas lógicas de relación, presté atención a las interacciones entre las estudiantes y las profesoras, allí quedó en evidencia que la orden perentoria, el regaño malhumorado y el grito de disciplina, no posibilitaban otras formas de apropiación de los espacios y de los objetos. Por eso, los desplazamiento cuadriculados, las sensaciones de inseguridad frente a los objetos, la atención permanente para con el autoritarismo de los adultos que recurría a una serie de prácticas comunicativas que harían gozar de la dicha a un experto semiólogo, como los gestos, las miradas o las displicencias. Se muestra entonces, que el problema de la heteronomía en la escuela trasciende los muros de la institución, tergiversando sin proponérselo, el calculado esquema contrario, que buscó perfilar un no-lugar<sup>3</sup> para un encuentro lúdico con la ciencia y la tecnología. Se impone aquí la pregunta sobre el sujeto en formación, ¿qué esperamos de una sociedad enseñada en la heteronomía, temerosa de intentar cualquier exploración, que no puede realizar el imperativo kantiano de atrever a servirse de su propio juicio para salir de la minoridad?: sujetos incapaces de hacerse valer física y simbólicamente ante otro que de alguna

forma siempre tendrá poder sobre ellos.

Afortunadamente la institución escolar es diversa y contradictoria y en las aulas de clase existen todo tipo de prácticas comunicativo-educativas y no un único proyecto hegemónico de formación. Ese mismo día asistió otro grupo de niños y niñas de un rango de edad similar al grupo citado, estos visitantes mostraban grados de autonomía, que incluso destacaban frente a visitas anteriores, el juego prevalecía como práctica de interacción y expresión en cada uno de los montajes. La docente, aunque pendiente de los estudiantes, permaneció aislada y sobre todo, serena. Al ser preguntada por el inusual comportamiento de su grupo, expresó con orgullo que durante las horas de clase en el aula, es habitual en sus prácticas pedagógicas que sean los niños y niños quienes tomen la iniciativa en la realización de los actividades y que esto se haya vuelto consuetudinario, hasta el punto que ellos prefieren hacerlo solos o con otros pares. No hubo pues, gritos, ni miradas pidiendo permiso, porque estos niños y niñas de tan

\* «...Si un lugar puede definirse como lugar de identidad, ...relacional e histórico, ...un espacio que no puede definirse ni como espacio de identidad, no como relacional, ni como histórico, ...definirá un ...no-lugar..." (Augé, ? ?1992: 83?)



Si los ejes de mirada cambian y la observación busca acomodarse a los presupuestos epistemológicos que guían el accionar de un espacio como el Museo, inevitablemente terminarán haciéndose escuchar diferentes tipos de problemas en los cuales antes no se reparaba. Por ejemplo, el uso y la apropiación del Museo no es idéntico si se trata de niños y niñas que de jóvenes.

Mientras los primeros juguetean alegremente con los objetos, gritan, saltan, corren por todos los lugares y no tienen mayores impedimentos para conformar grupos de exploración
diferentes para cada montaje, ya sea con pares, adultos
representativos, visitantes esporádicos o simplemente
permanecer solos jugando con las cosas que les llamen
la atención. Es posible afirmar que los montajes que
prefieren son los que entrañan la exploración y la
manipulación, se muestran accesibles a cualquier
tipo de propuestas, preguntan por el qué, el cómo
y el por qué de los cosas.

Por el contrario, los adolescentes son "medidos" a la hora de acercarse a los montajes, caminan hacia un lado y hacia el otro, cambian muy rápido de estructura a menos que ésta los cautive por alguna razón, normalmente permanecen en grupos estables desde la entrada hasta la salida sin establecer interacciones duraderas por fuera de estas unidades de referencia, aunque también es posible ver que algunos jóvenes permanecen solos o aislados durante toda la visita. Al parecer, los montajes que más los cautivan son los que les ofrecen retos o los llaman a la competencia (por lo general desempeños individuales y que implican una prueba ante el grupo). Tal vez por estas mismas razones las detienen las montajes donde hay que armar, articular o resolver problemas. Otra característica bien notable de sus visitas es que son cortas, rara vez solicitan más tiempo para estas y muy por el contrario salen del museo antes de la hora estipulada. Diferente a lo que sucede con las niñas y los niños a quienes nunca les alcanza el tiempo y que pueden permanecer mucho tiempo en una sola estructura, incluso regresar a ella después de otros recorridos y exploraciones.

Pero entre los adolescentes también existen diferencias entre los grupos, como los hay entre los conjuntos de niñas y de niños. Un ejemplo de esta diferencia fue la visita de un colegio que estructura su formación por modalidades académicas. Una tarde asistieron los estudiantes de la modalidad de electrónica y



otra, los de diseño industrial, en ambos casos, podía establecerse que estas especializaciones educativas influían, guiándolos de alguna forma hacia unos montajes más que a otros y a privilegiar ciertos intereses en cada uno de los objetos. Los de la modalidad electrónica estuvieron la mayor parte del tiempo en los montajes con funcionamientos eléctricos o mecánicos que involucran principios de la física muy claros o avanzados. Los de diseño industrial prefirieron los montajes coloridos y de gran complejidad en la construcción, fueron particularmente acuciosos en explorar las fichas de identificación de los montajes, los dibujos y adornos del lugar, como en detallar montajes sencillos pero que implicaran la creatividad. Así, lo que diferenciaba los usos y apropiación del Museo por parte de estos sujetos adolescentes no era su relación con las figuras de autoridad, sino más bien sus intereses personales, o en cada caso puntual, académico-personales.

Una observación que no sólo implicó retos para mi como persona afectiva, para mi como observadora-participante, sino también para cualquier musea que se precie de ser interactivo, fue la visita de un grupo de niños y niñas con discapacidad en habla y escucha junto con un grupo de adolescentes de otro colegio. Empezaron la visita juntos, una de las profesoras traducia al lenguaje de señas a los niños y niñas con discapacidad la introducción que se acostumbra hacer a todos los visitantes. Una vez empezaron a jugar, se conformaron grupos mixtos de ambos colegios, las jóvenes hacían todo lo posible por hacerse entender, lográndolo en algunos casos, en otros no. Poco a poco las adolescentes fueron conformando sus grupos de referencia, mientras que las niñas y los niños con discapacidad continuaban con las exploraciones a su alrededor. Como solo algunos leían las fichas de identificación de los montajes, emprendí también la tarea de relacionarme con ellos, aquí la observación fue muy enriquecedora puesto que logré establecer puentes claros de comunicación con ellos valiéndome de exageraciones gestuales y guianzas táctiles hacia la acción propuesta por el montaje, para así orientarlos en su visita.

Esta visita pregunta sobre la posibilidad de los museos interactivos para atender efectiva y afectivamente poblaciones con discapacidad. Aunque existen las fichas museográficas, ¿cómo pueden acceder a ella las personas privadas de la vista? Evidentemente que muchos montajes no son accequibles a las personas discapacitadas que deben usar silla de ruedas o para aquellos que les hace falta alguna de sus extremidades. Pese a que el Museo puede atender a estos grupos de personas, aún faltaría reparar en muchos detalles para que este u otros museos interactivos que conocemos puedan hacerse cabalmente disponibles para todo tipo de visitantes.

Todas estas ejemplificaciones hacen evidente una vez más, que el Museo de la Ciencia y el Juego no es simplemente un espacio de educación informal o una forma de aprovechamiento del tiempo libre de los escolares, es un espacio que no sólo brinda información sobre temáticas particulares relativas a la ciencia y la tecnología, sino que representan un espacio de encuentro para la confrantación de las lógicas de la escuela con los objetos del mundo, mostrando en público qué tipo de subjetividad están formando. Como bien

define Jorge Alberto Huergo desde el campo comunicación-educación:

"La cultura escolar comprende un conjunto de prácticas saberes y representaciones producidas y reproducidas a partir de la institución escolar. Pero también incluye las modalidades de comunicación y transmisión de saberes para poder actuar socialmente (más allá de la escuela) que operan de acuerdo con la "lógica" escolar. En tal sentido, la cultura escolar es una forma de producción, transmisión y reproducción que tiende a la organización racional de la vida social cotidiana.

La cultura escolar, entonces, transforma desde dentro la cotidianidad social, imprimiendo en ella formas de distribución, disciplinamiento y control de prácticas, saberes y representaciones aún más allá de los ámbitos identificados como la institución escolar" (1998: 50)".

El Museo aporta así información válida y relevante sobre las problemáticas internas de las instituciones de educación formal, que es a las que más atención le presta el Estado y las encargadas de formar la ciudadanía -no del futuro, sino del presente-, y que en su rigidez se han olvidado que los espacios de educación informal son una alternativa para reflexionar críticamente sus prácticas y para que puedan ser recreados otros espacios de relación con el saber, como forma de saber por otros sabores: por el juego, por la exploración sin límites, por la construcción de la autonomía mediante prácticas de la misma y no de discursos, entre muchas otras. Es posible otra relación con el saber, que atraiga el gusto no sólo de niños y jóvenes, sino también de los propios maestros, que sirva para levantarse cada mañana con la alegría y la expectativa del querer conocer.

No obstante, que este ensayo muestra la primera fase de lo que ha constituido una de las estrategias de acercamiento investigativo, resta un inmenso trabajo de recopilación, análisis e interpretación de otras formas como se viene abordando un estudio de visitantes desde esta práctica psicológica en la labor comunicativo-educativa que realiza el Museo de la Ciencia y el

Juego. Desde una perspectiva multidisciplinar, espera poder aportar sobre las interacciones que se producen entre las instalaciones del Museo, las particularidades propias de sus visitantes y las variables psicosociales relacionadas con el contexto social de la visita.

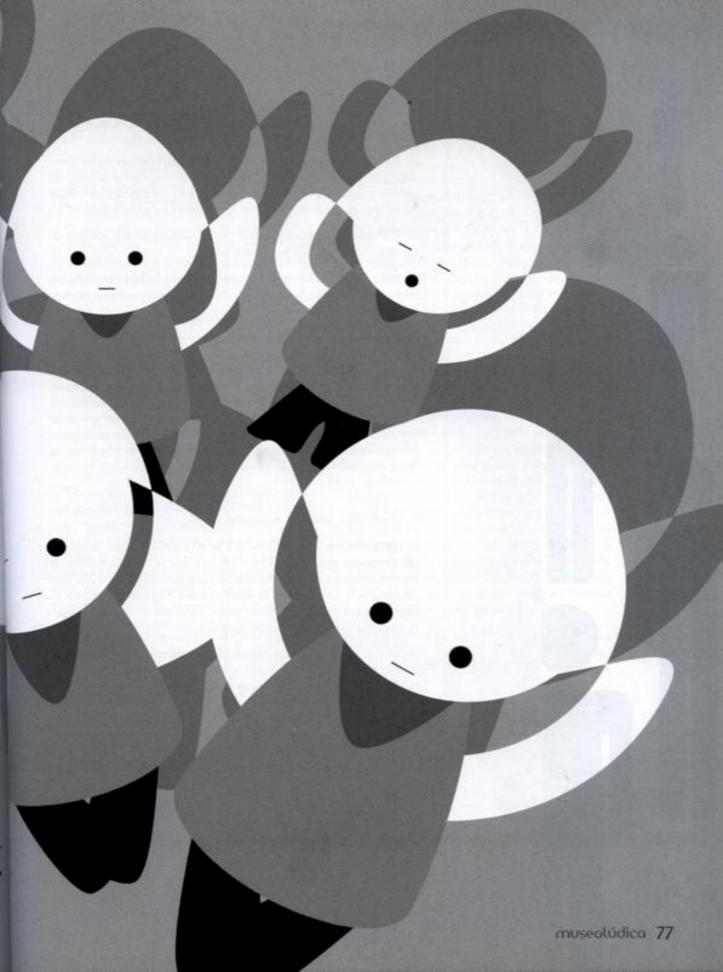
### Bibliografía

- Augé, Marc. Los no lugares. Espacios del anonimato. Barcelona, Gedisa Editorial, 1992.
- Beillerot, Jacky y otros. Saber y relación con el saber, Barcelona, Paidós, 1998.
- Huergo, Jorge Alberto. Las alfabetizaciones posmodernas, las pugnas culturales y los nuevos significados de la ciudadanía. En: Nómadas. Bogotá: Universidad Central-DIUC, septiembre de 1998, No. 9.



II Congreso Nacional de Ecología

Medio Ambiente: Ecuador país megadivers



# 78 museolock

### Introducción

Cuando se reflexiona sobre la popularización de la ciencia y la tecnología, PC&T se encuentra uno con dos grandes campos que se entretejen en ella: el de la comunicación y el de la educación, además emerge la política con gran fuerza.

Quizás para empezar a tejer estas reflexiones podemos preguntarnos ápara qué la educación?

John Dewey ya había señalado que el objetivo de la educación era la democracia. Sin embargo, fueran los indígenas norteamericanos quienes señalaron de manera lúcida la relación entre la educación y la vida:

"Durante la firma del tratado de Lancaster, en Pensilvania, en el año 1774, entre el gabierno de Virginia y las Seis Naciones, los Comisionados de Virginia hicieron saber a los indios que existía en Williamsburg un colegio provisto de fondos para la educación de la juventud india, y que si los jefes de las Seis Naciones enviaban media docena de sus hijos a ese colegio, el gobierno se encargaría de que recibieran todo lo necesario y de que fueran instruidos en todo el aprendizaje de la gente blanca.

El portavoz indígena respondió:

Sabemos que vosotros estimáis en alto grado el tipo de aprendizaje que se enseña en esos colegios y que el mantenimiento de nuestros jóvenes durante el tiempo en que estuvieran entre vosotros os resultaría costosísimo. Nosotros estamos convencidos, por lo tanto, de que mediante vuestra proposición deseáis hacernos bien y os lo agradecemos de todo corazón.

Pero vosotros, que sois sabios, debéis saber que naciones diferentes tienen distintos conceptos de las cosas, y que por lo tanto no tomaréis por impropio el que nuestras ideas acerca de este tipo de educación no sean las mismas que las vuestras. Hemos tenido una buena experiencia de ello; varios de nuestros jóvenes se educaron formalmente en los colegios de las provincias norteñas; se les instruyó en todas vuestras ciencias, pero cuando volvieron a nosotros eran malos corredores, ignoraban todas los medios de vivir en los bosques, eran incapaces de soportar ya fuera el frío o el hambre, desconocian el modo de construir una choza o cómo atrapar un venado o cómo matar un enemigo; hablaban nuestra lengua con imperfección y no estaban preparados para ser cazadores ni guerreros ni consejeros; en definitiva, no servían absolutamente para nada. Sin embargo, no nos sentimos menos

obligados por vuestro generoso ofrecimiento, aunque declinamos aceptarlo, y para demostraros nuestra gratitud por el mismo, si los caballeros de Virginia nos envían una docena de sus hijos, nosotros cuidaremos de su educación, les instruiremos en todo cuanto sabemos y haremos de ellos hombres"

Como se desprende del texto, la educación es para la vida. En sus palabras, para hacer hombres, es decir seres humanos actuantes en una comunidad y en los diferentes niveles que ella exige.

Independientemente de las diferencias con respecto a las sociedades indígenas, podemos asegurar que la educación es para la vida y para la vida en una sociedad determinada, en una comunidad concreta y en una época específica. Lo que se estudia en la escuela (arte, ciencias naturales y sociales, cívica, etc.), es para la vida del ciudadano y para la vida social. En otras palabras, es para el desarrollo integral del individuo y de la sociedad.

Sin embargo, a juzgar por la baja escolaridad en América Latina la situación en nuestra región es diferente. En Colombia, la escolaridad promedio se encuentra entre 8 y 9 años. Un niño convertido en ciudadano (¿será esto posible?) ¿ qué debería construir en la escuela para sobrevivir en la sociedad? ¿está la escuela

preparando para la vida? o mejor ĉestá el Estado haciendo los esfuerzos suficientes para que los ciudadanos tengan por lo menos una vida digna?

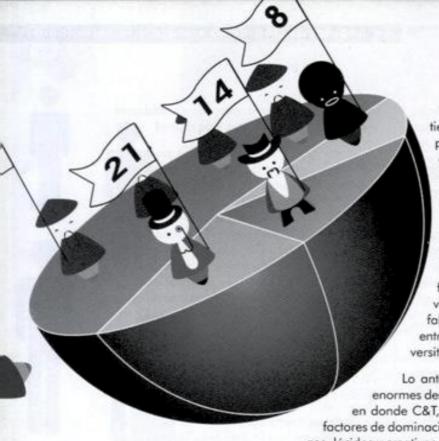
La educación, desde un tiempo para acá, ya no es monopolio de la Escuela, en ello han incidido enormemente las nuevas tecnologías de la comunicación. Todo esto hace necesario que se observe, estudie y reflexione con más detenimiento lo que se llama la educación no formal y la educación informal. En algunos países la palabra informal tiene connotaciones negativas, sin embargo, en términos conceptuales precisos educación informal se refiere a aquellos espacios de libre aprendizaie: TV, radio, prensa, Internet, exposiciones de museos, espacio público, etc. Lo cual es muy distinto de lo formal. Son precisamente los espacios no formales y los informales los escenarios básicos de la popularización de C&T.

Como se mencionó anteriormente, la educación es para la vida. Esto debe ser entendido por lo menos en dos perspectivas: a nivel personal y a nivel de la sociedad. Actualmente, el primer nivel toca con la formación integral del ciudadano y el segundo con la configuración de la democracia. Esto último significa que el horizonte de PC&T es un horizonte de democracia participativa, multicultural y polifónica y es claramente un problema político. ¿Es posible esto en un mundo globalizado, en donde la

C&T se han convertido en factores de dominación?

> En 1999 Carlos Fuentes propuso el siguiente ejercicio:





"Si pudiéramos reducir la población de la tierra a una aldea con sólo cien habitantes pero con los mismos porcentajes humanos actuales, obtendríamos el siguiente resultado: habría cincuenta y siete asiáticos, veintiún europeos, catorce habitantes de las Américas y ocho africanos. La mitad de la riqueza total del mundo estaría en manos de sólo seis personas. Las seis serían de nacionalidad norteamericana. Ochenta vivirían en casas de calidad inferior. Setenta serían iletradas. Cincuenta vivirían desnutridas. Una estaría a punto de fallecer y otra a punto de nacer. Sólo una entre las cien personas tendría educación universitaria y ninguna tendría computadora."

Lo anterior muestra de manera dramática los enormes desequilibrios del mundo globalizado actual en donde C&T, como ya se dijo, se han convertido en factores de dominación y permite intuir los gigantescos esfuerzos, lúcidos y creativos, de toda índole, que deben hacerse para convertir la ciencia y la tecnología en factores reales de desarrollo integral y armónico del individuo y de desarrollo económico y social de nuestros países. He ahí un gran reto para el Siglo XXI, en donde la popularización de la ciencia y la tecnología debe poner su grano de arena.

Recientemente el Fondo Mundial para la Naturaleza, NWF, en su quinto informe denominado "Living Planet" asegura que los seres humanos consumen un 20% más de las reservas naturales que la Tierra puede producir. Sostiene que para mantener a una persona actualmente se necesitan 2.2 hectáreas de tierra, sin embargo el planeta sólo tiene 1.8 hectáreas para cada uno.

De acuerdo con el Informe, estamos consumiendo las reservas naturales a un ritmo tan rápido que supera la habilidad del planeta para mantener la vida. La "huella ecológica" o el impacto de la humanidad en la Tierra, ha aumentado 2,5 desde 1961. Sin embargo, la "huella" no es igual para todo mundo. Un estadounidense produce una "huella" que es dos veces más grande que la de un europeo y siete veces mayor que la de un africano.

El medio ambiente, que incluye al ser humano, es quizás el reto más grande del Siglo XXI. Nuevamente los procesos de popularización serán muy importantes en este campo.













### la comunicación

En términos de C&T, àqué significa la formación integral y armoniosa del ciudadano y la democracia participativa? que los valores de la ciencia, como por ejemplo, sus formas de pensamiento, de apreciar y de obrar, el respeto por la opinión del otro, sean, por diversos procesos, involucradas en el acervo cultural de las personas, no como meras incrustaciones en el "entramado cultural" del ciudadano, sino como parte de éste, de tal forma que actuemos, produzcamos y obremos de manera más reflexiva, así nos equivoquemos. Sin embargo, no debe olvidarse que la formación integral del ciudadano también significa que debe afirmarse algo similar con respecto al arte y a la filosofía, por ejemplo.

Ya en 1960 Jerome Bruner aseguraba que el aprendizaje consiste en asimilar datos, técnicas o experiencias poniéndolas en relación lógica con la que ya se conoce, es decir, que no se produce un verdadero aprendizaje hasta que el nuevo material no quede integrado con el viejo material. En otras palabras, el "entramado cultural" del ciudadano se va entretejiendo entre lo nuevo y la viejo ya involucrado. Para ello se recurre a la pregunta, la indagación, la comparación, surge la analogía, la metáfora, se hacen inferencias y se actúa, en un marco narrativo que de alguna forma va configurando la experiencia de cada quien.

De otro lado, cuando el conocimiento producido en comunidades científicas es involucrado por otras comunidades adquiere un sentido y un significado distintos a los que tienen para una comunidad científica, ya que ellos necesariamente han sido mediados y recontextualizados. Esto nos conduce a procesas de Indole comunicativa que están en la base de los procesas de popularización.

Podemos decir con respecto a la ciencia que tenemos los siguientes procesos comunicativos:

Comunicación intracientífica

Comunicación intercientífica

Comunicación pedagógica

Comunicación popular o popularización de la ciencia.

En tanto comunicación, los cuatro procesos arriba mencionados van a tener cuestiones compartidas y algunas que las particularizan. Dentro de estas últimas cabe destacar el público al cual van dirigidas y el lenguaje que ellas utilizan.

La comunicación intracientífica se hace entre pares, es decir científicos que trabajan en el mismo compo del conocimiento de una disciplina. La relación es simétrica. El lenguaje utilizado es el conocido lenguaje lógico formal y sus escenarios son conferencias para especialistas, artículos y revistas especializadas.

La comunicación intercientífica se realiza entre científicos de diferentes áreas del conocimiento de una disciplina o entre disciplinas distintas. La relación va perdiendo simetría. El lenguaje es lógico formal, matizado con analogías y metáforas. Nuevamente conferencias, artículos y revistas de divulgación, como Scientific American son escenarios de este lenguaje.

La analogía, la metáfora y otras figuras del lenguaje emergen con fuerza en la comunicación pedogógica. Aqui la asimetría es variable pero mucho mayor que en el caso anterior (científicos, profesores y estudiantes de todos los níveles). A medida que se va escalando en la escolaridad, la aparición de lo lógico formal en un contexto de lenguaje narrativo se va configurando, en tanto que este último se va difuminando. Basta comparar un texto de colegio con uno universitario y uno de postgrado. El salón de clase y el libro de texto son algunos de los escenarios en donde este lenguaje se utiliza.

La comunicación popular o popularización de la ciencia aparece cuando la comunicación va dirigida a otras capas de la sociedad diferentes a las mencionadas o a éstas fuera de sus contextos "naturales". Los programas científicos de TV y radio, los artículos de prensa y los museos son algunos escenarios de la popularización. El lenguaje utilizado es narrativo salpicado con palabras técnicas.

En los procesos comunicativos arriba mencionados se encuentra una gran variedad de posibilidades de lenguaje que va desde lo netamente narrativo hasta lo completamente lógico formal. Se podría pensar en un continuum entre estos dos extremos. Sin embargo, es el lenguaje narrativo el lugar de encuentro de todos: del ciudadano científico, de la ciudadana ama de casa, de la ciudadana empleada, del ciudadano empresario, del ciudadano marginado, del ciudadano maestro, del ciudadano político, de la ciudadana profesional.



Lo anterior nos lleva a plantear la importancia de construir espacios narrativos de aprendizaje en donde nos encontremos y reconozcamos como ciudadanos

### ¿Cómo se presenta la ciencia en los 4 procesos comunicativos?

En general, se puede decir que entre más asimétrica sea la relación, el conocimiento se presenta como incontrovertible y la ciencia da la sensación de tener una eficacia absoluta. Aunque hay excepciones como son algunos documentales, sin embargo esta imagen de ciencia incontrovertible es caracteristica de los

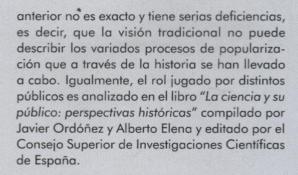




programas de TV, en especial los que consideran temas de "punta" o "frontera", y los artículos de prensa sobre los mismos temas.

De otro lado, la visión tradicional de la popularización de la ciencia la considera como la transmisión de conocimiento científico de los científicos a un público no ilustrado con propósitos de validación y legitimación social, lo que suele denominarse como modelo deficitario. Además, considera la comunidad científica como monolítica y al público como indiferenciado. El conocimiento científico se concibe como unitario y epistemológicamente privilegiado. Sin embargo, basta decir que no debemos hablar de ciencia sino de ciencias, cuyos lenguajes tienen diferentes estadios de desarrollo.

Un análisis preliminar de la ciencia y sus públicos a lo largo de la historia muestra que lo



Para terminar, vale la pena recalcar que, como formas comunicativas de la ciencia, ellas tienen semejanzas y que los procesos de mediación de significados y de recontextualización de saberes y conocimientos tienen sus particularidades; que en el caso de la popularización tienen por fin construir sentido hacia la C&T con el objeto de enriquecer el acervo cultural de las personas con elementos de la racionalidad del conocimiento para lograr una mejor comprensión del mundo que nos rodea, una mejor calidad de vida, una actitud más reflexiva ante las opciones de toda índole que depara el día a día, un respeto por la opinión ajena y un mejor hacer y realizar.

Lo anterior, que corresponde a procesos de apropiación cultural (tejer el saber local con el conocimiento global en el contexto del acervo cultural de cada quien), parte de las necesidades y visiones locales como base de los procesos de recontextualización de los saberes y conocimientos. Cada caso es diferente, de ahí la gran complejidad que exige lucidez, creatividad y gran ánimo para llevarlos a cabo.

Si retomamos el hecho de la baja escolaridad en América Latina, se hace necesario fortalecer los procesos de apropiación cultural de tal forma que los procesos de popularización cobran gran importancia, pues la educación formal ya no podrá cumplir su papel para grandes masas de la población.

Hemos mencionado que el espacio público es uno de los escenarios para la popularización. El ser humano crea espacios para ser habitados, siendo el espacio público un lugar de encuentro y un ámbito de construcción de la intersujetividad y la convivencia. ¿Cuál es la calidad de la información socialmente disponible en el espacio público



uno de los países de nuestra región.

Esto supone que se deben tejer redes sociales que soporten los diversos procesos involucrados en PC&T. No es posible que sigamos aislados, cada uno en nuestro pequeño campo de conocimiento y de acción. Los retas son enarmes y demandan una acción conjunta, allí la dinámica de redes, de establecer vínculos se hace prioritaria. En otras palabras, se trata de densificar el tejido social con el fin de reconfigurar los contextos culturales comunes fracturados por la modernidad.

La historia de la ciencia nos permite identificar dos grandes momentos de fractura de contextos culturales comunes. En el Siglo XVII la Filosofía Natural con Newton adopta como lenguaje el de las matemáticas, de tal forma que los individuos que no poseían esta competencia cultural se vieron fuertemente segregados de ella. En el Siglo XIX se produce otra gran fractura, esta vez debida a la Historia Natural cuyo protogonista es Darwin con su teoría de la Selección Natural. A partir de ese momento (1859) la Naturaleza se seculariza. Antes de ello, la Naturaleza como creación divina permitía que el ser humano, la máxima creación de Dios, se acercara a ella en busca de los atributos divinos, de reconocerse al mismo tiempo en ella. La Selección Natural segregó de la Naturaleza, a los creyentes. Como ha señalado Martin Heidegger "habitamos en el lenguaje" de tal forma que los lenguajes creados por la Filosofia Natural y por la Historia Natural han permitido sólo a los iniciados "vivir en ellas", segregando al resto, de estos mundos. De igual manera, se puede pensar que los lenguajes creados en el arte y en la ciencia se excluyeron mutuamente, originando otra fractura.

Hablando metafóricamente, la fractura de los contextos culturales comunes ha creado islas y se hace necesario tender puentes entre ellas o por lo menos construir miradores. En la reconfiguración de los contextos culturales comunes fracturados, el lenguaje narrativo va a jugar un papel muy importante como el lenguaje en

en nuestras ciudades y pueblos? žEsta información está ayudando a la formación del ciudadano?

El espacio público debe ser otro escenario para el aprendizaje y allí diferentes estrategias de PC&T son posibles y deseables: "La ciencia al parque", eventos Artciencia, "Los Senderos del Descubrimiento", "Ciudad y medio ambiente", "Nuestro entorno" "Diversidad y vida", "Cuerpo y salud" son actividades y eventos en los que se pueden involucrar los museos dentro de una estrategia de PC&T, concertada entre diferentes actores: sector público, sector privado, sector académico científico, medios de comunicación, comunidades locales, comunidades y organismos internacionales.

Los procesos de PC&T deben buscar la inclusión social de las diferentes comunidades marginadas económica y geográficamente, que en nuestras sociedades representan un alto porcentaje debido a los índices de pobreza de la región (en Colombia la franja de población en el nivel de pobreza llega al 60%) lo cual significa que amplias capas de la población no tengan las necesidades básicos satisfechas.

Este es un problema muy agudo que hace que, en gran medida, la popularización se construya sobre la base de crear sentido y significado hacia la C&T a través de tener en cuenta necesidades básicas materiales y espirituales como por ejemplo: alimento, vivienda, salud, trabajo, educación y recreación con el fin de tener una mejor productividad de nuestras sociedades y buscando eficacia social para alcanzar una calidad de vida digna. La inclusión social debe ser parte de una estrategia concertado en coda

donde "habitamos todos los ciudadanos ".

Todo lo que aquí se ha dicho redunda de diferentes maneras en la formación integral del ciudadano y por supuesto en la conformación de una sociedad realmente democrática y participativa. Es decir, la PC&T tiene como fin último, tomado como el reto en el Siglo XXI, la formación del ciudadano dentro de un contexto de democracia real, en donde el saber local y el conocimiento global deben conjugarse para enriquecer nuestras identidades culturales, ya que bajo ningún punto de vista se trata de construir una cultura global homogeneizada.

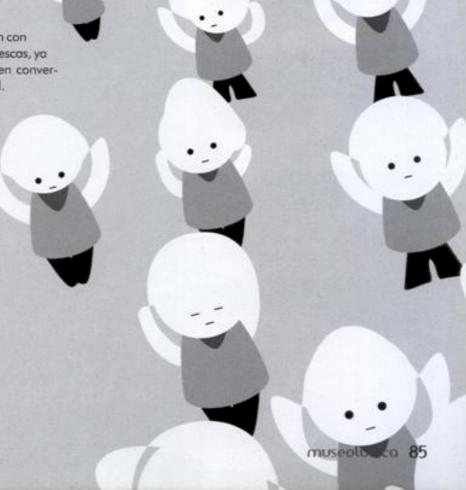
A diferencia del llamado modelo deficitario, ingenuo y simplista, la reflexión sobre problemas locales de nuestras sociedades lleva a escenarios en donde C&T son importantes con relación a la formación del ciudadano (lo es también el arte, la filosofía, el derecho, las tradiciones) y en la búsqueda de una sociedad democrática realmente dinámica y participativa, siendo éste un problema político por excelencia.

En fin, las tareas de popularización con un horizonte democrático son gigantescas, ya que, entre otras cosas la C&T deben convertirse en factores de desarrollo social.

Como hemos vistos los retos cubren un amplio espectro: formación ciudadana, democracia participativa, enriquecimiento de las identidades culturales, la educación y la comunicación como factores de desarrollo integral, el medio ambiente, la construcción

de redes, todo esto dentro de un contexto de lenguaje narrativo. Por supuesto que aquí entran otros actores y no sería justo dejarle tan descomunales tareas sólo a la popularización.

Gracias por haberme escuchado.



### haciendo. matemati

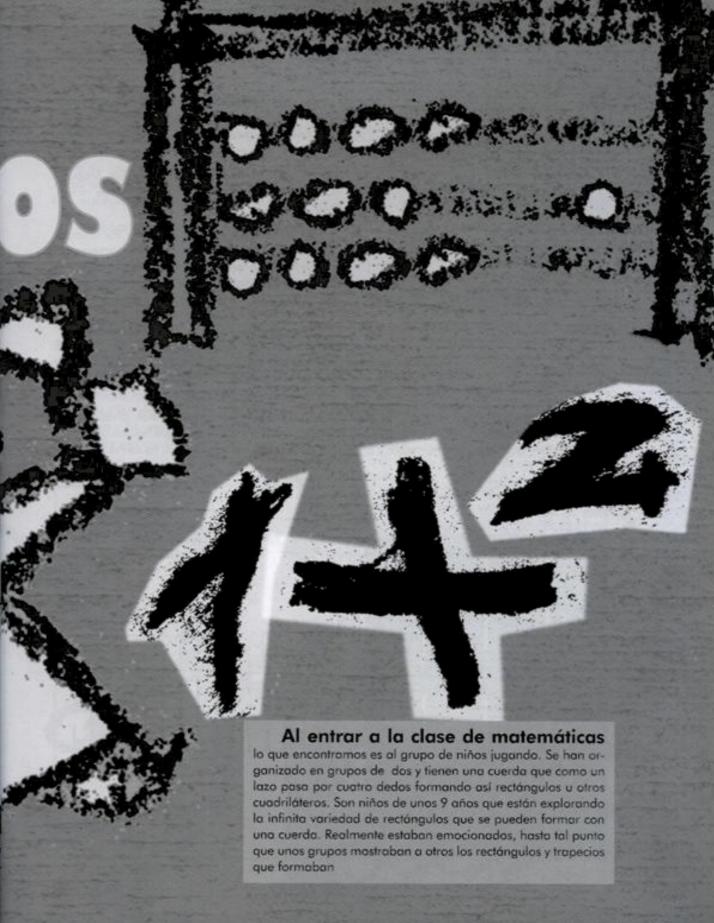
en el

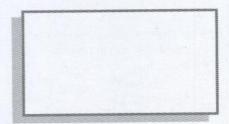




Posibilidades de elaboraciones significativas

Dino Segura y Janeth Malagón Escuela Pedagógica Experimental





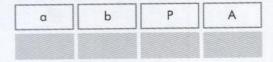


Figura 1

 Inicialmente afirmaban que todos los rectángulos tenían la misma área, pero ahora ya llegaron a la conclusión de que hay unos más grandes, que el área no es siempre la misma.

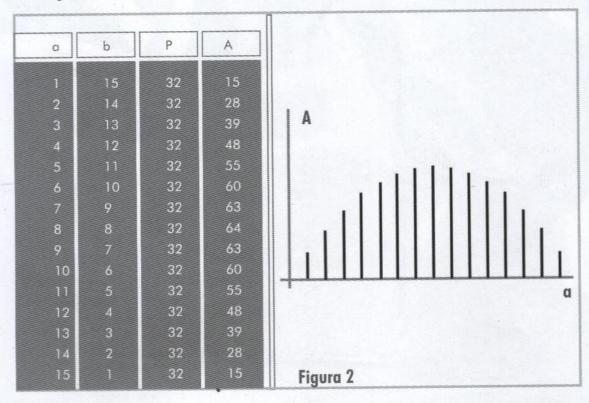
Luego, volviéndose a los niños, les propuso que averiguaran cuál era el rectángulo de mayor área.

Ahora tenían que medir y calcular. Por insinuación del maestro los diferentes grupos organizaron los datos en una tabla en donde colocaban un lado (a), el otro (b), el perímetro (P) y el área correspondiente (A), como lo muestra la Figura 1.

Las cuerdas tenían 32 cm de largo, así las había suministrado el maestro. Sin embargo, la tarea de medir muy pronto dio paso a la de calcular sistemáticamente lo que sucedía con el área cuando uno de

los lados iba aumentando unidad por unidad y el otro disminuyendo.

Lo que siguió después, en medio de comparaciones, conversaciones, apuestas, predicciones, fue una tabla de datos en cada grupo y luego, la representación gráfica de lo que habían obtenido. El resultado a que llegaron finalmente y en el que estaban de acuerdo todos, es como se ilustra en la Figura 2.



El ambiente de trabajo de ninguna manera puede compararse a lo que sucede usualmente. En primer lugar, no había silencio, sino por el contrario, conversaciones, risas y gritos. Y en las conversaciones, unos explicaban a los otros lo que hacían, cómo se calcula el área, qué es el perímetro, cómo se mide, cómo se hace la representación gráfica. Y al hacer la gráfica, aparecian sorpresas y preguntas que no se ocultaban

- Ahora son más pequeñas las líneas,
- ¿Qué sucede si se unen los puntos?,
- ¿Cómo sería si hiciéramos un triángulo?.

Si reflexionamos sobre lo que acontece, encontramos que más alla del juego y la actividad visible, están sucediendo muchas cosas. En este juego —de la cuerda y los rectángulos de máxima área— se logra una familiarización con conceptos matemáticos importantes tales como el infinito, los valores máximos y los invariantes, la relación entre las manipulaciones numéricas y las representaciones gráficas: es infinito el número de posibles rectángulos que se pueden formar; además, aunque existe un in-

variante que es el perímetro, el área es variable y tiene un valor máximo; al hacer la representación del área como función de uno de los lados nos enconrepresentación dice en sí misma mucho más de la que podríamos expresar con palabras e incluye muchos más datos de los que se tenían inicialmente para su construcción.

Sin embargo, la estructura de la actividad tiene mucho más que eso. Ya sabemos que una de las tareas que pueden pensarse para la clase de matemáticas es la conveniencia de ir introduciendo al estudiante en una manera de ver y de dotarlo para ello de conceptos, formas de pensar y de estrategias de razonamiento (Malagón, J. 1995). Pero ello es solo una parte.

A nuestro juicio, la clase de matemáticas debe lograr dos metas adicionales que son tan importantes como la primera. Por una parte, se trata de posibilitar la elaboración de lo que son las matemáticas, esto es de construir una imagen de matemática. Con frecuencia la matemática se asocia con el manejo de los algoritmos. Si este es el caso, se afirma que alguien sabe matemáticas si está en capacidad de utilizar los algoritmos



y de resolver los acertijos propios de los libros de texto. Con esta idea en mente, resulta que la matemática es exacta (porque los algoritmos en su aplicación conducen a respuestas exactas) y que lo que hay que aprender de matemáticas (esto es, la matemática) ya está hecho y se encuentra consignado en los textos. Estas dos ideas, la exactitud y su clausura con respecto a quien la aprende, son equivocadas. Si como lo ilustra el ejemplo, la matemática y en particular, su aprendizaje, está más relacionada con las formas de pensamiento que con el aprendizaje de algoritmos, nos encontramos con una infinidad de posibles derroteros frente a un mismo problema y a una apertura estimulante para los estudiantes (y para el maestro).

Por ejemplo, la actividad anterior puede conducir a que el cuadrado se defina ahora como el rectángulo de área máxima para un perimetro determinado. Y esta definición, que no se encuentra en los textos, es tan legítima y significativa como la tradicional de la matemática elemental (el cuadrado es un rectángulo de lados iguales), con una ventaja cualitativa que surge de su origen: esta definición entraña y está avalada por un proceso, varias relaciones y una actividad, esto es, está comprometida con la historia de su creación. Por otra parte, en su elaboración, al hacer las tablas (con las variables a, b, P y A) están presentes las compensaciones aditivas que se convierten en un patrón, sintéticamente representado por la expresión 2a + 2b = P. Y la variación del área, que es visible al observarse la tabla o la gráfica, nos muestra otro patrón, de tal suerte que un dato que no caiga en la parábola no es correcto, esto es, el patrón controla los resultados. Estas consideraciones, que se podrán ampliar luego con atros ejemplos, nos llevan a pensar la matemática como una manera de mirar cuando se está en la búsqueda de patrones y no como el dominio de algoritmos. En este sentido Keith Devlin (2002) anota que:

"Hasta los últimos treinta años más o menos, no emergió la definición con la que la mayoría de los matemáticos está de acuerdo en la actualidad: la matemática son la ciencia de las estructuras. ... Así distintos tipos de estructuras dan lugar a ramas distintas de las matemáticas". Tenemos por ejemplo que

- La aritmética y la teoría de los números estudian las estructuras de los números y de los procesos de contar.
- 2. La geometría estudia las estructuras de las formas,
- El cálculo nos permite tratar las estructuras 3. del movimiento.
- 4. La lógica estudia las estructuras del razonamiento.
- La teoría de la probabilidad trata de las 5. estructuras del azar.
- La topología estudia las estructuras de la proximidad y la posición.

De otra parte, y esta es la segunda meta adicional a que nos referiamos antes, cuando volvemos a la matemática que se hace en él aula, para nosotros es de importancia capital que los estudiantes se sientan capaces de hacer matemáticas, esto es, que la aboquen con la confianza que surge de la evidencia de sus propias capacidades, afianzada por la historia de las realizaciones propias y de sus compañeros. Si bien es cierto que la escogencia de los problemas que se estudian deben consultar aquello que es interesante para los alumnos en términos de los retos que plantean, la actitud frente a los problemas depende también de los orgullos íntimos relacionados con el haber inventado una solución o con el reconocimiento hacia el compañero que logró otra. Todas estas consideraciones influyen en el ambiente educativo que se instituye.

El significado de los algoritmos y la apertura de las actividades

Mediante un ejemplo tomado del aula , volvamos sobre algo que afirmamos antes. Se trata de una clase de grado octavo (14 y 15 años aproximadamente) y de un ejercicio tradicional.

Si tengo \$20.000 para comprar 25 lápices y en la tienda hay lápices de \$500 y de \$1000. Cuántos compro de cada uno, para que no sobre ni falte dinero?

Para los maestros de matemáticas es claro que aqui se trata de un problema de dos ecuaciones con dos incógnitas que una vez planteadas se puede resolver por los métodos usuales.

En la situación de aula nos encontramos con que había un grupo de estudiantes que de manera sistemática resolvia el problema muy rápido, incluso que aventajaba apreciablemente a quienes seguian los pasos tradicionales. Luego de una conversación con ellos, logramos identificar qué era lo que hacían:

En su "método" había cuatro momentos.

1. Compramos los 25 lápices de uno de los valores dados, por ejemplo de \$1000:

Para ello se requieren \$25.000.

2. Calculamos el dinero faltante:

Faltan: \$(25.000 - 20.000) = \$5.000.

Determinamos los lápices que debemos reemplazar por los de menor valor

\$5.000 / \$500 = 10 lápices.

4. Respuesta

Debemos comprar 15 lápices caros y 10 baratos.

(El mismo procedimiento -con las variaciones evidentes- se sigue si partimos de los lápices baratos).

Es claro que los muchachos habían inventado un patrón de solución que podía aplicarse a muchas otras situaciones: habían inventado un algoritmo. Es posible que éste algoritmo carezca de las ventaias de los métodos tradicionales, por ejemplo de su generalidad, pero posee dos ventajas importantes:

- 1. Mientras se aplica, en todo momento se sabe qué es y por qué se hace lo que se hace.
  - 2. Es un invento de ellos.

Usualmente, al utilizar los algoritmos tradicionales una vez se co-



mienza, el algoritmo direcciona lo que se hace, de tal manera que quien lo utiliza pierde la posibilidad de dar un significado a cada una de las operaciones que se realizan. Esto conduce a que con frecuencia no se puede controlar el resultado y se afirman entonces respuestas equivocadas. Por otra parte, los algoritmos son resultados muy elaborados de los matemáticos cuya justificación suele desbordar las posibilidades de comprensión de quienes deben utilizarlos. Piénsese sólo en el algoritmo de la suma que deben aprender niños de 8 años. En este sentido, desde el punto de vista de la comprensión, utilizar el algoritmo no tiene ninguna ventaja frente al uso de las calculadoras y programas de ordenador, se trata en todos estos casos de operaciones rutinarias.

Si los niños se familiarizan con el hecho de que existen muchas posibilidades distintas de resolver un problema y de que, consecuentemente, pueden existir para cada problema muchos algoritmos (o métodos de solución), para ellos no es dificil aceptar y utilizar luego uno más, el tradicional, que seguramente será dado por el maestro, ya que éste difícilmente puede inventarse en el aula, como seguramente no se llega nunca en el aula, mediante invención o descubrimiento, a las leyes de Newton o al principio de Arquimedes.

### Aprendiendo de la historia y las familias de problemas

Una de las características del desarrollo histórico de la matemática es su articulación con la presencia de conflictos que no pueden solucionarse en el ámbito de la matemática disponible en un momento dado.

Tal es el caso de la aparición de los números negativos, por carencia de los naturales ante problemas de suma y resta donde el minuendo es menor que el sustraendo. O de los números reales ante la imposibilidad de representar ciertos números en la forma a/b, o de la necesidad de inventar los imaginarios ante la imposibilidad de la extracción de la raíz cuadrada cuando se trata de un número negativo, etc.

Pero los conflicos no se remiten únicamente a los sistemas numéricos, tienen que ver también con operaciones y formas de pensamiento. Hace más de 2000 años Zenón de Elea insistía en las limitaciones del lenguaje planteando algunas paradojas que evidenciaban las carencias del lenguaje matemático. Una de las más conocidas es la de Aquiles y la tortuga. Con ella era evidente que por métodos aditivos no se podía resolver el problema, esto es, no se podía demostrar matemáticamente que Aquiles alcanzaba a la tortuga, contrariando así las consideraciones de sentido común.

A nuestro juicio, si en el centro de nuestras perspectivas para la clase de matemáticas se encuentra la potenciación del pensamiento, la escogencia de situaciones o problemas que conduzcan a la generación de conflictos, que evidencian las limitaciones de las formas de mirar, modelar, solucionar o describir, es de particular importancia. El solo hecho de ser conscientes de la existencia de un conflicto es indicio de niveles de formalización y de construcción de la disciplina.

Con respecto al surgimiento del análisis -al que nos referimos antes cuando mencionamos a Zenón de Elea- seguramente hoy existen muchos ejemplos que conducen a lo mismo. Uno de ellos se dio en nuestras aulas al estudiar un problema que denominamos el del lavadero de carros. Este problema se ha propuesto en varias oportunidades, en una de ellas, con niños de 13 o 14 años, en grado 7º, se dieron las siguientes aproximaciones.

El problema:

En una hora Litos lava dos carros y en ese mismo tiempo Pedro lava un carro ¿Cuánto tiempo gastaran los dos lavadores (Litos y Pedro) lavando un carro?

La solución:

### Operación primera

Litos lava la mitad del carro en 1/4 hora,

En 1/4 de hora Pedro lava 1/4 de carro.

En total ha transcurrido 1/4 de hora, se ha lavado 3/4 de carro y resta por lavar 1/4 de carro.

### Operación segunda

Litos lava la mitad de lo que falta, 1/8 de carro, en 1/16 de hora.

En 1/16 de hora Pedro lava 1/16 de carro.

En total ha transcurido 5/16 de hora, se ha lavado 15/16 de carro y resta por lavar 1/16 de carro.

### Operación tercera

Litos lava la mitad de lo que falta, 1/32 de carro, en 1/64 de hora.

En 1/64 de hora Pedro Java 1/64 de carro.

En total ha transcurrido 21/64 de hora, se ha lavado 63/64 de carro y resta por lavar 1/64 de carro.

### Operación cuarta

Litos lava la mitad de lo que falta, 1/128 de carro, en 1/256 de hora.

En 1/256 de hora Pedro lava 1/128 de carro.

En total ha transcurrido 85/256 de hora, se ha lavado 127/128 de carro y resta por lavar 1/128 de carro.

Y, así sucesivamente. El procedimiento pue-

de hacerse tan exhaustivo como se quiera. Y no es que sea muy largo, es que no termina nunca (idea de infinito). Pero lo que se suma es cada vez más pequeño (idea de infinitesimal: puedo aproximarme tanto como quiera...). Pero todos sabemos que la respuesta es 1/3 de hora (20 minutos). Así pues, el resultado de sumar

$$1/4 + 1/16 + 1/64 + 1/128 + ... = 1/3$$

esto es, se trata de una serie convergente.

En este caso nos encontramos ante un razonamiento correcto (aditivo), que a pesar de ello, no conduce a la solución. No contamos con el análisis.

Es interesante constatar que a pesar de lo dispendioso de los cálculos, siempre existía en los estudiantes una comprensión por lo que se estaba haciendo, hasta el punto que Ernesto, otro estudiante, cuando nos encontrábamos en la cuarta operación anotó:

-iYa!, ahi terminan pues Litos lo que hace es dar un "balletillazo" y ya!

Este tipo de situaciones nos lleva a muchas posibilidades en nuestro propósito de "hacer matemáticas" en el aula (Segura, D. 1994). Como anotábamos antes, el conflicto que resulta y que se concreta en que aunque el razonamiento sea correcto, no se llega a una solución, es generador de otras búsquedas, de formalizaciones y de invenciones en el ámbito del pensamiento. Para este problema, en particular, hemos encontrado más de diez formas

alternativas de solución (Ver Malagón y otros, 2003). Recalquemos, sin embargo, que una forma alternativa de solución no es aquella que conduce necesariamente a la solución del problema, es precisamente la discusión y reflexión sobre las aproximaciones que aunque son rigurosamente coherentes, no funcionan, lo que conduce a rupturas en el ámbito de la formalización.



Pensemos al respecto, y como ejemplo, en la gran dificultad que existe para comprender -si es que se puede comprender- que no sea posible medir la longitud de la circunferencia utilizando como unidad de medida el diámetro.

El problema del lavadero de carros es un buen ejemplo para ilustrar otro nivel de lo que hemos denominado la búsqueda de patrones; esto es, nos encontramos con otra posibilidad de estos, que amplía su significado. Una vez se ha trabajado en este problema, con relativa naturalidad los estudiantes descubren que otros problemas son el mismo problema. En otras palabras, se encuentra que existen en la cotidianidad muchos problemas distintos, que a la luz de las matemáticas son el mismo problema, o que, si se miran desde la matemática, son el mismo.

Para el caso del lavadero de carros se trata de problemas como los siguientes:

Si un grifo llena dos canecas en una hora y otro llena una caneca en una hora, ¿cuánto tardarán en llenar una caneca entre juntos?

Dos carros parten, uno hacia el otro, desde los extremos de una carretera. Si uno recorre la carretera en una hora y el otro, en dos horas, ¿cuánto tardan en encontrarse?

El proceso de establecer que estos problemas -que son distintos- son el mismo problema es un ejemplo de matematización y nos lleva a ver otro nivel de los patrones, nivel que hemos definido como familia de problemas (ibid).

Volviendo al caso del pensamiento aditivo que, como se dio en Grecia con la paradoja de Zenón, se muestra insuficiente para resolver el problema del lavadero de carros, anotemos que en muchas oportunidades es posible adecuar la problemática del aula con la ayuda de consideraciones basadas en la historia de la matemática. En estos casos la manera como el maestro dispone los resultados (como tablas o diagramas o gráficas) puede ayudar a que los datos se vean de una manera diferente y se logren los "descubrimientos". .

### Un ejemplo de los determinantes culturales

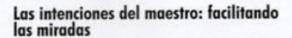
Al observar las dificultades que se presentan al solucionar los problemas nos encontramos con que aunque posean la misma estructura, unos pueden ser más difíciles que otros por razones culturales. Tal es el caso del problema del lavadero. Mientras en el caso de los carros que se encuentran y las canecas que llenan los grifos (que mencionamos antes), la acción simultánea es inmediata, en el caso del lavadero, muchos niños dividen el carro en dos partes, una para Litos y otra para Pedro. Litos tarda 15 minutos en lavar su parte y Pedro tarda 30 minutos en cumplir con su tarea, así la respuesta es 30 minutos. El que los dos trabajen simultáneamente y Litos al final lave más de la mitad del carro es visto por algunos como injusto. Tenemos entonces que en muchas oportunidades si no se llega a la respuesta no se trata de un problema estrictamente de pensamiento matemático, puede tratarse de situaciones culturales.

Cuando buscábamos problemas distintos que poseyesen la estructura del problema del lavadero, nos inventamos el del muro:

Un muro se puede construir con 600 ladrillos o con 200 bloques. Si lo quiero construir colocando alternativamente un bloque y un ladrillo, cuántos bloques o ladrillos hacen falta?

Aunque para nosotros es otro ejemplo de la familia, este resultó mucho más difícil que los anteriores y prácticamente nadie generalizó lo que había hallado en los primeros para este caso.

Posiblemente la imposibilidad de convertirlo en un problema relacionado con el tiempo y de verlo en términos de rapidez, influyó en esto. Puede ser también porque la situación no pertenece al dominio experiencial de los niños. Al respecto, no tenemos una respuesta satisfactoria.



Ya anteriormente afirmamos que el maestro puede influir de una manera determinante para propiciar "los descubrimientos" de los estudiantes. Este punto es crucial para la elaboración de seguridades y para enfatizar en la importancia de las construcciones disciplinarias. Cuando se buscan patrones, la manera como se consideran los datos depende de la manera como se dispongan, como se vean.

Consideremos el conocido problema, que se relaciona con determinar el número de cuadrados que existen en un tablero de ajedrez.

Cuando se propone el problema, por ejemplo a niños de 12 años, pero también a adultos, la respuesta inmediata es 64.

No falta, sin embargo, alguien que dice que son 65, porque hay que considerar también el grande (de 8 por 8). Ante esta intervención suele entonces planterase que si tenemos en cuenta el grande, también deberiamos añadir los de 2 por 2 y los de 3 por 3. Así pues, un problema que veíamos muy elemental se nos complicó, hasta tal punto, que unos anotan que hay infinito número mientras otros, más cautelosos, afirman que hay muchos.

Lo que sigue -desde nuestra perspectiva- es utilizar la situación para aproximarnos a la inducción matemática, como forma de razonamiento para la creación de patrones, no como pasos para la prueba de una generalización.

Veamos -dice el maestro- si tuviésemos un único cuadrado de 1 por 1, cuántos cuadrados tendríamos?

Y si el cuadrado fuese de 2 por 2, cuántos serian de 1 por 1 y de 2 por 2 y, en total?

Y si fuese de 3 por 3, cuántos serían.

Y así sucesivamente se continúa con los cálculos, los razonamientos, las discusiones y las pruebas empíricas. Paralelamente con ello el maestro va anotando en el pizarrón los resultados, pero no de cualquier manera. Los dispone de tal suerte que en un momento alguien VE las regularidades y las ve como un descubrimiento. En este caso es claro cómo cuando se inventa una forma de mirar, aparecen los patrones como descubrimientos. Y afirmamos entonces que hemos descubierto algo, sin caer en la cuenta de que tal descubrimiento se da por haber inventado una manera de mirar, de tal suerte que el patrón no está en los datos sino que surge como una elaboración.

La tabla que surge en este caso particular es la siguiente,

CUADRADO INICIAL	1 por 1	2 por 2	3 por 3	4 por 4	5 por 5	TOTAL
1 por 1	1					1
2 por 2	4	1				5
3 por 3	9	4	1			14
4 por 4	16	9	4	1		30
5 por 5	25	16	9	4		55
				188		

Con respecto al punto de partida.- Al referirnos al punto de partida no solamente hacemos alusión al problema que se plantea sino a otros elementos tales como los siguientes. En primer lugar, de parte de los estudiantes, existe una disposición positiva frente a la actividad que será planteada. Esta actitud depende de la historia de interacciones y en particular a la historia que posee en la institución la clase de matemáticas. Se sabe que la actividad que se proponga entrañará un reto, esto es, será motivante intrínsecamente: se trata de un problema que no se ha resuelto pero que íntimamente sabe que se podrá resolver. En este punto encontramos una exigencia para el maestro ya que de él depende tanto la historia de las interacciones como el conocimiento de sus estudiantes. Es él, quien conociéndolos está en capacidad de seleccionar la actividad que se propondrá, ya que no se trata de partir de las inquietudes de los estudiantes, sino de la habilidad para plantear situaciones inquietantes, esto es, no se trata de partir de sus intereses sino de proponer actividades interesantes.

Dinámica de la clase.- La dinámica de búsqueda que se genera en la clase parte de dos supuestos. Por una parte, para todos es claro que frente a cada situación que se proponga no existe una única respuesta. Incluso en muchos casos se convierte en una motivación adicional encontrar otra solución al problema, que se añade a las ya encontradas. Esta convicción es compartida por maestros y alumnos, entre otras cosas porque con frecuencia aunque el maestro conoce una de las soluciones, él sabe que pueden existir muchas otras y que con frecuencia los algoritmos y procedimientos que se enseñan no son otra cosa que atajos formales que los matemáticos han identificado como convenientes, por ejemplo por su economía en el tiempo, pero que otros caminos son posibles. El segundo supuesto, que es más bien una convicción, es que lo que definitivamente consagra una solución como aceptable no es la palabra del maestro, ni las afirmaciones de los textos sino la prueba argumentativa que acogerá o rechazará el grupo en el momento de la discusión. A estos procesos lo denominamos de validación y es en ellos en los que se da la construcción de la disciplina.

El valor del error.- Para todos es claro que nadie se equivoca intencionadamente; sin embargo, a pesar de que no queremos errar, con frecuencia erramos. Y la dinámica de la clase depende en mucho de no temerle al error y consecuentemente de no querer ocultarlo.

Valorar el error y hacerlo público es muy importante en cuanto de las equivocaciones que comete alguien pueden aprender todos. En este punto aparece otro elemento fundamental del papel del maestro. El asunto es que el error es epistemológicamente importante si quien lo comete es quien cae en la cuenta de haberlo cometido, de haberse equivocado. Es por ello determinante, en el aprendizaje, que el maestro posea el tacto y las estrategias puntuales para que sea quien comete un error el mismo que lo identifica. En este punto anotemos que una de las herramientas más usuales para ello es el razonamiento por el absurdo, por ejemplo llevando las variables a sus extremos o a valores limites.

El papel del conflicto.- Intimamente relacionado con el error se encuentra el conflicto, en los términos planteados antes (ver el problema del lavadero de carros). El que ciertas aproximaciones coherentes y matemáticamente impecables no conduzcan a la solución de un problema, no nos debe llevar a pensar que pensamos mal, sino a que hay que pensar de otra manera. Caer en la cuenta de lo primero y embarcarse en búsquedas inspiradas en lo segundo son elementos determinantes de la elaboración de la disciplina.

La convicción del protagonismo.- Una de las características del ambiente de la clase es el convencimiento tanto de maestros como de alumnos de su papel protagónico en los procesos de búsqueda y de validación. En este sentido ni los unos ni el otro se sienten ante un hecho terminado y definitivo que tiene que enseñarse o que aprenderse, sino como protagonistas, como inventores o como gestores de su propio conocimiento. Esta sensación se enfatiza cuando los métodos que se proponen logran en la clase nombre propios. Nos encontramos con la solución de Norman o el método de Julián o la prueba de Edith.

La clase, una entidad histórica. - Estas consideraciones recalcan en la necesidad de considerar que la clase posee una historia y que los papeles que se juegan, las dináminas que se instauran y las formos como se relacionan los sujetos en ella, no se establecen automáticamente y de una vez y para siempre. Se trata de una construción paulatina en la que se presenta una recuperación del interés de los estudiantes por el conocimiento (y no por las calificaciones) y de una transformación del papel del maestro, en la que se convierte a la vez, en un acompanante e insitador en el proceso de construcción y de aprendizaje de los estudiantes y en alguien que permanentemente está aprendiendo en los procesos y de ellos mismos.





clase de matemáticas desde el "hacer matemáticas", es decir, que se trata de adelantar actividades y procesos similares a los del matemático que generan el conocimiento a partir de la resolución de problemas que tienen significado para él, ya sea en su articulación con la vida, como cuando surgió la geometría por la necesidad de medir para limitar el río Nilo, o en el ámbito de la disciplina, como cuando nos preguntamos cómo se generan los número primos.

En las clases convencionales, el maestro y los textos poseen el conocimiento, el papel del estudiante se reduce entonces al de receptor que reproduce un "conocimiento" (que no es más que información) que aunque cambie de forma, cuando cambian los valores y las variables es, de todas maneras, inmodificable.

Concebir la clase desde "el hacer" implica que las acciones y resoluciones a problemas que generan interés y retan al estudiante (en cuanto existen los elementos y la "certeza" de que se pueden resolver, a pesar de que no está el camino hecho para solucionarlo inmediatamente) se constituyen en elementos de estudio para el maestro, quién además de aprender de los estudiantes las formas de resolución que estos inventan, puede distinguir las estrategias y formas de pensamiento que aparecen de acuerdo con las situaciones planteadas.

Desde nuestra perspectiva, el maestro deja de ser un "dictador" de contenidos estáticos y terminados y pasa a ser un "propositor" de situaciones que desencadenan estrategias de resolución y desarrollan la creatividad y flexibilidad en el pensamiento, para también investigar sobre estas. Podemos decir, que en estas condiciones "el maestro no se las sabe todas" sino

que tiene la posibilidad latente de sorprenderse y aprender de lo que hacen sus estudiantes. Análogamente, los muchachos construyen y enriquecen sus formas y estrategias de resolución, aprenden del compañero, de la verificación del problema y de la discusión. Es así como toma relevancia el trabajo en grupo sin que se exija la homogeneización, por el contrario, se privilegia la heterogeneidad: algunos aportan con ideas que pueden enriquecer el hacer del otro y el conocimiento se construye colectivamente, en una dinámica que reafirma la existencia de aprendizajes individuales, grupales e, incluso, institucionales.

Desde esta perspectiva, las fuentes de conocimiento no se limitan al maestro y al texto; un buen argumento, las elaboraciones del compañero también lo son, los contenidos matemáticos por si mismos no son el conocimiento, son la información, que a su vez reconocemos como una herramienta que es necesario manipular y conocer para aproximarse con mayores elementos a la resolución y al modelo. Si bien ejercitamos el trabajo y valoramos la importancia de esta información (algoritmos, propiedades, etc), tenemos la claridad de que eso no es la matemática. Finalmente, de lo que estamos seguros es del gusto por las matemáticas que genera este tipo de clase y por la disposición permanente de los estudiantes a elaborar aproximaciones, conjeturar y sistematizar.

### Referencias

Devlin, K. (2002. El lenguaje de las matemáticas. Bogotá: intermedio, Robin Book.

Malagón J. (1995). Una opción de clase de matemáticas a nivel medio. En Nudos y nodos No 1 pp 30, 33. Red CEE, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Malagón J. Y otros, 2003. Informe final del proyecto de investigación El modelaje matemático en estudiantes de educación básica (60, 70, 80 y 90 grados): La validación de los modelos y los procesos de matematización de la experiencia. Estudio a partir de dos Familias de problemas. Proyecto de investigación IDEP.

Segura, D. (1994). El pensamiento de los alumnos, testimonios de clase (elementos para una discusión). En Investigación en la escuela No 23, pp 43, 54. Sevilla, España.



# Julián Betancourt M. Héctor Riveros R.\* Paga Apart Pag

En la revista 12 se realizaron varias actividades haciendo bolas con una hoja de papel y también con pliegues que le dan gran resistencia a la hoja a lo largo de la dirección del pliegue.

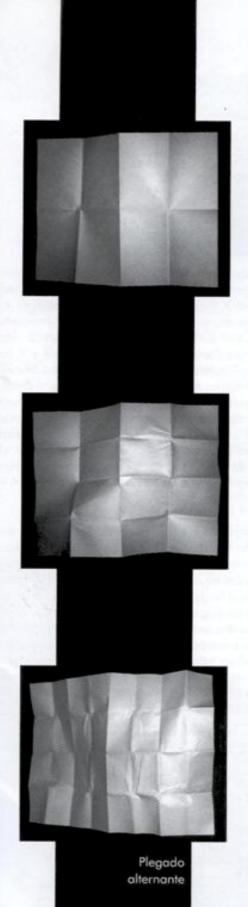
Ahora surge la pregunta ¿Cuántas veces podemos plegar una hoja de papel por la mitad?

Tomemos nuevamente una hoja de papel bond tamaño carta de 75 o 90 grs. / m2 y empecemos a doblarla siempre por la mitad. Aparentemente después de doblar un número dado y desdoblar obtendríamos una retícula conformada por las líneas correspondientes a cada doblez o pliegue y los rectángulos limitados por ellas. En el primer doblez tendremos 2 rectángulos, con el segundo, 4, con el tercero 8 y así sucesivamente se van duplicando los rectángulos (16, 32, 64, 128, etc.)

 \* (Investigador Titular Instituto de Física y Universum, Museo de ciencias, UNAM).

Con el papel que empezamos a realizar el ejercicio se logró doblar por la mitad alternando los lados hasta 6 veces<sup>1</sup>. El primer doblez deia una línea nítida y el vértice entre las dos mitades está bien definido. El segundo doblez produce una línea un poco más gruesa, el cruce entre las dos líneas es claro, el tercero introduce dos líneas más; menos definidas que la inicial y otros dos cruces, los cuales son muy interesantes ya que de ellos se desprenden pequeñas ramificaciones hacia los rectángulos limitados por las líneas. Es decir, la deformación no sólo se ha introducido a través del pliegue sino que ella también influye sobre los rectángulos que no son planos sino cóncavos o convexos. Esto es evidente en los 4 rectángulos producidos por el segundo pliegue. De ahí en adelante, los rectángulos generados en el proceso no serán exactamente planos

<sup>1</sup> Existen varios farmas de doblar, en este caso doblamos paralelamente al lado corto, después paralelo al lado largo y así sucesivamente hasta à veces. Con el papel periódico se hizo el mismo proceso a variaciones de él: un dobles paralelo al lado largo, los dos siguientes paralelos al lado corto el siguiente paralelo al lado largo, etc. Estas formas de doblar similiares condujeron al mismo resultado final de 8 dobleces y los llamamos procesos alternantes.



(tienen curvatura) y presentarán un patrón de líneas especiales que parten de los cruces y de los pliegues. Es decir, con cada doblez vamos aumentando el área deformada que va más allá de las lineas y cruces introducidos.

Cada línea se va engrosando debido a que el diámetro del doblez se va duplicando cada vez y hace que las líneas vayan perdiendo definición. En los tres primeros dobleces el vértice se va redondeado para formar, como ya se dijo, una U redonda, pero a partir de ahí la tendencia es a formar ues cuadradas. Este proceso va introduciendo ramificaciones a partir de los cruces y después a lo largo de las líneas (ues cuadradas) aumentando considerablemente la deformación de la hoja. En este caso las 4 últimas líneas introducidas por el sexto doblez han perdido su definición a favor de un patrón de deformaciones ramificadas en los cruces y en sus cercanías, deformando considerablemente los rectángulos.

¿Dependerá todo del tamaño? Se hizo el mismo proceso con papel periódico que tiene menos resistencia al doblez que el papel bond, usando una hoja de papel tamaño extra pliego (90 cm. x 130 cm.) la cual pudimos doblar hasta 8 veces. Ella presentó las mismas características del proceso arriba relatadas: las últimas 8 líneas introducidas por el octavo doblez no están bien definidas, parecen líneas que se difuminan en un patrón generado en el entorno de los cruces y que deforma apreciablemente los rectángulos. Cuestión similar sucedió con un pliego de papel celofán. En el proceso de doblado, el papel va acumulando energía en las líneas y en los rectángulos cóncavos o convexos.

Con los tipos de papeles que hemos utilizado es palpable la resistencia que ellos ofrecen al doblez y el aire atrapado entre sus dobleces es un factor que se debe eliminar (en la sección anterior de Re-Creo sobre arrugar papel se mencionó lo del aire atrapado, ver Museolúdica No 12) Para minimizar estos factores utilizamos papel higiénico, que es poroso y dada su funcionalidad, la rigidez es muy pequeña. De tal forma que empezamos a doblar un rectángulo de papel higiénico de 13 cm. x 11 cm. (tamaño en el que viene segmentado esta clase de papel) y logramos hacerlo 8 veces, tal y como sucedió con el papel periódico y el celofán. Definitivamente el proceso parece no depender del tamaño.

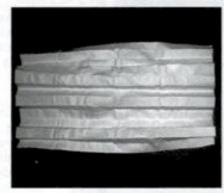
Quisimos estar seguros de esto último, utilizando un material poroso y con poca resistencia al doblez para que se asemejara al experimento con el papel higiénico. Para ello escogimos una sábana de algodón de cama doble (2 m por 2.4 m) y nuevamente la pudimos doblar sólo 8 veces siguiendo el proceso de doblado antes descrito.

Doblar una hoja 8 veces produce 256 rectángulos, sin embargo, podemos doblar fácilmente 256 hojas de papel bond, pero en el proceso seguido no pudimos doblar sino 6 veces una hoja de este tipo de papel. Ocho dobleces producen 256 rectángulos cuyas superficies (cualquier área de hoja/256) ya está deformada en alto grado y, básicamente, por lo menos una de las dimensiones del rectángulo es del orden del diámetro del siguiente doblez, imponiendo este diámetro el limite para el doblado, independiente del tamaño inicial. Por su puesto que influyen las propiedades mecánicas del material relevantes en el proceso, como es la resistencia a ser doblado. Un alto valor influye en que no se alcance dicho límite.

¿Por qué sólo lo podemos hacer 8 veces? ¿Influye en esto el proceso de doblado?

El doblado de papel corresponde a procesos de deformación plástica, se puede pensar que alguna influencia puede tener el proceso seguido; ello nos llevó a pensar en otra forma de doblar diferente a la alternante. Encontramos una que consiste en doblar siempre por el mismo lado hasta agotar las posibilidades y a continuación doblar hasta donde se pueda por el lado restante. A este proceso lo hemos llamado secuencial.

Con este proceso hemos podido doblar por la mitad servilletas, papel periódico, sábanas y plásticos hasta 9 veces. El proceso permite agregar un doblez más. Por ejemplo, en el proceso alternante sólo pudimos doblar 6 veces la hoja de papel bond tamaño carta, en el secuencial lo hicimos 7 veces. La excepción la constituyó el papel higiénico ya que el pequeño rectángulo, en los dos procesos, se dobló por la mitad 8 veces. Tuvimos que utilizar dos 2 rectángulos con el proceso secuencial para alcanzar los 9 dobleces por la mitad, con el proceso alternante nuevamente logramos sólo 8.



Plegado secuencial

En general el proceso de doblado se puede describir como un proceso en el cual un objeto bidimensional con largwo X y ancho Y (la hoja de papel), se va transformando, en virtud del doblado, en un objeto tridimensional con largo X, ancho Y y altura Z. Por supuesto que Z aumenta en detrimento de X y Y. La dimensión Z (altura) corresponde al diámetro de curvatura del doblez realizado; como se mencionó antes, el proceso finaliza cuando el diámetro de curvatura del siguiente doblez es mayor que el lado por donde se va a doblar ya que no hay material suficiente para hacerlo, el proceso secuencial es mas eficaz en el consumo de material al doblar. Sin embargo no deja de ser sorprendente que solo se pueda doblar 8 ó 9 veces.

La tabla siguiente nos da algunas regularidades del doblado en términos de líneas bien formadas y cruces completamente definidos que correspondería a un proceso ideal en donde la hoja no presenta ninguna resistencia a la deformación al doblez y además es infinitamente delgada. La tabla evidencia las diferencias de los dos procesos seguidos. Las formas de los materiales trabajados fueron rectángulos o cuadrados (servilletas) en este último caso se puede doblar por la mitad inicialmente por la diagonal y generando triángulos ¿Será que por esta vía alcanzamos los 10 dobleces? ¡Suerte!

No de dobleces	No de lineas P. alternante – P. sec	uencial	No de rectángulos P. alternante – P. secuencial	No de cruces P. alternante - P. secuencial
1	1 (0+1) - 1	(0+1)	2 (1x2) - (1x2)	0 (0x1) - 0
2	2 (1+1) - 3	(1+2)	4 (2x2) - (1x4)	1 (1x1) - 0
3	4 (2+2) - 7	(3+4)	8 (2x4) - (1x8)	3 (1x3) - 0
4	6 (4+2) - 15	(7+8)	16 (4x4) - (1x16)	9 (3x3) - 0
5	10 (6+4) - 16	(15+1)	32 (4x8) - (16x2)	21 (3x7) - 15 (15x1)
6	14 (10+4) - 18	(16+2)	64 (8x8) - (16x4)	49 (7x7) - 45 (15x3)
7	22 (14+8) - 22	(18+4)	128 (8x16) - (16x8)	105 (7x15) - 105 (15x7)
8	30 (22+8) - 30	(22+8)	256 (16x16) - (16x16)	225 (15x15) - 225 (15x15)
9	46 (30+16) - 46	(30+16)	512 (16x32) - (16x32)	465 (15x31) - 465 (15x31)
10	62 (46+16) - 78	(46+32)	1024 (32x32) - (16x64)	961 (31x31) - 945 (15x63)

## Actualidad

Del 27 de Octubre al 15 de noviembre el Planetario de Bogotá celebró con una programación especial los 400 años de la Óptica de Kepler y los 300 años de la Óptica de gramación especial los 400 años de la Óptica de Kepler y los 300 años de la Óptica de Newton, el evento presentó además de diferentes conferencias de especialistas en el tema, Newton, el evento presentó además de diferentes y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos, funciones de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos de cine, talleres para niños y adultos y algunas exposiciones entre las conciertos de cine, taller

En la Universidsd de Azuay, Cuenca, Ecuador, se celebró del 27 al 30 de Octubre del 2004 el II Congreso Ecología y Ambiente, Ecuador País megadiverso.

El objetivo de este Congreso era reunir a profesionales académicos, investigadores y estudiantes en Ecología y el Ambiente con el fin de difundir los trabajos que se han realizado y se están realizando, contribuir con información científica que permita evaluar, modificar y crear nuevas políticas ambientales, sentar las bases para la organización del III Congreso Ecuatoriano del Ambiente y fortalecer los vínculos entre las personas involucradas en estos temas, creando así las bases para la constitución de una Sociedad Ecuatoriana de Ecología. En el evento participaron especialistas de Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador, nuestro director fue invitado a participar con la coferencia "La Popularización de la Ciencia y la Tecnología. Un reto para el siglo XXI"

Universidad de Buenos Aires Facultad de Ingeniería Museo de Ciencia y Técnica

Realizó el acto conmemorativo del XIII aniversario de la inauguración del Museo (15-VIII-91); en la sede Las Heras de la Facultad de Ingeniería, el martes 17 de Agosto de 2004.

Durante la ceremonia se distinguió la trayectoria académica de los Ingenieros Eitel H. Lauría y José Isaacson.

Prof. Ing. Juan José Sallaber • Director del Museo

Prof. Dr. Ing. Bruno Cernuschi Frias • Decano de la Facultad

museolúdica 103

