

Museolúdica



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

Revista No.2 Vol.2 • 1er. Semestre de 1999



¿Acaso estás pensando que ya lo conociste
todo en Museos ?



Ven con nosotros y observa el mundo
en más de una tonalidad

*TÍTULO : Exposiciones temporales e itinerantes
Buscando juego y emoción
*TÉCNICA : Ensamble fotográfico
*AUTOR : Museo de la Ciencia y el Juego
*AÑO : 1999



1 Editorial, 3.

2 MUSEOS

- Trópico Lunar, 4.
- La situación de los Museos de Ciencia y cultura en Colombia, 11.
- El Museo de los Niños de Caracas: Ciencia participativa a través de la Museografía moderna, 15.
- La Química en los Museos de Ciencia: ¿Tan solo una posibilidad?, 21.



5



23



8



28



42



Actualidad

- Eventos: Segundo Congreso Mundial de Centros Interactivos, 27.
- Seminario: Nuevas Tendencias de Educación en Museos, 27.
- Programa de Exposiciones Temporales, Itinerantes y Rodantes, 28.
- Noticias de nuestra Red, 28.
- Acciones Futuras, 28.

4 Educación

- Un viaje por las Piedras Celtas, 30.
- De las Estrellas a tu plato de sopa, 37.
- Del rigor en las Ciencias, 43.

5 Investigación

- Anotaciones respecto a la investigación de imágenes sobre la ciencia, 45.

6 Comunicación de la ciencia

- Ciencia, comunicación y publicidad en Televisión, 49.

7 Lúdicas

- El taller de Re-creo : ¡ Pilas Loco !, 56.
- Las Ventanas Químicas o cómo viajar a través del tubo de ensayo, 59.



52



56

Nuestra carátula:
Foto cortesía del Colegio Claustro Moderno, que muestra uno de los murales de la exposición que se realizó durante la Semana de la Ciencia de dicha institución en octubre de 1998.
Programa de Investigación sobre Imágenes e Imaginarios de la Ciencia, que adelanta actualmente el Museo.

la gente de Museológica



Director Editor
JULIAN Betancourt Melizo

Comité Editorial

MARÍA EUGENIA Hernández

HANS LUFOR Infante

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

Universidad Nacional de Colombia

Impresión
Ofset Graf Impresores

Asesor de Programación y Software
JAMES WILLIAM GARCIA

Coordinación Editorial
HANS LUFOR Infante

Ilustración, Fotografía & Ensamblaje
N.GIOVANNY RODRIGUEZ

EDDY ORDOÑEZ

Concepto Gráfico & Armado Electrónico
N.GIOVANNY RODRIGUEZ

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

ANGEL MONTERO

La correspondencia debe dirigirse a Museológica Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, D.C. Comunitador: 3165000 Extensiones: de 11852 a 11858 Teléfono: 3165413 - Télex: 3165441 Correo electrónico: recreo@ciencias.unal.edu.co mludus@yahoo.com Apartado aéreo 59541 de Santafé de Bogotá, D.C. Colombia

MUSEOLÓGICA es una publicación semestral del MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos publicados son del autor. Autorizamos la reproducción total o parcial de los artículos siempre y cuando se cite la fuente y no sea para fines de lucro.

Museo de la Ciencia y el Juego
director
Julian Betancourt Melizo

Decano Facultad de Ciencias
Enrique Forero

Vicerector sede Santafé de Bogotá
Gustavo Martínez Gómez

Rector
Victor Manuel Moncayo

En Colombia existen alrededor de 370 museos, teniendo el museo típico un área superficial menor de 1000 m², un equipo humano no mayor de 5 personas, un presupuesto anual inferior a los \$40.000.000 y un número de visitantes que no sobrepasa las 15.000 personas año.

Los anteriores números son simplemente cálculos subjetivos sustentados en el conocimiento de varios de nuestros museos; sin embargo, creemos no estar muy alejados de la realidad si se tiene en cuenta que el Museo Nacional de Colombia (una de las instituciones con público más numeroso) fue visitado por 165.000 personas en 1997, un número ligeramente superior al que visita un pequeño museo de ciencia en Estados Unidos y Canadá. En estos países los centros de ciencia y tecnología fueron visitados por cien millones de personas en 1998. En promedio un museo grande movilizó 2.2 millones de visitantes. Sin embargo, pese a los grandes esfuerzos realizados en los países mencionados, el porcentaje de población letrada en ciencia no sobrepasa el 10%.

Volviendo al caso colombiano, la situación se ve agravada si se piensa que el visitante promedio de un museo es relativamente letrado. En general, el público no está compuesto de campesinos, obreros, amas de casa, desempleados, desplazados. Es decir, el museo contribuye al agudo proceso de elitización que vive el país; a abrir aun más la brecha entre los letrados y los iletrados. Este fenómeno también es de índole mundial.

Se hace necesario entonces un extraordinario movimiento a partir del conjunto de las instituciones que concentran recursos culturales (museos, ministerios, universidades, colegios, fundaciones, sociedades científicas y artísticas, ONG's etc) hacia la periferia, siendo ésta cualquier espacio o ámbito marginado culturalmente (barrio, localidad, comuna, pueblo, cabecera municipal, etc.), y de la periferia hacia las instituciones, de tal forma que ella se convierta en centro de cultura; creándose así una red de interlocución y apoyo mutuo en la cual tengan cabida grandes sectores de nuestra población, alejados por el momento de la mano de Dios y del Estado.

La empresa, que debe convocar a los diferentes estamentos de la sociedad, es gigantesca si se quiere que la población tenga una calidad de conocimientos que le permita desempeñarse como ciudadanos activos y productivos, alejados de la marginalidad actual. La calidad por lo menos debe apuntar a la construcción de valores ciudadanos y de un sentido y un significado del conocimiento en el contexto de cada comunidad, a su pertinencia económica, a su eficiencia social y a su eficacia comunicacional. El conocimiento hace referencia no sólo al forjado en la escuela, si no también a los saberes adquiridos en la vida cotidiana y las tradiciones; es racional y emocional.

El esfuerzo es titánico si se tiene en cuenta que el promedio de la escolaridad en Colombia es de 6.0 años, y que de acuerdo con la Sociedad Interamericana de Prensa, SIP, sólo el 6% de los colombianos lee periódicos. Además si acudimos a los indicadores de pobreza absoluta en el país nos enteramos que ésta se sitúa en las cercanías del 40%. Paradójicamente, estos fríos números reflejan la dramática situación colombiana, la cual se convierte en tragedia cuando tenemos en cuenta los indicadores de violencia con sus números de muertos, desaparecidos, secuestrados y desplazados; los índices de inseguridad en campos y ciudades, el desempleo y la recesión.

Todo lo anterior se ha agudizado en los últimos años a pesar de la apertura económica y la globalización, (¿o será precisamente por los modelos que de ellas se impusieron en el país?), de la nueva Constitución, de la ley General de Educación, de las comisiones de sabios, de la legislación sobre ciencia y tecnología y de la creciente financiación de ellas (hasta hace poco) y de la educación.

¡Tal pareciera que estuviésemos condenados no a cien años, sino a un milenio de soledad!

1 Esta cifra puede ser controversial, fue sacada de la ENCUESTA SOBRE CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRACTICAS RELACIONADAS CON ENFERMEDADES DE TRANSMISION SEXUAL, SIDA, ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES, CANCER Y ACCIDENTES que realizaron en 1993 el Instituto de Seguro Social ISS y Profamilia, e involucra tanto al sector rural, como al urbano. La cifra corresponde al promedio de escolaridad de la población adulta (18-69 años) y se encuentra en el Tomo 1, CARACTERISTICAS DE LA POBLACION Y DE LA MUESTRA cap. III. Igualmente se hubiera podido tomar la escolaridad promedio para la población adolescente (12-17 años), que es de 6.2 años. Otros estudios dan la cifra de 9 años para la escolaridad promedio, sin embargo son estudios realizados sobre las 7 áreas metropolitanas más grandes del país. La encuesta de familia del ISS y Profamilia que hemos mencionado dio como resultado 7.9 años de escolaridad promedio para el sector urbano y 3.6 para el rural.

T R Ó P I C O

LUNAR

Un programa de **renovación** para el **Museo de Historia Natural de la Ciudad de México**

*Learn to speak a little bit of english...
learn to walk in the dreams of the
foreigners,
I am the Third World child*

Johnny Clegg

Como en sincronía con el cambio de milenio, los museos de historia natural viven una intensa efervescencia en todo el planeta. En París, Londres, Nueva York, Luxemburgo, Dublín, La Plata y la Ciudad de México, entre otros sitios, éstos anuncian sus planes de renovación, los han iniciado, concluyen ya una parte o han remodelado por completo sus viejas instalaciones. La manera en que lo hacen o lo han hecho varía y nunca está exenta de conflictos. ¿Disminuir la investigación en aras de un mayor esfuerzo educativo? ¿Añadir a las antiguas instalaciones un área altamente tecnificada o combinar ambas en el mismo sitio? ¿Organizar alrededor del discurso de la biodiversidad las colecciones por ser el tema que capta los indispensables fondos para renovar? ¿Borrar el término Historia Natural del nombre del museo? Éstas y otras interrogantes que surgen inevitablemente en la elaboración de los proyectos hacen de los museos de historia natural espacios abiertos a la discusión y el cambio.

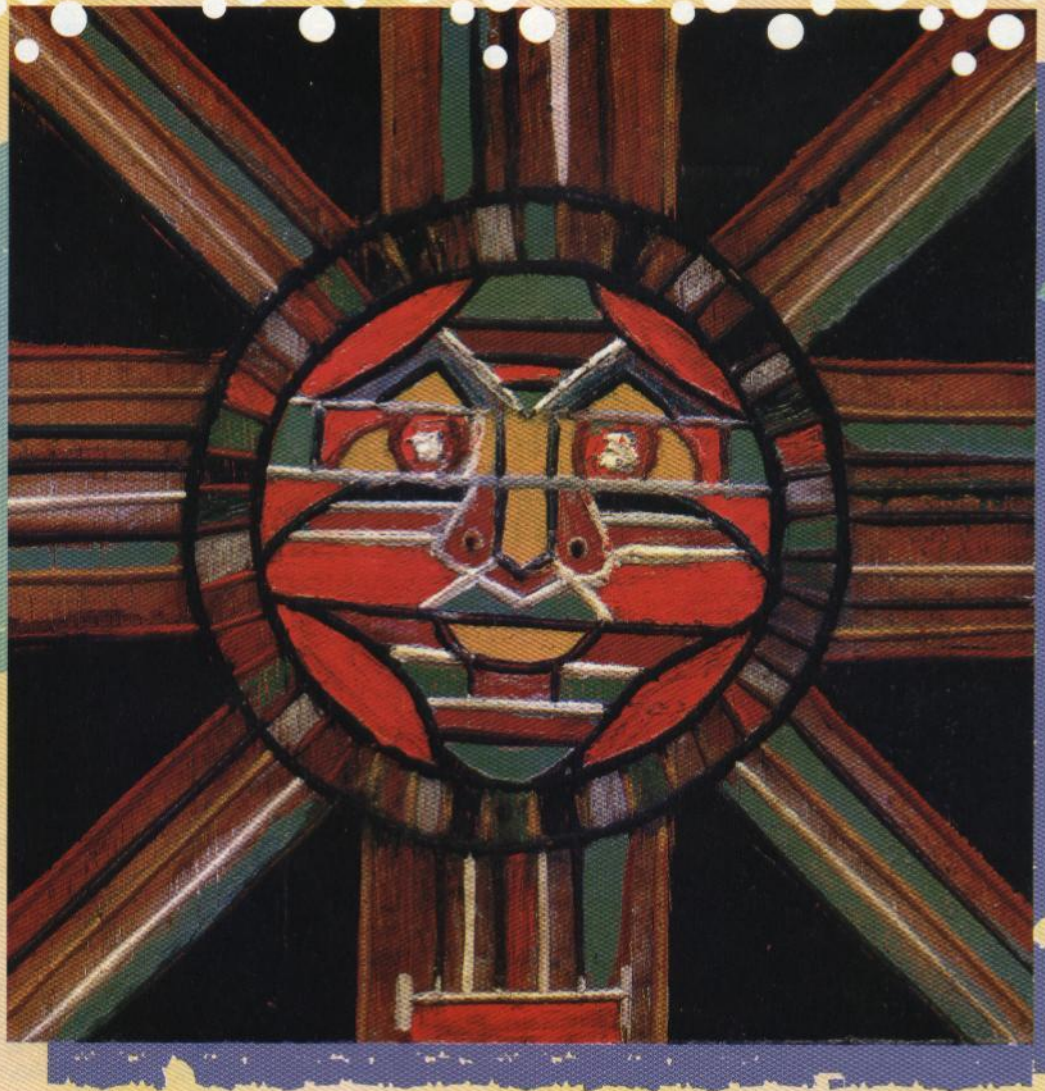
Las condiciones en que ocurren estas transformaciones no son deleznable: una tremenda crisis ambiental a nivel planetario que ha generado un profundo interés por los ecosistemas de otras latitudes, especies sólo vistas en zoológico o televisión, genes de plantas útiles y culturas??? que antes se consideraban "primitivas" y ahora son candidatos a fondos de instituciones internacionales por su labor en pro de la conservación del planeta. Un seguimiento constante de los medios de comunicación masiva a estos temas y un desarrollo de las disciplinas científicas dedicadas al estudio de selvas, desiertos, bosques, ríos, mares, suelos y atmósfera, de lo micro a lo macro, de su historia y devenir.

Así mismo, la manera en que se ve a la actividad científica ha cambiado radicalmente en los últimos años. Ya no es posible seguir manejando la idea de una historia lineal, la concepción positivista según la cual las sociedades tienen que pasar por el animismo, la metafísica y todo lo que se considera como conocimiento "precientífico", para inevitablemente llegar a la "ciencia objetiva", por lo que las demás culturas tienen que dejar atrás sus supersticiones y abrazar los conocimientos de la ciencia contemporánea, la cual es, según esto, "superior". Desde esta perspectiva se sigue atribuyendo una lógica interna al desarrollo de la ciencia y la tecnología y no se 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. Es por ello que la actividad científica, así como las teorías y los hechos que la conforman, no puede ser abordada ya sin recurrir a la filosofía, la historia, la sociología y la psicología de la ciencia.

La misma idea de naturaleza ha sufrido serias modificaciones, debido a la crisis ambiental que vive el planeta. Ya no es posible presentar a la naturaleza sin incluir la actividad humana. El hombre ya no puede ser visto como un ser fuera de la naturaleza y mucho menos como su amo, capaz de dominarla y controlarla. La búsqueda de una nueva relación entre las sociedades y su entorno inmediato y planetario es imprescindible.

Es claro, por lo tanto, que cualquier proyecto de renovación de un museo de historia natural está obligado a tomar en consideración estas circunstancias generales así como las propias de su contexto inmediato, y en función de ello plantear el tipo de museo que se desea construir, las comunidades con las que estará vinculado, el peso que dará a la investigación, la orientación de sus colecciones, etcétera, etcétera.

César Carrillo Trueba



Talla de Alfonso Rodríguez (que entre los ángeles te encuentras).

El trabajo que aquí se presenta es parte de un proyecto más amplio que cubre aspectos museográficos, educativos y arquitectónicos entre otros. Se centra principalmente en el marco conceptual que determina los objetivos del mismo, la temática y su desarrollo así como la relación que se busca establecer con el visitante.

Metrópolis, colonias y nuevas naciones

“El grado de civilización que ha alcanzado una nación, ciudad o provincia se muestra con mayor claridad en el carácter de sus museos públicos y la libertad con la que se mantienen”, escribió en 1895 George Brown Goode, director del Museo Nacional del Smithsonian Institute. Fue bajo el impulso de esta idea fuertemente enraizada en la mentalidad de la época, que en la segunda mitad del siglo XIX se vivió un intenso desarrollo en la mayoría de los museos de historia natural del orbe. Con el British Museum como paradigma, los demás países se dieron a la tarea de renovar sus instituciones o de crearlas -muchos de ellos eran colonias en ese entonces-, y algunos levantaron inmensos

edificios que llegaron a albergar colecciones de gran envergadura, sobrepasando el papel de colectores locales que intentaban imponerles las metrópolis, como los museos de Canadá, Argentina y Australia, que lograron conformar colecciones de reconocido valor internacional, mientras otros, como los de Brasil, Sudáfrica y México intentaron crear colecciones de carácter global sin gran éxito.

No obstante, en todas ellas, sus directivos, formados en la cultura europea, deseaban crear instituciones similares a las de Europa, desde la arquitectura hasta las publicaciones. Como lo señala Susan Sheets-Pyenson en su obra *Cathedrals of science*: “Empleando prácticas y métodos europeos como patrones, estos hombres creyeron que un museo de verdad debía incluir objetos de valor universal así como materiales sólo de interés local. La diversidad del mundo natural tenía que ser mostrada cuando menos por medio de tipos representativos o, si posible, con una amplia variedad de formas individuales. Pensaban que la reputación de sus museos dependía del número de especímenes juntados, y otorgaban un valor especial a la adquisición de materiales exóticos de otros países”.

Al igual que los europeos, los naturalistas de otras latitudes trabajaron buena parte del siglo pasado con base en la idea de la *Scala naturae* y el “principio de plenitud”, tratando de recrear

por medio de sus colecciones -que iban de los organismos "más simples" a los "más complejos", como lo describe el Mismo Lamarck-, la cadena del ser en la que los humanos ocupaban el escalón más alto, ya cerca de ángeles y querubines. Al ser aceptada la teoría de la evolución, los museos de historia natural, en pleno auge, fueron organizando poco a poco sus ejemplares de acuerdo al nuevo orden, trabajando con conceptos como los propuestos para el Museo Nacional de México por Alfonso L. Herrera, siguiendo las ideas de George Brown Goode y de George Pouchet hijo mayor de Felix A. Pouchet, fundador de uno de los museos de historia natural más importantes de Francia, el de Rouen. En *Les Musées de l'avenir*, texto publicado en el año de 1896, este naturalista mexicano desarrolla los siguientes conceptos: unidad (de composición química, de la materia organizada, de funciones vitales, etc.); reproducción; distribución (series, ley de la distribución geográfica, especies del fondo del mar, de las islas, de los polos, etc.); evolución (ley de la herencia, lucha por la vida, la selección, etc.).

Estos conceptos estaban pensados para constituir áreas de exhibición, las cuales debían ser recorridas en un orden perfectamente establecido, como lo señala el mismo Alfonso L. Herrera: "Estas salas se encuentran dispuestas en una serie progresiva conforme a los principios de la filosofía natural... son y deben ser visitadas por el público en un orden filosófico: primero la sala 1, luego la sala 2 y luego la sala 3; además, el público estará obligado a recorrer cada una de ellas siguiendo también un orden filosófico; y con ese fin habrá barreras convenientemente dispuestas".

Como se puede apreciar, 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 lleva a otra y así sucesivamente -esquema enmarcado en el más puro espíritu mecanicista de la época-. Asimismo, la ciencia era vista como fuente de "progreso" y a los museos de historia natural se les atribuía un papel intrínsecamente "civilizador", como lo menciona Susan Sheets-Pyenson: "los abogados explicaban una y otra vez que la visita a un museo organizado de manera adecuada proporcionaba, además de una porción de información científica, un sentido de orden, método y ley", y que las disciplinas científicas constituyen "el mejor antídoto para los hábitos de disipación e inmoralidad" -idea que recuerda el episodio ocurrido en el British Museum a principios de los 80, durante la exposición *Los Dinosaurios* y sus parientes vivos, cuando un curador del museo se opuso a ésta argumentando que la enseñanza del cladismo a los niños favorecía en ellos la aceptación del marxismo y sus inevitables revoluciones, ya que, según en el 41, se mostraba la evolución como un



proceso de cambios bruscos y no graduales y lentos como lo estipula la ortodoxia darwinista.

Finalmente, en el siglo pasado, la teoría de Darwin no cambió gran cosa la visión del ser humano como amo y poseedor de la naturaleza, en palabras de Descartes. Algunos museos de historia natural tenían un área de etnografía en la que se presentaban las variaciones raciales y culturales en "escenarios naturales", como una serie más en el mar de especies, pero con la particularidad de que en ella era más definida la tendencia al "progreso" que encarnaba la civilización occidental, cúspide de la evolución. La idea de una "tendencia a la complejidad", a "formas superiores", nunca abandonó el discurso de estos museos y actualmente es preocupación de algunos de ellos inmersos en procesos de renovación.

U n p r o y e c t o t r o p i c a l

El actual Museo de Historia Natural de la ciudad de México fue fundado en 1964, pero hereda parte de las del antiguo museo Nacional de Historia Natural fundado en 1909. Posee una superficie de 7.500 M² de áreas de exhibición. se estima que es visitado por 400 mil personas al año, lo que le ubica entre los museos más visitados del país. El área de exhibiciones está dividida en nueve salas: El Universo, La Tierra, El Origen de la vida, Taxonomía, Adaptación de los seres vivos, Evolución, Biología general, El hombre y Distribución de los seres vivos. Desde su apertura, sus exhibiciones no han sido modificadas y su mantenimiento ha decaído con el tiempo.

U n e s p a c i o d e s í n t e s i s

La primera definición del proyecto de renovación denominado Trópico lunar es el carácter del museo. De acuerdo a la clasificación establecida por Roland Arpin, director del museo de la civilización de Quebec, el museo que queremos construir es un museo de síntesis, esto es, un espacio en donde se reconstruya, se reintegre la imagen

del mundo que ha generado la ciencia de manera extremadamente fragmentada debido a la hiperespecialización que reina en su organización. se trata de crear un espacio en donde confluyan las ciencias naturales y sociales, las artes, los saberes denominados tradicionales que perduran y son desarrollados de muy distintas maneras por las diferentes culturas que habitan el planeta; un lugar en donde se provoque la reflexión acerca de los aspectos sociales del desarrollo científico y tecnológico, se traten los aspectos éticos de la generación y aplicación del conocimiento, se hable de la filosofía que llevan implícitas las teorías y de sus aspectos ideológicos.

Como centro de difusión de la ciencia, el museo debe 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 lo lleve a tomar parte activa en los múltiples asuntos sociales que conciernen o deben concernir a toda la sociedad.

La temática

En el diseño de la temática es necesario tomar en cuenta factores como la existencia de museos y centros que tratan áreas similares. cuando se fundó el Museo de Historia Natural eran pocos en la ciudad de México los museos dedicados a temas científicos. Hoy día existen varios y se proyecta un enorme centro de ciencias en el norte de la ciudad.

Así, por ejemplo, la sala de El Universo fue pensada bajo una óptica particular de lo que se ha denominado como historia natural "todo lo que hay en el Universo..." dice un folleto de aquél entonces. Con la renovación ésta desaparecerá y los aspectos astronómicos serán tratados en función de su relación con los seres vivos en la Tierra y no como un tema en sí.

Otro aspecto que nos obliga a reconsiderar la temática actual del museo son los estudios que se han realizado en los últimos años en torno a la diversidad biológica del planeta y que han puesto en alto la importancia que ésta tiene. Se ha establecido que la mayor diversidad biológica del planeta se halla en la zona delimitada entre los trópicos y que México, ubicado en parte en ella, es uno de los países de mayor diversidad biológica en el mundo. La relación de ésta con la diversidad cultural del país -tan grande como la biológica- ha dado como resultado una gran variedad de plantas cultivadas y semicultivadas, lo que ha acrecentado la diversidad genética existente en su territorio.

Estos son puntos fundamentales que debe ser integrados a lo largo del tratamiento de la temática del museo.

Todos estos factores nos llevan a reconsiderar la actual temática del museo -la misma que la mayoría de los museos de este tipo que hay en el mundo- y a proponer un discurso centrado en los seres vivos, que toque sus aspectos más importantes, así como su relación con la especie humana en el tiempo y el espacio. Estos temas tendrán un desarrollo centrado en el territorio nacional, con especial énfasis en la relación que los seres humanos que lo poblaron han mantenido con los ecosistemas, así como la historia y situación actual de estos últimos, principalmente en la cuenca de México, el lugar de asentamiento de la Ciudad de México.

La nueva temática busca crear en el visitante una conciencia planetaria, esto es, entender que lo que sucede en cualquier punto del mundo tiene efectos a nivel planetario, y provocar una reflexión acerca de las soluciones posibles a estos problemas y el papel que la sociedad debe desempeñar en ello, creando y apoyando nuevas maneras de relacionarse con la naturaleza -algo indispensables para hacer frente a la crisis ambiental que se vive hoy en día tanto en México como en el resto del mundo-.

Las colecciones

La temática actual se refleja en las colecciones de animales taxidermizados: 43% son ejemplares exóticos, 57% son nativos y sólo existe uno endémico. A pesar de que el porcentaje de ejemplares nativos no es bajo, los animales más llamativos en las exhibiciones, por su tamaño y presentación, son los grandes vertebrados africanos, lo que no permite al visitante apreciar la diversidad biológica de México.

El incremento y cuidado de las colecciones es parte esencial del proyecto de renovación. La dirección que seguirá este crecimiento será esencialmente con fines de exhibición, esto es, que se llevará a cabo con base en el guión temático, en su mayoría, serán materiales y ejemplares procedentes de México (rocas, fósiles, esqueletos, animales taxidermizados, desecados y preparados con diversas técnicas para exhibición, láminas de ilustración científica antigua y contemporánea, etc...). Una vez terminada la renovación se proseguirá de acuerdo con el programa de exhibiciones temporales que se establezca (por ejemplo, una exposición sobre plantas fósiles de México permitiría incrementar la colección de fósiles del museo). La única colección de investigación, la entomológica, mantendrá su vocación de contribuir al conocimiento de la diversidad biológica de México, con énfasis en la Cuenca de México.

La investigación

El área de investigación estará dedicada esencialmente a la divulgación, esto es, a la elaboración de síntesis de conocimientos que permitan presentar los temas de manera integral y generar conocimientos originales que faciliten la difusión (por ejemplo, una visión completa de la historia geológica de México es en este momento un aporte de gran valor, ya que no existe algo similar. Para realizarla se requiere un minucioso análisis de buen número de fuentes de información, de trabajos sobre aspectos parciales y de diversas propuestas muy generales, así como un laborioso trabajo de síntesis).

Una filosofía subyacente

En el tratamiento de la temática se evitará la visión mecanicista y reduccionista que permea muchos de los resultados de la ciencia contemporánea, debido a la excesiva fragmentación en que se desenvuelve. Se respetarán los distintos niveles de organización de los seres vivos y se articularán uno con otro mostrando la complejidad de sus relaciones y los errores en que se incurre al reducir todo a lo molecular, por ejemplo. La causalidad lineal se evitará al hablar de procesos y se tratará de manera accesible de los nuevos enfoques que proporciona la teoría del caos, los sistemas complejos y otras herramientas conceptuales de gran valor.

Se destacará la diferencia entre patrones y procesos, mostrando que es común la divergencia en el establecimiento de los primeros y, aunque exista un consenso, se verá como generalmente los procesos que los explican son sujetos de grandes debates. Esto con el fin de mostrar que la ciencia no es algo homogéneo ni carente de polémica, que es más bien plural y que en la elaboración de sus teorías influyen factores externos.

Se evitará mostrar la evolución de los seres vivos como un proceso que lleva a lo considerado generalmente "más complejo", esto es, el ser humano. En uno de sus más recientes libros, Stephen Jay Gould hace una interesante demostración de la ausencia de tendencias en evolución y de cómo en los mamíferos es imposible hablar de tendencia hacia los primates y menos hacia los humanos. Asimismo, la idea de los organismos denominados simples, como las bacterias, será severamente cuestionada, esto con el fin de romper con una larga tradición de pensamiento en occidente: la idea de progreso.

La inversión de perspectivas que se han convertido en cliché es otra labor. Por ejemplo, los trópicos han sido estudiados y percibidos casi siempre desde la perspectiva de los países templados (Europa y Estados Unidos, principalmente). Se partía de estas latitudes para comprender todas las demás regiones del planeta (un rasgo más de eurocentrismo), delimitando zonas "muy cálidas" y "muy frías", animales "demasiado grandes" o "demasiado pequeños, -estas últimas dos características de los trópicos- mas si, como propone Francis Hallé, se establecieran las normas desde los trópicos, entonces tendríamos que las zonas templadas son "demasiado pobres en especies". Y si Partiéramos de lo local para comprender lo global, tendríamos la inversión del famoso eslogan, lo que nos podría dar como resultado: Pensar localmente (esto es con base en el contexto cultural propio) y actuar globalmente (es decir, una acción local bien realizada puede tener repercusiones globales).

Una relación exhibición-visitante

El tratamiento de los temas está pensado de manera que el visitante cuestione sus conocimientos acerca de éstos y que por medio de la emoción lograda con la museografía, formule preguntas que en función de la duración y la atención que preste a las exhibiciones, pueda responder, o bien que acuda a un tríptico, catálogo, libro, maestro u otra instancia con ese fin. Lo importante es el proceso que se lleva a cabo a nivel personal en la obtención y construcción de conocimientos, más o menos de acuerdo al siguiente esquema:

deconstrucción de conocimientos → emoción → formulación de Preguntas → Proceso personal de construcción de conocimientos

Cada sección temática debe ser autosuficiente, ya que no es forzoso que se visiten todas ellas, ni que esto ocurra en secuencia. Pero al mismo tiempo se buscará que si esto sucede sea posible relacionar una con otra y que se sumen nociones e ideas para llegar a formular conceptos. La idea es que el visitante siempre se lleve algunas inquietudes, una pregunta, ciertas nociones e ideas y, si sigue alguna secuencia, uno o varios conceptos.

U n m u s e o i n t e g r a d o

El proyecto de renovación Pretende ir mas allá de la actualización de las exhibiciones Y las instalaciones. Este Proyecto busca también la creación de un modelo que permita un funcionamiento integral del museo con el fin de relacionarse con sus públicos como un todo. Las exhibiciones son siempre el primer contacto del visitante con el museo, pero la relación que el público puede tener con el no termina ahí. Los talleres, las actividades recreativas, la biblioteca, la cafetería, la sala de proyecciones, las publicaciones -por mencionar sólo algunas-, son otras de las innumerables facetas que el museo debe mostrar en esta relación. La interacción de las diferentes áreas que conforman el museo (vinculación comunitaria, investigación, educación, museografía, etc.) debe darse de tal manera que la percepción del visitante no las distinga, sino que en cualquier actividad que participe, incluida la visita, éste sienta que todo forma parte de una sola acción. Para ello es necesaria la participación de todas las áreas del Museo en el diseño, evaluación y puesta en marcha de las nuevas exhibiciones, así como en la concepción de todas las demás actividades.

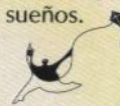
¿ Por qué t r ó p i c o l u n a r ?

Se denomina Trópico lunar a la franja del planeta en donde la luna alcanza el cenit. Esta zona casi coincide con la del trópico solar -que se encuentra delimitada por el Trópico de Cáncer al norte y el de Capricornio al sur- pero tiene oscilaciones debido a que el ciclo de la luna es más largo y más complejo. El territorio de México se encuentra parcialmente en la zona del trópico solar, denominada intertropical, mientras que es cubierto por completo, o casi, por el trópico lunar cuando la luna alcanza su posición cenital más al norte, esto es, cada 18.5 años.

El efecto que tiene la luna sobre los organismos ha sido poco estudiado. Se sabe que su posición cenital tiene efectos sobre la conducta de los animales nocturnos y se especula en torno a otros organismos y procesos, como los ciclos de larvas acuáticas y la fisiología de los grandes árboles. Es un campo abierto y lleno de incógnitas, que surgen con frecuencia debido el conocimiento que las culturas indígenas contemporáneas de México tienen acerca de estos fenómenos, así como del saber que generaron alrededor de este astro las antiguas culturas mesoamericanas.

Es pues un tema con profundas raíces culturales en México, que sorprende, propicia la curiosidad, genera más interrogantes que certidumbres y promete ser una línea de investigación en donde pueden confluir saberes de muchos tipos, puntos de vista, enfoques y

aproximaciones muy distintos; en donde tienen cabida, junto al conocimiento, todas las artes. Es así como queremos que sea este museo: un espacio para integrar sin reducir, creativo, abierto, pluricultural, en donde lo local se relacione con lo global sin perder lo propio,... en donde aprendamos a caminar en nuestros propios sueños.



B i b l i o g r a f í a

Arthur O. Lovejoy. 1936. La gran cadena del ser. Icaria. Barcelona, 1983.

César Carrillo-Trueba. 1997. La divulgación de la ciencia en un mundo fragmentado. ciencias 46. UNAM, México.

Stephen Jay Gould. 1996. Dinosaur in a Haystack. Crown Trade Paperbacks, New York.

Stephen Jay Gould. 1996. Full House. Random Books, New York.

Mariline Cantor. 1992. Pouchet savant et vulgarisateur. Musée et Fécondité. Z'editions, Nice.

Jean Baptiste Chevalier de Lamarck. 1809. Philosophie zoologique. UGE, Bibliothèque 10/18. París, 1968.

Roland Arpin. 1992. Le Musée de la civilisation. Concepts et pratiques. Éditions Multimondes et Musée de la civilisation. Quebec.

Museums research comes off list of endangered species. Nature 394:115-119.9 July 1998

Alfonso L. Herrera. 1896. Les musées de l'avenir. memorias de la Sociedad Antonio Alzate vol 9:221-252. México.

Susan Sheets-Pyenson. 1988. Cathedrals of Science. The Development of Colonial Natural History Museums during the Late Nineteen Century. McGill-Queen's University Press, Kingston and Montreal.

Francis Hallé. 1993. Un monde sans hiver. Les Tropiques, nature et sociétés. Seuil, Paris.





¹ Ponencia que el autor presentó en el Seminario Internacional "La Museología en las Ciencias" organizado por el Museo de Ciencias de Caracas Octubre de 1998. Caracas Venezuela.

Julián Betancourt M. DIRECTOR DEL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO

LA SITUACIÓN DE LOS MUSEOS DE CIENCIA EN COLOMBIA

El tema propuesto para esta conferencia es realmente muy ambicioso, la sola situación de los museos de ciencias y cultura abarca un amplio campo y exige una profunda reflexión. Sin embargo voy a intentar meterle el diente a algunos aspectos que espero den luces al respecto.

Este año el Museo Nacional de Colombia cumplió 175 años de fundado, efectivamente en 1823 fue creado mediante decreto del Congreso e inaugurado en julio de 1824. Inició su vida como Museo de Ciencias Naturales siguiendo el modelo francés de la época: el museo napoleónico. El decreto creaba en el Museo prácticamente las mismas cátedras de su modelo francés. Para dirigir y desarrollar las diversas actividades, se contrataron en Europa a 5 extranjeros, 4 franceses y un peruano educado en París.

El decreto de creación del Museo era más ficción que realidad ya que no había presupuesto para cubrir todos los gastos, ni existía el personal suficiente para dictar las cátedras propuestas, ni el número de estudiantes para tomarlas². Bajo esas bases tan irreales no es de extrañar que el Museo no contribuyera a la institucionalización de las ciencias naturales durante el siglo pasado en el país, en contraste con otros como el Museo Nacional de Brasil³ que cumplió un papel importante en el mencionado proceso de institucionalización.

En palabras de la historiadora Olga Restrepo:

«...aunque estuviera diseñado según los patrones europeos, no tenía posibilidades reales de generar un movimiento científico en la Colombia del siglo XIX. Desde su solemne fundación hasta las últimas décadas del siglo, siguió un camino regresivo que lo convirtió en un archivo viejo e incompleto de las producciones naturales del país.»⁴

Las primeras décadas de este siglo no fueron muy diferentes a las del anterior hasta su transformación en el Museo Nacional que cuenta actualmente con colecciones de arte, historia, arqueología y etnografía y goza desde hace unos años de buena salud.

Una rápida mirada a nuestra historia, muestra que tenemos un pasado esquivo en ciencia. José Celestino Mutis, Francisco José de Caldas, la Expedición Botánica, Agustín Codazzi, la Expedición Corográfica, José Gerónimo Triana y muchos otros son hitos en la historia científica del país del siglo pasado, pero al mismo tiempo ella muestra un proceso angustioso. Avatares que se encuentran de manera dramática en el desarrollo del Museo Ciencias Naturales que he mencionado. No existen prácticamente museos de ciencia en Colombia. Ellos son una expresión de la lucha de una sociedad por la ciencia. Avatares de la ciencia y de una comunidad científica extremadamente frágil y siempre en formación, son lo que nos muestra la historia reciente y pasada de la ciencia en Colombia. De tal forma que no se ha logrado aún una validación social y cultural para la ciencia en el país. A pesar del esfuerzo realizado, de la consolidación de las carreras científicas, de la profesionalización de las carreras técnicas con base en las disciplinas científicas, del

² Restrepo, Olga. El TRANSITO DE LA HISTORIA NATURAL A LA BIOLOGIA EN COLOMBIA 1784-1936, en Ciencia, Tecnología y Desarrollo, Colciencias V 10, Nos 3-4, 1986, p. 225.

³ Alvarez, Maria. Educação en Museu. O público de hoje no museu de ontem. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, Departamento de Educación, 1995.

⁴ Restrepo, Olga. Op.cit. p. 229.

surgimiento de los postgrados, de la expedición de leyes al respecto, la ciencia sigue siendo invisible para grandes masas de la población colombiana. Basta mencionar que un colombiano promedio tiene sólo 6 años de escolaridad y que de cada 100 personas, seis leen prensa en el país.

Las anteriores palabras las he escrito a manera de introducción al tema propuesto, ya que me parece que esclarecen algunas cuestiones que mencionaré.

En 1996 fue publicado por el Museo Nacional el DIRECTORIO DE MUSEOS DE COLOMBIA, coordinado por el museólogo Fernando López Barbosa⁵. El Directorio fue concebido como la primera etapa del Proyecto Red Nacional de Museos. Proyecto que de acuerdo a lo expresado en la Introducción por la Sra. Elvira Cuervo de Jaramillo, directora del Museo busca:

«...el establecimiento de vías de comunicación y documentación permanentes entre los museos de las distintas regiones del país, como apoyo a sus programas de documentación, sistematización y formación de recursos humanos en las diversas áreas de la museología y la museografía, investigación y curaduría de las colecciones, conservación de las colecciones y sedes de los museos, servicios pedagógicos, etc.»⁶

El Directorio constituye el compendio más completo y actualizado de datos básicos sobre los museos del país⁷. Reúne 325 museos en servicio y 36 en proceso de creación. De tal forma que una exploración de él permitirá obtener información relevante para lo que aquí interesa.

De los 325 museos en servicio, 73 tienen colecciones de ciencias. Sin embargo, en las Notas técnicas del Directorio, en la parte correspondiente a las Colecciones⁸ se aclara que un alto porcentaje de los museos tienen colecciones heterogéneas, lo cual dificulta la clasificación en tipologías cerradas. Se optó entonces por las grandes categorías científicas de clasificación aceptadas internacionalmente (arqueología, arte, ciencias naturales, etnografía, historia) y sus subdivisiones.

Por ejemplo la categoría Ciencias Naturales cubre temas como biología, geología, botánica, zoología, paleontología, ecología. Las subdivisiones se presentan así: agrología, biología humana, biología marina, botánica, gemología, geología, mineralogía, oceanografía, petrografía, petrología, zoología, ciencia y tecnología. La categoría también cubre a la astronomía, matemáticas, física, química, ciencias médicas, industrias de la construcción, artículos manufacturados, etc.⁹.

Como se puede observar la categoría Ciencias Naturales es amplia y dispersa. De los 73 museos

⁵ López, Fernando. DIRECTORIO DE MUSEOS DE COLOMBIA, Museo Nacional, 1995.

⁶ Ibid, p. 8.

⁷ El Directorio recoge información de la Asociación Colombiana de Museos, Acom y de otras fuentes.

⁸ Op. Cit, p 13-14.

⁹ Ibid, p. 14.

¹⁰ Ibid, pg. 14

¹¹ Los museos mencionados fueron montados en las ciudades de Barranquilla, Manizales, Pasto y Villavicencio.

clasificados en esta categoría sólo dos tienen el calificativo de monografía, término que indica los museos especializados en un solo tema dentro de una disciplina científica o técnica¹⁰. De los museos que tienen colecciones de Ciencias Naturales, 33 de ellos también tienen colecciones por lo menos en otra de las grandes categorías antes mencionadas. Todo esto pone de presente la heterogeneidad de las colecciones, tal y como lo mencionan los autores del Directorio.

Me parece que esa heterogeneidad obedece a varios aspectos. Por un lado al afán de coleccionar cosas en un momento dado que contribuyera a la cultura y a memoria de la región, siguiendo de alguna manera el modelo de los museos de historia natural y por otro lado a una deficiente apropiación de la museología y la museografía moderna. En este sentido lo autodidacta y espontáneo marcan el ritmo, por el camino se van agregando elementos museísticos en mayor o menor grado, con mayor o menor lucidez.

De los 73 museos que tienen colecciones en Ciencias Naturales, 41 son estatales y 32 privados. El sector educativo participa con 31 museos, 16 en universidades (3 privadas) y 15 en colegios (10 privados, en general religiosos).

En el primer semestre de este año dentro del marco del programa Red de Museos y Centros Interactivos, y por convenio con Colciencias visitamos 4 ciudades que contarán próximamente con museos interactivos¹¹. Como una actividad previa los grupos de trabajo debían visitar los museos de la ciudad o de la región y llenar un formulario sobre diversos aspectos: administración, formas de financiamiento, equipo de trabajo, ubicación, detalles arquitectónicos, señalización, información, formas expositivas. Nos llamó la atención que un poco más de la mitad de los museos visitados no eran conocidos por el grupo de trabajo y los museos conocidos habían sido visitados, por lo general, una sola vez. En los recintos de los museos que se visitaron se encuentra a un portero que muchas veces realiza las funciones de vigilante, una secretaria y un guía o animador. Si está última persona no se encuentra o no existe, el portero o la secretaria hacen de guía o se hace una visita libre. En casi todos los casos el director no estaba presente, bajo éstas circunstancias no fue posible encontrar información financiera. El esquema administrativo por lo general consiste de una junta directiva, un director, una secretaria, guías, y un portero vigilante. La exposición estaba en manos de la secretaria y el portero. En resumen, el equipo de estos museos varía de dos a cinco personas, cuyas características no son exactamente las más aconsejables. Las formas expositivas se basan esencialmente en la vitrina y la información está consignada en una ficha técnica muy críptica.

De los museos que conozco un alto porcentaje no ha superado las técnicas expositivas de principio de siglo basadas en la vitrina cerrada y la ficha técnica y están en condiciones muy similares a las descritas en el párrafo anterior. Esto pone de presente un agudo y crónico problema financiero y de gestión, aunado a una atomización y disgregación de nuestros museos. Me atrevería a afirmar que una institución con un equipo de trabajo de 5 personas, un edificio de menos

¹² En noviembre de 1998, ACOM organizó en la ciudad de Santa Marta el X Congreso de Museos de Colombia.

¹³ El Prefacio se encuentra en el libro de Stella Butler, Science and Technology Museums, editado por Leicester University Press 1992.

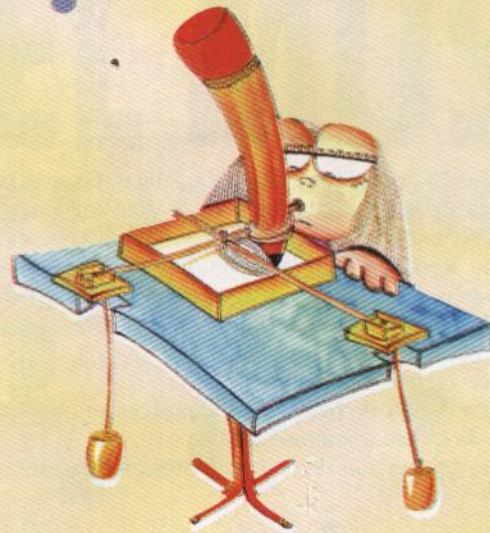
de 1000 m², y un presupuesto menor a US\$ 30.000 está muy cerca del museo promedio en mi país, es decir que el panorama es de pequeñas instituciones que pasan grandes penurias.

Este panorama siempre me ha hecho pensar que somos un país sin raíces, entre otras cosas por una deficiente apropiación del pasado y con una actitud de ignorancia de nuestro patrimonio cultural; de ahí nuestros escasos museos, muchos de los cuales sobreviven casi de milagro. Al respecto si se busca en el Directorio los museos de Artes y Tradiciones encontramos 44 de ellos, de los cuales 4 se encuentran en Bogotá y 7 en algunas capitales de departamento. Los otros 33 se encuentran en pequeñas ciudades y pueblos.

No deja de conmovir que un porcentaje significativo de museos hayan sido el esfuerzo de muchas personas que han querido contribuir a la memoria y a la cultura de su pueblo o ciudad, lejos del poder político y financiero de las capitales y sin gran posibilidad de hacer 'lobby' para conseguir recursos o de planear proyectos y convenios que posibiliten ir más allá de la simple sobrevivencia, ellos están ubicados en ciudades y pueblos que van de 10.000 a 100.000 habitantes.

Miremos las ciudades capitales. En Colombia existen 32 departamentos, excepto por las 4 grandes ciudades del país (Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla) la población de las 28 ciudades capitales restantes oscilan entre 100.000 y 500.000 habitantes ; diez de las ciudades capitales departamentales no aparecen en el Directorio, las 22 restantes agrupan 154 instituciones, aproximadamente el 47% de los museos reportados. Las cuatro grandes ciudades del país cuentan con 85 museos, es decir el 55% de las instituciones que se encuentran en las capitales. Sólo Bogotá tiene 50 museos.

Como se puede ver el panorama no es muy alentador. ¿Qué se está haciendo actualmente para superar esta situación? En 1997 el Congreso expidió la ley 397 creando el Ministerio de la Cultura (antes existía el Instituto Colombiano de Cultura, Colcultura), la ley contiene 6 artículos que se refieren a los museos, en especial uno que crea la Dirección Nacional de Museos que tiene a su cargo el proyecto de *Red Nacional de Museos*, proceso iniciado por el Museo Nacional. Tal y como se mencionó al comienzo de esta charla el Directorio de Museos de Colombia es la primera etapa de dicho proyecto. De acuerdo a Liliana González, funcionaria de la



Dirección Nacional de Museos se está preparando la segunda edición del Directorio que presenta 370 museos, esto da aproximadamente 103.000 habitantes por museo. El proceso está en su etapa final de tal forma que en dos o tres meses se contará con la nueva versión. Igualmente se escogieron 45 museos a los que se les entregó sus respectivos computadores dotados con multimedia con el fin de poder comunicarse vía correo electrónico e Internet. El año entrante se pretende que 120 museos tengan el servicio hasta llegar paulatinamente a cobijar a todas las instituciones del país. También se ha distribuido entre los museos escogidos un CD que enseña a llevar inventarios, registros, catálogos; por medio de él se pueden hacer colecciones virtuales. Está previsto realizar asesorías, seminarios de formación y producir publicaciones especializadas. De otro lado la Asociación Colombiana de Museos, ACOM, ofrece con alguna frecuencia y de acuerdo a las limitaciones del medio, conferencias y cursillos sobre temas relacionados con los museos, además organiza un congreso periódicamente¹².

Regionalmente existieron algunos programas enfocados a la unión de esfuerzos de varios museos como sucedió en Bogotá con el programa *Los Museos un Aula más en la vida de los escolares*, que tuvo vigencia durante unos 5 años y que desafortunadamente no encontró apoyo para poder continuar. Este programa fue retomado por el Departamento de Antioquia en donde existe una red departamental de museos que ha permitido la comunicación y el apoyo entre sus miembros.

Los 370 museos que reportará la nueva versión del Directorio permite hacer algunas comparaciones con datos de otras regiones y países. Según Susan Pierce, en el prefacio general a la serie Leicester Museum Studies¹³, existen alrededor de 13.500 museos en Europa, de los cuales 2.300 están en el Reino Unido, unos 7.000 en Norte América, 2.800 en Australia y Asia y quizás unos 2.000 en el resto del Mundo. Hasta aquí los datos de Pierce. Posiblemente existan unos 26.000 museos en todo el mundo, esto da ~250.000 hab/museo, en el Reino Unido tendremos 25.000 hab/museo, En Norte América ~30.000 hab/museo. Los 103.000 hab/museo de Colombia está muy por encima del de los países desarrollados y por debajo del promedio mundial, que seguramente se eleva por la contribución de Asia y África. Si se toma el caso colombiano como representativo de Latinoamérica entonces nuestra región está en un punto intermedio.

Miremos nuevamente las redes. El Museo de la Ciencia y el Juego ha venido promoviendo desde hace varios años el programa de *Red de Museos y Centros Interactivos*. La promoción la hemos realizado a través de impulsar exposiciones interactivas temporales e itinerantes y

apoyando la creación de museos y salas interactivas. En estos momentos pertenecen a nuestra Red 14 de estas Salas y en un futuro cercano tendremos 20. Colciencias¹⁴ ha apoyado en los tres últimos años nuestro programa de la Red, siendo un programa piloto para el país¹⁵. Actualmente estamos iniciando la fase de apoyo y consolidación a través del desarrollo de actividades en 4 direcciones durante los siguientes 5 años:

- Formación de recurso humano.
- Formación en diseño de montajes y exposiciones interactivas.
- Producción de material impreso y CDs
- Asesoría para la creación de nuevos museos interactivos.

Formación de recurso humano

A lo largo de la existencia del Museo se han venido realizando conferencias, seminarios y pasantías con el fin de formar personal, desde 1994 se han intensificado estas actividades. Del 1 al 4 de Diciembre se realizará en nuestra sede un curso taller dirigido a miembros de la Red en donde se tratarán diferentes aspectos relacionados con los museos interactivos¹⁶.

En Colombia no existe la cultura del museo y menos del interactivo, esto hace que se incremente el esfuerzo en el campo de la formación y actualización del recurso humano, porque sin su entusiasmo, voluntad y conocimiento no serían posible nuestras instituciones.

La propuesta es simple: realizar anualmente un curso taller de formación y actualización del personal miembro de la *Red de Museos y Centros Interactivos* con una intensidad de 8 horas diarias durante cinco días. Allí se trabajarían distintos aspectos relacionados con los museos interactivos, escogiendo un tema principal que se trabajaría de manera más extensa que otros temas. En estos cursos podrán participar miembros de la *Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en Latinoamérica y el Caribe «R-Pop»* de otros países. Los documentos de cada taller serán distribuidos entre los museos y centros interactivos miembros de la R-Pop. En total serán cinco cursos, uno por año, realizados en el mes de Mayo de cada año.

Diseño de montajes y exposiciones interactivas

Las salas de exposición de los miembros de la *Red de Museos y Centros Interactivos* varían de 200 a 700 m². Esto hace que la exposición se sature en términos de un año, más o menos, de tal forma que es necesario hacer un gran esfuerzo en dirección al diseño y producción de montajes y exposiciones interactivas, que nutran todos los centros miembros de la Red y enriquezcan el ámbito expositivo de cada museo, además de fortalecer las exposiciones itinerantes y temporales.

Nos proponemos realizar un taller anual de diseño, en el mes de noviembre, donde pueden participar miembros de la R-Pop de otros países. Los documentos de cada taller serán también distribuidos entre

¹⁴ Colciencias es la institución del Estado encargada de apoyar y financiar la investigación en diferentes áreas del conocimiento.

¹⁵ Además de Colciencias, otras instituciones han apoyado el programa de la Red, basta mencionar al Ministerio de Educación Nacional, a la Secretaría de Educación de Bogotá, a la Gobernación de Risaralda y a la Alcaldía de Pereira.

¹⁶ En este curso participaron unas 25 personas de diferentes ciudades: Barranquilla, Bogotá, Neiva, Pasto, Pereira, Valledupar y Villavicencio.

¹⁷ Una de las potencialidades de una red de interlocutores es que las fortalezas de cada uno de los miembros empiezan a jugarse en pro de la red. En nuestro caso, los integrantes del equipo del Museo de la ciudad de Pasto tienen experiencia en multimedia y se hicieron cargo de la realización del CD interactivo de la Red. En el curso sobre museos interactivos realizado en el mes de diciembre de 1998, presentaron la primera versión de prueba del CD que actualmente se está reajustando.

los museos y centros miembros de la R-Pop. En total serán cinco talleres.

Producción de material impreso y CD's

Para que una Red funcione es necesario implementar diferentes sistemas de comunicación. Revistas, boletines, CD, videos, correo electrónico, páginas web, fax, etc. Son medios a utilizar. Durante 5 años nos proponemos realizar 10 números de nuestra revista *Museológica*, dos anuales, 20 números del boletín de la Red, 4 por año; un catálogo de montajes interactivos con sus guías. Manuales de manejo, mantenimiento y reparación. Un CD con información pertinente de la Red¹⁷.

Asesoría para la creación de nuevos museos interactivos

En este aspecto seguiremos realizando este tipo de asesoría a nivel nacional, como internacional, apoyándonos también en la *R-Pop*. Esto posibilita la asesoría y el intercambio de experiencias, montajes y exposiciones en un futuro que esperamos sea cercano.

He hecho el esfuerzo para dar un cuadro aproximado a la situación actual de los museos de ciencia en mi país y lo que se está haciendo para intentar remontar una situación que presenta serias deficiencias museísticas, administrativas, financieras y de gestión. Espero que algunas de las cosas aquí mencionadas sean de interés y provecho para los asistentes.

Gracias por su atención.



1 Ponencia presentada en el Seminario: LA MUSEOGRAFÍA EN LAS CIENCIAS. Museo de Ciencias, Cité des Sciences et de L'Industrie - La Villette de Paris. Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique (MILSET). Embajada de Francia. 26, 27 y 28 de octubre de 1998. Caracas, Venezuela.

Rosario Cañizales de Andrade. Ph. D.

Gerente Ejecutivo de Educación
Museo de los Niños de Caracas

EL MUSEO DE LOS NIÑOS DE

CARACAS

CIENCIA PARTICIPATIVA A TRAVÉS DE LA MUSEOGRAFÍA MODERNA

Los museos de ciencia y tecnología de hoy distan mucho de los gabinetes de curiosidades que les dieron origen. Constituyen espacios donde el visitante disfruta al explorar para dar respuestas a sus inquietudes e interrogantes acerca del quehacer científico y los avances tecnológicos.

Desde el punto de vista museográfico, estos centros han experimentado, una evolución vertiginosa durante las últimas décadas, producto de la influencia de diversos factores, los cuales condicionan, directa o indirectamente, la manera como se relaciona el público con los temas que el museo presenta. De allí que se proponga la existencia de "generaciones" de museos. Cada generación se caracteriza por la manera de poner en escena las exhibiciones; es decir, si es un gabinete de curiosidades, una tienda de la ciencia por departamentos, un laboratorio o un centro de descubrimiento.

Además de la misión de la institución; los adelantos científicos y tecnológicos; los nuevos enfoques que explican el aprendizaje; los recursos y técnicas de exhibición y las características de la audiencia representan los principales factores que intervienen en el planteamiento museográfico. Por lo tanto, resulta un reto para el Museo conjugar todas estas variables para establecer una comunicación efectiva entre el público y las exhibiciones.

En el caso particular de las instituciones dirigidas al público infantil, el reto se complica aún más. Cada exhibición se convierte en un



científicamente exacto en cuanto a contenido; contar con un gran poder atractivo; capturar la atención del visitante y minimizar, a la vez, la posibilidad del aburrimiento y la monotonía. Con ello, se persigue que el niño viva una experiencia que lo rete, le sea grata y perdurable, combinando la recreación y el aprendizaje.

En este contexto, surge el Museo de los Niños de Caracas, una gran *puerta abierta* al conocimiento de la ciencia, la tecnología, la cultura, el arte y la sociedad actual. Se inicia como un *gran laboratorio* donde el niño se siente libre y activo; en el cual se fomenta la curiosidad y creatividad características de esta edad.



U n p o c o d e h i s t o r i a

El Museo surge como el primer programa de la Fundación Museo de los Niños, institución privada sin fines de lucro establecida el 5 de marzo de 1974 por la señora Alicia Pietri de Caldera, su actual Presidente y Directora del Museo. Para ello, contó con el respaldo de un grupo de personas quienes se sumaron a la idea de desarrollar una alternativa educativa diferente para los niños venezolanos. Su misión es contribuir a la formación y recreación de la infancia mediante la divulgación de la ciencia, la cultura, el arte y los valores fundamentales de la sociedad.

Después de siete años de preparación, trabajo y esfuerzo para promover y consolidar el apoyo que asegurara el desarrollo de un museo con características tan particulares y desconocidas para muchos, se logra, con la participación del sector público y privado, la creación del Museo de los Niños de Caracas. Una institución que abre sus puertas al público el 7 de agosto de 1982, convirtiéndose en un centro y recurso educativo no formal novedoso, pionero en América Latina.

Para el diseño de su programación, el Museo establece como población, a la cual dirigirá sus actividades, a los niños entre los 6 y 14 años de edad, sector que requería de un ambiente para la exploración de la ciencia y la tecnología. Como premisa establece que sus exhibiciones y actividades fuesen netamente participativas, característica que requiere de experiencias que combinen la interacción, la manipulación, la observación y la inmersión en ambientes especialmente creados para brindar al visitante una vivencia aún más completa.

S u a r q u i t e c t u r a y e s p a c i o s

El Museo es un gran complejo con un área total de 8.000 m² de exhibiciones. El Edificio Principal simboliza, externamente, un gran juguete. Es una gigantesca caja de colores formada por tacos azules, amarillos y rojos, cuyo conjunto se percibe como un gran rompecabezas. En su interior se utiliza, principalmente, el recurso de la cámara oscura para que las exhibiciones atraigan y capturen la atención del visitante por su novedoso diseño y gran colorido.

El Edificio Anexo se caracteriza por un diseño futurista, semeja una estación espacial donde prevalece la luz natural. Sus exhibiciones impactan al visitante por ser la mayoría réplicas de naves espaciales dentro de las cuales los niños participan en diversas experiencias. Aparte de las áreas anteriores, se cuenta con un espacio para exhibiciones temporales, las cuales se conciben bajo los mismos parámetros que se consideran para el diseño de las exhibiciones permanentes.

El Museo cuenta con más de 500 experiencias participativas distribuidas en seis (6) áreas. En el Edificio Principal se encuentran Biología, Comunicación, Ecología, Física y Arte, con un área de 4.200 m². El edificio Anexo alberga la Conquista del Espacio, la cual suma otros 3.500 m² de experiencias y el área de temporales completa el área total dedicada a exhibiciones.



Las exhibiciones

El Museo de los Niños diseña exhibiciones novedosas y atractivas. Con ellas se intenta despertar el interés e incentivar la curiosidad de los visitantes acerca de diversos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología. La exhibición se concibe como un conjunto de elementos organizados de manera coherente para que el público, al participar en la misma, desarrolle su conocimiento con relación al quehacer científico y tecnológico.

Los elementos que la integran dependerán del tipo de exhibición- entre ellos se pueden mencionar los componentes mecánicas, electrónicos, artefactos u objetos, seres vivos, mobiliario, el apoyo gráfico y los textos. En estos últimos se incluyen las Instrucciones y explicaciones.

Las exhibiciones del Museo pueden incluirse dentro de las siguientes categorías:

Contemplativas: se caracterizan porque el visitante observa objetos, artefactos o colecciones valiosas desde el punto de vista cultural, artístico, científico o histórico. Este tipo representa menos del 10% del total de exhibiciones.

De manipulación: Implican alguna actividad física; es decir inducen al visitante a manipular, tocar, subir, pedalear o mover componentes.

De inmersión: Crean en el visitante la sensación de que se encuentran en un lugar y/o momento particular desde el punto de vista histórico o geográfico.

Interactivas: Son aquellas en que la acción del visitante se centra en activar un dispositivo o elemento que activa o cambia el estado inicial de la experiencia.

El Museo de los Niños ofrece una gama de exhibiciones que incluye prototipos de todas las anteriores. Su selección depende de los objetivos y contenido planteados para la misma, así como su pertinencia. Es por ello que se define como Museo participativo, más que como interactivo.

Concepción y puesta en escena

Las experiencias son cuidadosamente seleccionadas, planificadas y organizadas, de tal manera que correspondan a las necesidades, intereses y expectativas del público infantil. Una vez que el proyecto inicial ha sido aprobado por la dirección, un equipo interdisciplinario comparte la responsabilidad de la concepción, diseño y puesta en marcha de las exhibiciones.

El modelo general del guión museográfico, propuesto por la Dirección General Sectorial de Museos, puede tomarse como ejemplo para ilustrar la participación de este equipo interdisciplinario en el proceso de producir una exhibición.

Equipo interdisciplinario que interviene en la concepción del guión museográfico

Entre los aspectos que el equipo interdisciplinario del Museo de los Niños toma en consideración para el diseño de las exhibiciones y propuesta de actividades se incluyen los siguientes:

- que contenga elementos (materiales, componentes, equipos, mobiliario, etc.) los cuales combinen tecnología de punta y que también permitan el desarrollo de habilidades y destrezas motoras y de exploración.

- que ofrezca un ambiente rico en situaciones que contribuyan a expandir la experiencia o conocimiento del público visitante, sin establecer una secuencia de exploración predeterminada para, de esta manera, atender a la gran diversidad de estilos de aprendizaje y experiencias previas.

- que motive al visitante a que de significado a su experiencia. Es decir, que propicie el establecimiento de relaciones entre lo que presenta la exhibición y lo que el visitante sabe al respecto.

- que facilite situaciones en las que se ponga en juego la interacción social entre los visitantes.

- que incluya la participación simultánea de varios participantes en la misma experiencia.

- que presente situaciones que reten al visitante. No es necesario que todas las exhibiciones presenten todas las preguntas y/o den todas las respuestas; lo importante es que se tenga la oportunidad de participar de diferentes maneras.

Evaluación

El Museo de los Niños realiza estudios de público para determinar, entre otras variables, el perfil del público visitante; sus necesidades y expectativas; su opinión con respecto a los programas y exhibiciones, así como la efectividad de las mismas desde el punto de vista cognoscitivo. Sin la información que aportan estas investigaciones sería imposible conocer el resultado de los esfuerzos que se realizan para el logro de sus metas y objetivos.

Entre los indicadores que se consideran para determinar la efectividad se encuentran el poder atractivo; el poder de mantener la atención del público durante la interacción y la ganancia cognitiva. La información obtenida, producto de este proceso de evaluación formativa, es utilizada para identificar aquellos aspectos que requieren revisión y optimización. Los resultados de estas investigaciones indican que la misión del Museo se ha mantenido vigente durante todos sus años de funcionamiento, sirviendo a una población que ha sobrepasado los 4 millones de visitantes.

Tema	Contenido Temático	Materia/Equipo/Mobiliario	Material de Apoyo	Montaje
Especialistas Gerencia Ejecutiva de Educación (GEE)	Especialistas (GEE)	Gerencia Ejecutiva de Proyectos (GEP) Especialistas (GEE) Mantenimiento Gerencia Ejecutiva de Logística (GEL) Gerencia Ejecutiva de Arte y Diseño (GEAD)	Especialistas (GEE y GEAD)	GEAD Manetnimiento GEL GEP GEE

Hacia dónde vamos

El enfoque interactivo-participativo de los museos de hoy en día, sumado al diseño atractivo de sus exhibiciones, les permite ofrecer un amplio espectro de actividades las cuales invitan a la exploración, orientada generalmente, por los intereses y preferencias de los visitantes. El Museo de los Niños de Caracas forma parte de este movimiento que ha convertido a los museos de ciencia y tecnología en centros de exploración y descubrimiento. Durante sus 16 años de funcionamiento, ha ido evolucionando y se ha convertido en una de las opciones preferidas por el público en general, estudiantes y docentes como centro de recreación y aprendizaje. Esta acogida obliga a una búsqueda y actualización constantes.

En el Museo se ha establecido la visión de ser un gran laboratorio pero también un centro de descubrimiento donde se desmitifica la ciencia, ofreciendo un ambiente lúdico, en el cual se combina de una manera armoniosa la educación y la recreación. Para finalizar, es propicio recordar la misión planteada por la Fundación Museo de los Niños en sus inicios y que se mantendrá como nuestra premisa para adentrarnos en el próximo milenio:

"El Museo de los Niños se propone abrir una puerta a la inmensa población de jóvenes y niños, contingente de fuerza creadora, futuro del país, al conocimiento de nuestra cultura e historia, la ciencia y la tecnología de nuestro tiempo y a todo un conjunto de valores y expresiones que despierten en ellos el gran sentido creador que atesora la infancia y la juventud".

Fundación Museo de los Niños,
Acta Constitutiva, 1974.



Bibliografía

Barreto, M. (1998). Paradigmas actuales de la Museología.

Bitgood, S. (1994). Designing effective exhibits: Criteria for success, exhibit design, approaches, and research strategies. *Visitor Behavior*, 9(4), 4-15.

Boisvert, D. L. & Slez, B. J. (1994). The relationship between visitor characteristics and learning associate behaviors in science museum discovery space. *Science Education*, 78, 137-148.

Cañizales de A., R. C. (1993). El Museo de los Niños de Caracas, Centro de ciencia y tecnología donde el niño aprende y se divierte. Caracas. Museo de los Niños.

Cañizales de A., R. C. (1997). El Museo de los Niños como centro de enseñanza no formal de la ciencia. Ponencia presentada en el 1 Encuentro de Científicos y Educadores en Ciencias. Academia de Ciencia de América Latina (ACAL) Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Sartenejas, Venezuela.

Cañizales de A., R. C. (1998). El Museo y su Público. Ponencia presentada en el Encuentro de Museos de España y Venezuela. Dirección Sectorial de Museos CONAC - Embajada de España. Caracas, Venezuela.

Cota, A. (1994). Alt & Shaws «characteristics of ideal exhibits». *Visitor Behavior*, 9(4), 16.

Dirección Sectorial de Museos - CONAC. (1994). Normativas Técnicas para Museos. Caracas: Viraje Creativo.

Falk, J. H. & Dierking, L. D. (1992). *The museum experience*. Washington, DC. Whalesback Books.

Hein, G. E. (1995). The constructivist museum. *Journal of Education in Museums*, 16, 21 - 23.

Ramey-Gassert, L. Walberg, H. J. fil, & Walberg, H. J. (1994). Reexamining connections: Museums as science learning environments. *Science Education*, 78, 345-363.



NO PUEDES DEJAR

DE VER...

SALA INTERACTIVA

LA SALA INTERACTIVA TIENE EL PROPÓSITO DE SUBVERTIR LA CONCEPCIÓN DE MUSEO TRADICIONAL, EN DONDE ESTÁ PROHIBIDO TOCAR LOS OBJETOS EXPUESTOS.

SE TRATA

OFRECER EXPLICACIONES ENCILLAS ACERCA DE LOS AJES, USANDO JUEGOS DE MEJANZAS Y DIFERENCIAS, ASIMILANDO FENÓMENOS NATURALES CON FUNCIONAMIENTOS DE JISMOS O APARATOS QUE IZAMOS A DIARIO, COMO UNA LICUADORA, UNA PARABÓLICA, UN ESPEJO. PERO, OJO PROFESORES! LA A LA SALA NO DEBE SER MIDA O IMPUESTA COMO TAREA. LOS ESTUDIANTES NO VAN A COPIAR FORMACION PARA LUEGO RENDIR UN INFORME.

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. NO se reciben visitas los primeros lunes de cada mes. Los MIÉRCOLES en la tarde se atenderán exclusivamente estudiantes, profesores y empleados de la Universidad Nacional sin ningún costo. \$ 1.800 para colegios privados, universidades y particulares \$ 800 para colegios públicos. Los costos de la visita se cancelan en la Facultad de Ciencias de la Universidad.

SE TRATA DE TODO LO CONTRARIO, QUE EL ESTUDIANTE VAYA A DIVERTIRSE Y A APRENDER EN UN ESPACIO DE LIBERTAD.

Y TOCAR

EL MUSEO BUSCA QUE LAS PERSONAS QUE LO VISITAN, PUEDAN MANIPULAR SUS MONTAJES LIBREMENTE, EXPERIMENTAR, JUGAR Y ACERCARSE A LA CIENCIA, DE UNA FORMA DIVERTIDA Y AMENA.



Universidad Nacional de Colombia · Facultad de Ciencias
Teléfono: 3165413 · Telefax: 3165441
A.A. 59541 · Santafé de Bogotá D.C. · Colombia.

Correos Electrónicos: mludus2@interred.net.co · mludus@yahoo.com · recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Fabio Córdoba Díaz

Subdirector Museo de la
ciencia y el Juego

Coordinador del área de
Química

Miguel Angel Montero Páez

LA QUÍMICA

EN LOS MUSEOS DE CIENCIA

¿TAN SOLO UNA

POSIBILIDAD?

Quienes trabajan en la museología de las ciencias (esto es museos y salas interactivas de ciencia y tecnología), conocen la enorme dificultad que representa la puesta en escena de montajes interactivos relacionados con los fenómenos químicos; mucho se ha escrito y hablado aún más, alrededor de esta problemática: la dificultad de trabajar reacciones químicas potencialmente peligrosas, el dispendioso mantenimiento y limpieza de los montajes, la continua producción de residuos contaminantes y los costos inherentes al consumo de materias primas y manejo de los montajes, son algunos de los factores que han propiciado el rezago en la inclusión de esta importantísima área del conocimiento dentro de los museos interactivos de ciencias.

Con muy contadas excepciones, la química se encuentra fuera de la inmensa mayoría de los museos interactivos en el mundo (hacemos énfasis en el carácter interactivo, ya que muchas instituciones han optado por presentar en sus salas, coloridas muestras de la química, pero siguiendo el esquema tradicional de presentación en los museos, es decir escenas alejadas del espectador).

La química aparece tímidamente en algunas ocasiones, presentada como experimentos realizados por miembros de los equipos de los museos, que si bien resultan bastante ilustrativos y/o divertidos, dejan en el visitante un cierto sabor de clase magistral peligrosamente similar a cualquier experiencia en la enseñanza formal; y no puede ser de otra forma -desafortunadamente- pues el manejo de las reacciones requiere unas ciertas habilidades y conocimientos previos que no se espera posean los visitantes (sean estos escolares o no). Una solución a esta problemática es imperativa, máxime cuando la química adquiere día a día un papel más decisivo tanto en los desarrollos científicos y tecnológicos como en la cotidianidad de los potenciales visitantes.



¿Cómo exponen los museos?

Los museos de ciencia y tecnología basan su acción en diferentes formas expositivas, cada una de las cuales es validada por la naturaleza misma del museo:

Los museos llamados de ciencia y técnica emplean en general la lógica del museo tradicional, es decir, al igual que los museos etnográficos y de historia natural, centran su atención en el objeto mismo, por lo que sus colecciones son ocupadas preferentemente por piezas que sean las mejores representantes de una etapa dada de desarrollo científico o tecnológico; si bien en estos museos se busca que las piezas exhibidas sean de la mejor calidad posible, en general estas colecciones están constituidas por artefactos cuyo único valor real es el histórico, pues estos museos rara vez adquieren piezas de tecnología actualizada.

Por otro lado existen los museos llamados «interactivos» en los que si bien el objeto constituye pieza importante dentro del quehacer del museo, es el museo como un todo lo realmente importante; es decir en los museos de este tipo la acción está centrada en la interacción del público con la exposición y no en la exposición misma. Por cierto, es posible encontrar ambas vertientes expositivas en un mismo lugar, siendo una tendencia que ha ido tomando fuerza en los últimos años, a pesar de la creciente «especiación» de los museos.

En cuanto a los objetos expuestos y lo que pretende comunicarse por medio de ellos suelen clasificarse en cuatro grupos diferentes¹:

1- Las colecciones puramente históricas, que pretenden mostrar al visitante el origen y evolución de diferentes tecnologías; podría decirse que en estos museos se pretende crear en el espectador un sentimiento de arraigo y propiedad no solo por la tecnología allí expuesta, sino por la evolución cultural que posiblemente ella ha permitido. En países como los Estados Unidos, los museos de ciencia tecnología e industria han contribuido enormemente a crear un sentimiento de orgullo hacia sus propios logros en estos campos. Desafortunadamente la contribución de nuestra región a los avances tecnológicos es tan exigua que un museo de este tipo resulta inocuo; como es apenas obvio, en un país como Colombia, un museo de este tipo dedicado por ejemplo a la tecnología aerospacial sería un absurdo.

2- Las colecciones de ciencia y tecnología propiamente dichas, en las que pretende mostrarse las últimas tendencias y avances en investigación y desarrollo científico y tecnológico; aquí podría pensarse que se persiguen dos objetivos distintos (y quizá opuestos): Familiarizar al visitante con el lenguaje y otros simbolismos nuevos que generan

¹ Para ampliar estos conceptos, puede verse: Bragança Gil, Fernando. Museos de Ciencia y Tecnología: Preparación para el Futuro. La Popularización de la Ciencia y la Tecnología. UNESCO, Red Pop, Fondo de Cultura Económica; México, 1997. Pp. 110-128.

² Recursos como la multimedia y el video han sido introducidos en algunos museos, generalmente con resultados desalentadores, pues se han abordado como un simple traslado de la clase magistral al museo; peor aún, son los juegos de computador, con un esquema tan rígido o insulso que resultan en una experiencia bastante aburridora.

estas actividades, o bien (como se desprende de la tendencia en algunos museos de ciencia y tecnología nuevos) validar socialmente el quehacer científico mediante la admiración y respeto que significa el enfrentarse al complejo *mundillo* de la ciencia.

3- Colecciones demostrativas en donde mediante dispositivos simples, generalmente diseñados y contruidos por el propio museo, se pretende aproximar al visitante a algunos temas fundamentales de la ciencia y la tecnología, los que no necesariamente (o mejor casi nunca) tocan temas de la llamada «ciencia de punta».

4- Por último se encuentran las colecciones mixtas, en donde se muestra como en una película pasado, presente y futuro de la ciencia y tecnología, con el único objeto de servir como muestrario de conocimientos por otros desarrollados².

La inmensa mayoría de los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología pertenecen al tercer grupo y es a este grupo al que nos referiremos en este escrito.

Química y museos

Regresando al tema del papel de la química en los museos y centros interactivos, conviene hacer la siguiente reflexión: los montajes, centro de actividad de los museos interactivos de ciencia y tecnología, deben cumplir al menos dos requisitos:

A. Que el montaje brinde la información suficiente sobre su manejo, contenido y fundamento, sin necesidad de requerir un guía permanente.

B. Que puedan ser operados sin demasiadas restricciones por todos los visitantes, sin que ello represente un peligro potencial para ellos, ni para el montaje en sí (o por lo menos que estos sean muy fácilmente advertidos por su usuario).

El primer punto, de gran importancia en un museo de estas características, podría esperarse se solucionara, fijando junto al montaje la información suficiente para su manejo; de hecho así se procede en la mayoría de los museos. Sin embargo la experiencia indica que en general el público no aprovecha suficientemente este recurso -en otras palabras, no lee la información- por lo que confiar excesivamente en la prudencia del visitante, puede resultar peligroso para todos.

El contacto con sustancias químicas es riesgoso no solo por la toxicidad misma de estas, sino porque sus efectos no se observan en forma inmediata, lo que permitiría prestar un auxilio oportuno ante cualquier accidente, sino que el efecto de las intoxicaciones químicas solo se manifiesta horas o hasta días después, cuando en general el daño es irreversible; por ello al pensar en montajes de química o que involucren reactivos químicos el segundo punto resulta aún más

³ sobre ventanas químicas ver en esta misma edición "LAS VENTANAS QUÍMICAS O Como Viajar A Través de un Tubo De Ensayo"

complejo, pues de todos es conocida la tendencia de los niños -y de muchos adultos- a obrar sin prever las consecuencias de sus actos.

Lo expuesto hasta ahora nos lleva a pensar que los requisitos generales para los montajes, expuestos antes, deben ser, en el caso de la química, aplicados con máximo rigor o mejor aun, replanteados durante el diseño, para evitar que una divertida visita a un museo se convierta en un dolor de cabeza.

Es claro que estas características, generales para todos los montajes en un museo, resultan fundamentales para un área que, como la química, emplea materiales y procedimientos diferentes a los empleados en cualquier otro campo del conocimiento y que aún para el personal calificado, pueden resultar riesgosos. Ante tamaño problemática, caben dos posibilidades:

- Abandonar la idea de incluir a la química como residente permanente en el museo.
- Extremar las medidas de seguridad, hasta el punto de disfrazar totalmente la química y convertirla en una actividad tan inocua y abstracta como la realidad virtual.

Estas premisas probablemente han sido tenidas en cuenta por los equipos de los diferentes museos que alrededor del mundo se han planteado la necesidad de incluir a la química dentro de sus exposiciones; por ello, quienes han tomado la decisión de trabajar en esta área, han optado en general por el trabajo con representaciones en cierta forma extrañas al carácter interactivo de los montajes de las demás áreas.

Aun hay otra alternativa: escoger reacciones, realizar diseños y construir montajes cuyas características de seguridad sean las mas adecuadas para su inclusión en el museo, sin demeritar la naturaleza química y el carácter ilustrativo del montaje.

Antes de continuar, es conveniente aclarar (si ello es posible) el carácter de interactividad de los montajes "interactividad no es presionar botoncitos para que se mueva el montaje" como acertadamente aclaro Frank Oppenheimer fundador del *Exploratorium* de San Francisco (decano de los museos interactivos de ciencia y tecnología); la interactividad va mas allá de las piezas móviles y partes mecánicas que pueda poseer el montaje (como equivocadamente asumen algunos centros), tampoco se relaciona con la complejidad del artefacto, mas bien se trata de una forma de comunicación o mejor aun de un vínculo que se establece entre el montaje y el observador. Si podemos preguntar y obtener respuestas de un modulo, estamos frente a un objeto interactivo; Pensemos que deseamos comunicar algo acerca de dobleces, pliegues y deformación permanente en



un cuerpo, en este orden de ideas una simple hoja de papel podría ser más interactiva que un computador, pues se trata de un objeto que nos proporciona respuestas vívidas, rápidas y directas y lo mas importante: la respuesta depende de quien haga la pregunta, pues cada cual da significado a su interacción con el objeto.

El reto del Museo de la Ciencia y el juego de la Universidad Nacional

El panorama no puede ser más desalentador: notables riesgos, altos costos y lenguaje complejo han mantenido a la química con el *status* de paria de los museos interactivos; por supuesto, el museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia no ha sido ajeno a este problema: en sus catorce años de historia presentó solo unas cuantas alternativas de montajes que involucran directamente saberes de la química y ella solo apareció esporádicamente en la modalidad de experiencias guiadas; sin embargo, en los últimos tres años se ha venido trabajando en el desarrollo de una serie de diseños que pretenden mostrar alternativas para suplir esta deficiencia.

Una forma diferente de concebir los montajes de los museos, hace parte de esta nueva tónica; objetos que en principio parecen estáticos, realmente están vivos y evolucionan permanentemente frente a nosotros a lo largo de días, meses y tal vez años, enseñando intimidades de la química que muy difícilmente podrían observarse mediante una experiencia formal; son las *ventanas químicas*, el nuevo proyecto en el que se ha embarcado el museo, que como lo ha definido uno de nosotros "es la disección de un tubo de ensayo"; mediante el cual pretendemos mostrar una alternativa totalmente diferente no solo de presentar la química en los museos sino también en la enseñanza formal de esta ciencia a nivel universitario³.

Por supuesto también se está trabajado en el desarrollo de montajes interactivos convencionales, empleando sistemas de manipulación limpia de los reactivos, juegos de simulación y macroartefactos, cuyos diseños se han concebido especialmente para su inclusión en jardines

de la ciencia. La puesta en escena de estos montajes implica la familiarización con el complejo y en ocasiones molesto lenguaje de la química, pero en una forma diferente: no podemos pretender que el visitante del museo conozca poco o mucho del lenguaje críptico de esta ciencia, esto sería un despropósito; mejor es (creemos) mostrar lo mismo, pero empleando lenguajes más amigables, algo que el espectador sienta como cotidiano, suyo, en otras palabras inteligible.

Ciertamente, algunos de los montajes que se han incluido en esta colección, no son de ninguna forma novedosos en el contexto de los museos interactivos; sin embargo, el revelarlos como herramientas de la química, el mostrar una nueva faceta por muchos relegada e incluso ignorada, puede servir como un puente que permita redefinir el papel que la química juega en los museos. Un ejemplo es "el jardín de las densidades" un montaje que podría considerarse 'tradicional' dentro de los museos interactivos, pero que solo ha recibido atención desde el punto de vista de la física, donde se hace uso de la balanza del laboratorio que se ha convertido en un regordete gigante que nos invita a jugar; ella ya no es sólo un instrumento de los laboratorios y sus habitantes, ahora es un gran balancín que quiere, además de enseñar las misteriosas relaciones entre la densidad, el peso y la masa, contarnos que ella puede ser una herramienta tan poderosa como el más sofisticado de los instrumentos que emplea el químico en su trabajo.

La propuesta también incluye otro tipo de actividades y montajes, cuya naturaleza invita a construir puentes entre diferentes disciplinas científicas, usualmente abordadas en la escuela como conocimientos inconexos.

Una simple colección de materiales de uso común, ayudan a comprender la composición química del cuerpo humano, a partir de la sorpresa que implica por ejemplo, que con todo el hierro que contiene el cuerpo de un adulto, tan solo se podría fabricar una pequeña puntilla, o que el área total de los pulmones de un adulto es suficiente para cubrir una cancha de tenis, o que con todo el carbono que contiene el cuerpo de un hombre de 70 kg. se podrían fabricar 17500 hojas de papel bond tamaño carta de 75g/m² etc.

Los juegos que el Museo a través del programa Re-Creo ha venido desarrollando para su empleo en la enseñanza de la química en los colegios, adquieren una nueva dimensión y significado cuando en tamaños gigantescos son colocados en el museo, actuando no solo como un instrumento pedagógico sino mejor aun como un agente socializador e integrador entre los visitantes.



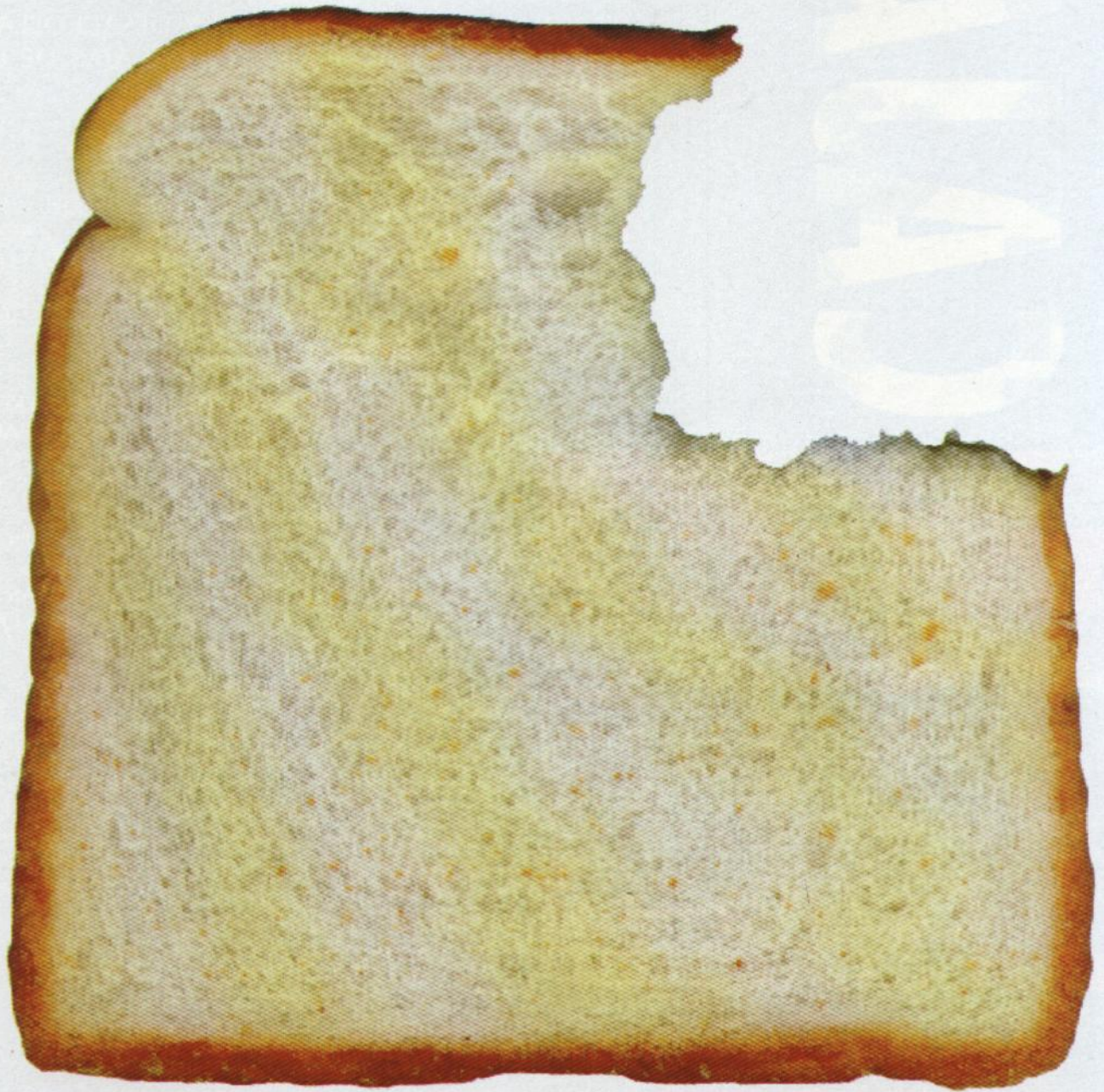
Laberintos de color, juego donde los visitantes apuestan carreras en las que los competidores son diferentes compuestos y la meta coloridas reacciones constituyen otro ejemplo de como química y juego no son incompatibles en ningún ámbito, mucho menos en el Museo de la Ciencia y el Juego.

Querámoslo o no, la química hace parte de nuestra vida, está íntimamente ligada a nuestra cotidianidad; por ello, es necesario emplear cualquier medio posible para que nuestra población comience por perder el ancestral temor hacia esta ciencia; su presencia en los museos interactivos de ciencia y tecnología, combinada con un cambio positivo en la forma como nos es comunicada por otros medios, puede ser el primer paso de los muchos que deberemos dar en la búsqueda de una comunidad capaz de afrontar con éxito la era del conocimiento.



¿CIENCIA?
¿TECNOLOGÍA?

No sólo de pan vive el hombre



Ven a jugar al museo

DE LA CIENCIA CAJAS

PROGRAMA
RE-CREO

SI!

EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO Y SU PROGRAMA RE-CREO DISEÑAN Y DESARROLLAN MATERIALES DIDÁCTICOS EN LAS CAJAS DE LA CIENCIA.

EN CADA CAJA DE LA CIENCIA SE AGRUPA MATERIAL DIDÁCTICO DE UNA DE LAS SEIS ÁREAS: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA, MATEMÁTICAS, SALUD Y ECOLOGÍA. ESTE MATERIAL FUNCIONA TAMBIÉN COMO DOTACIÓN PARA LOS COLEGIOS PARA INSTALARSE EN EL LABORATORIO, EL AULA DE CLASE, LA CASA Y CUALQUIER ÁMBITO ESCOLARIZADO.

ADEMÁS DE LO ANTERIOR, EL PROGRAMA OFRECE LAS CAJAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA PRIMARIA. MEDIANTE ELAS SE DESARROLLA LA MOTRICIDAD GRUESA Y FINA, ADEMÁS DE PERMITIR UNA APROXIMACIÓN A LA TECNOLOGÍA: LA PALANCA, LA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO, EL USO DE LOS FLUIDOS, LA TEORÍA DE LOS COLORES Y LAS MARAVILLAS DE LAS LUPAS, SON ALGUNOS DE LOS CAMPOS QUE SE PUEDEN EXPLORAR Y APROPIAR.

EL PROGRAMA RE-CREO ESTÁ CONCEBIDO COMO UN APOYO A LA ACTIVIDAD DOCENTE: SUS CAJAS DE LA CIENCIA SON UNA HERRAMIENTA QUE POSIBILITA LA INVENTIVA Y EL SURGIMIENTO DE NUEVAS IDEAS. EL PROGRAMA SE DIRIGE A COLEGIOS Y MUNICIPIOS Y TODO EL ENTORNO SOCIAL CERCANO A ELLOS.

LA ESTRATEGIA DE RE-CREO INCLUYE:
FORMACIÓN DE DOCENTES
DOTACIÓN PARA PRIMARIA



LOS ELEMENTOS SON:

- JUEGOS DE MODELO 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)
- HERRAMIENTAS E INSUMO (OPCIONAL)
- CARTILLAS (DE CADA ÁREA)

MUSEO
de la
Ciencia
Y el
Juego

Universidad Nacional de Colombia · Facultad de Ciencias
Teléfono: 3165413 · Telefax: 3165441
A.A. 59541 · Santafé de Bogotá D.C. · Colombia.

Correos Electrónicos: mludus2@interred.net.co · mludus@yahoo.com · recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Segundo Congreso Mundial de Centros Interactivos

El Museo de la Ciencia y el Juego participó en el Segundo Congreso Mundial de Centros Interactivos realizado en Calcuta India del 11 al 15 de Enero del presente año. Al congreso asistieron alrededor de 300 delegados provenientes de centros de todo el mundo –siendo el Museo de la Ciencia y el Juego el único representante por Colombia-. Nuestro Museo participó activamente presentando una ponencia sobre la Red de Museos y Centros Interactivos, programa bandera de la institución. En la sesión final las diferentes asociaciones regionales presentaron estadísticas que mostraban el número de centros por región, el número de visitantes y el dinero invertido en el mantenimiento y gestión de los museos. Es de resaltar que nuestra región de acuerdo al informe presentado por la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología R-Pop, se encuentra en un tercer lugar. En primer lugar se sitúa Norteamérica representada por la Asociación Norteamericana ASTC y Europa, en segundo, por ESCITE y estamos delante de Asia, Oceanía y África, en esta materia.



Seminario: Nuevas tendencias de la educación en museos

Del 5 al 7 de Abril se llevó a cabo en Bogotá el Seminario: Nuevas tendencias de la educación en museos organizado por el Museo Nacional de Colombia. El evento contó con una nutrida participación de todo el país y fue dirigido por Nina Jensen, Directora de educación en museos en el Bank Street College de Nueva York y Victoria Woollard, quien dirige una maestría en administración de galerías y museos. Las dos conferencistas tienen una amplia experiencia en diferentes campos del universo museístico y tocaron temas sobre educación, los públicos visitantes, procesos de evaluación y financiación, las nuevas tecnologías –todos estos temas fueron profusamente ilustrados con estudios de casos-. Llamó poderosamente la atención que la inmensa mayoría de ejemplos innovadores provenía de museos pequeños y medianos. También la manera de involucrar a la comunidad en el diseño de la exposición y aún en la toma de decisiones sobre ella y el quehacer del museo.



EVENTOS

Noticias de nuestra Red

En la semana del 12 al 16 de Abril se dictó el segundo curso para guías y animadores de las Salas Interactivas instaladas en cuatro colegios de Bogotá. Al curso asistieron 80 estudiantes de noveno y décimo grado que cumplirán su servicio social obligatorio trabajando en programas de desarrollo de la Sala dirigidos a la comunidad.

Las salas Interactivas instaladas en varias ciudades del país, en desarrollo del Proyecto "Red de Museos y Centros Interactivos" financiado por Colciencias y la Universidad Nacional, han desarrollado una intensa actividad en sus regiones desde el momento de su inauguración en Diciembre del año pasado. Es así como en Barranquilla, el Museo instalado en la sede Boston de Combaranquilla, ofrece paquetes de interés para todos los públicos que incluyen: recreación, deporte, al planetario y visita a la sala interactiva. El grupo humano responsable de la Sala, en su interés por desarrollar un Museo acorde con su región, ha construido nuevos montajes que van a enriquecer el número inicial instalado.

El Museo de la ciudad de Pasto, instalado en pleno centro de la ciudad, ha desarrollado también una importante labor desde su inauguración. El "Ingenio Pastuso" se ha visto reflejado en las diversas actividades planeadas, proyectos que involucran el uso de multimedia, sala-taller de tecnología, trabajo con docentes, entre otros; que acompañan al programa inicial de visitas, programa que en menos de dos meses ha tenido una amplia aceptación.

En los meses de Febrero y Marzo del presente año se inauguraron dos Salas Interactivas que entran a formar parte de nuestra RED, ellas son las instaladas en los Colegios Distritales Bravo Páez (Barrio Quiroga) y José María Córdoba (Barrio El Tunal). Las dos instituciones están ubicadas en zonas populares de Bogotá y cuentan con un dinámico grupo de docentes encargados de organizar y dirigir los diferentes programas, que desde la sala se orienten hacia la comunidad educativa y la población en general.

En este mismo marco se encuentra lista para entrar en funcionamiento la Sala instalada en el Colegio La Amistad, de la localidad de Kennedy y se iniciará la instalación de otra en el Colegio Alberto Lleras de Suba. En este último la comunidad construyó un espacio especialmente destinado a albergar la Sala Interactiva.

Se ha venido desarrollando un proceso de seguimiento y acompañamiento orientado a apoyar los programas individuales de cada comunidad y a fortalecer la RED en sí misma y a cada uno de sus nodos integrantes. Estas actividades buscan, además, generar procesos de reflexión y evaluación como nodos individuales y como RED, que permitan un crecimiento y desarrollo orientado en el cumplimiento de la misión como RED y como Centros (nodos) individuales.

Programa de exposiciones temporales, itinerantes y rodantes

Este programa sigue tan activo como en 1998. Ya estuvimos en Barrancabermeja durante un mes y quince días en Arauca y estaremos presentes en la Feria de las Flores a realizarse en Medellín a finales de Julio y posteriormente iremos a Pereira.

Como es tradicional el Museo participará en la Sexta versión de Expociencia del 24 Septiembre al 3 de Octubre del presente año. Esperamos tener más éxito del que hemos tenido en las anteriores presentaciones, que han convertido al Museo en una de las principales atracciones del evento. ¡Nos vemos en Expociencia!

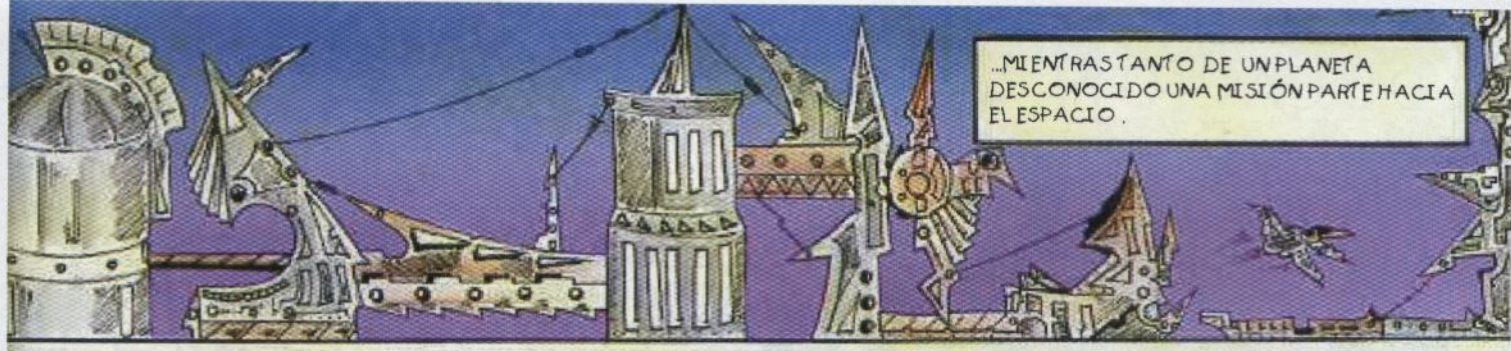


Acciones futuras

En Septiembre de este año se realizará, en Bogotá, el ENCUENTRO DISTRITAL DE SALAS INTERACTIVAS. Están invitados a participar los grupos de trabajo de las Salas instaladas en Santafé de Bogotá. Encuentro que tendrá una duración de cuatro días y tocará temas como: manejo, funcionamiento y desarrollo de programas, entre otros.

En Noviembre de este año se realizará el Curso de Museología y Diseño de Montajes y exposiciones Interactivas. Curso dirigido a todos los nodos integrantes de la RED. Tendrá una duración de cinco días y se desarrollará en Santafé de Bogotá.





...MIENTRAS TANTO DE UN PLANETA DESCONOCIDO UNA MISIÓN PARTE HACIA EL ESPACIO.



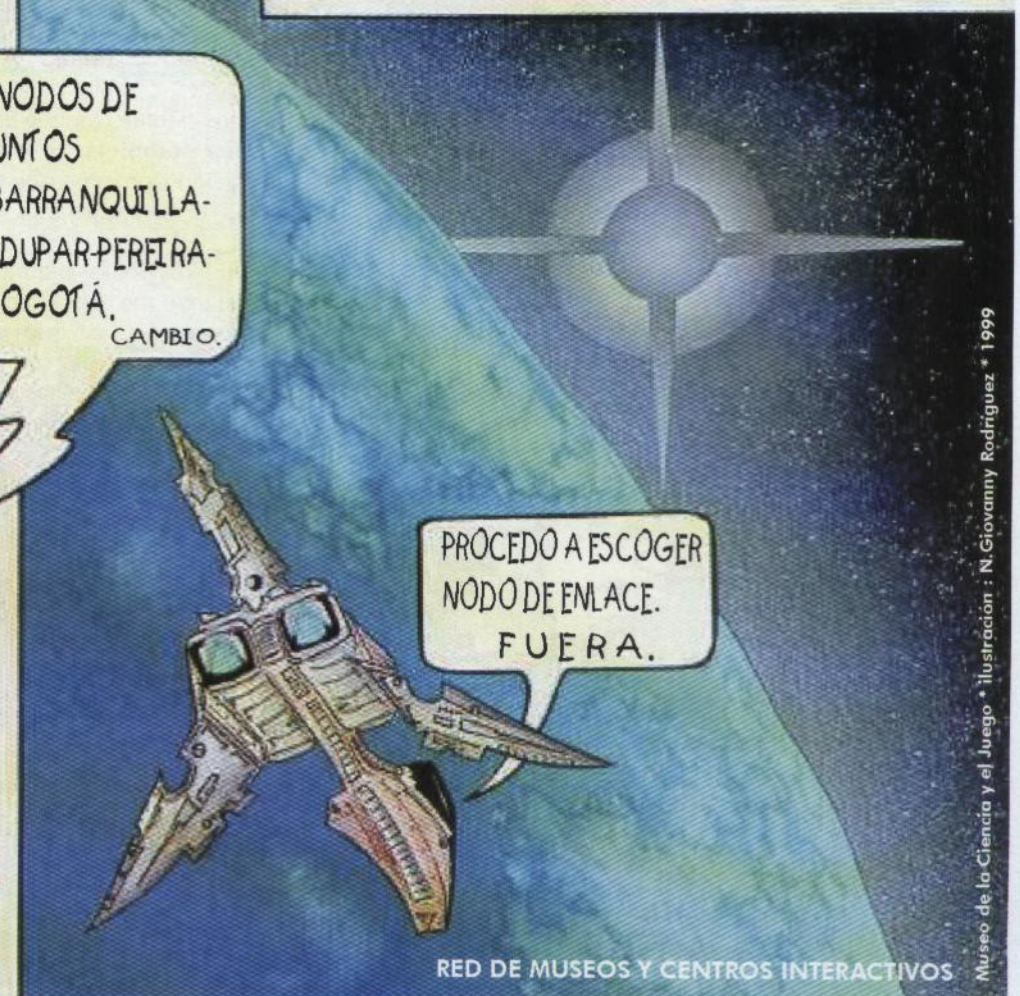
UNA GRAN RED NOS ESTÁ CUBRIENDO.



EN CURSO DE APROXIMACIÓN:
SISTEMA SOLAR-PLANETA
TIERRA-COLOMBIA-SANTAFÉ
DE BOGOTÁ-UNIVERSIDAD
NACIONAL-MUSEO DE
LA CIENCIA Y EL JUEGO.
1999.
CAMBIO.



IDENTIFICO NODOS DE
ENLACE EN PUNTOS
LLAMADOS : BARRANQUILLA-
PASTO-VALLEDUPAR-PEREIRA-
MARSELLA Y BOGOTÁ.
CAMBIO.



PROCEDO A ESCOGER
NODO DE ENLACE.
FUERA.

UN VIAJE POR LAS PIEDRAS CELTAS

¹ Autor de una canción muy popular denominada 'La cucharita'.

² Autor de una conocida sección de divulgación científica denominada 'The Amateur Scientist' publicada durante más de 15 años en la revista Scientific American.

DIRECTOR DEL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO

Julían Betancourt M.

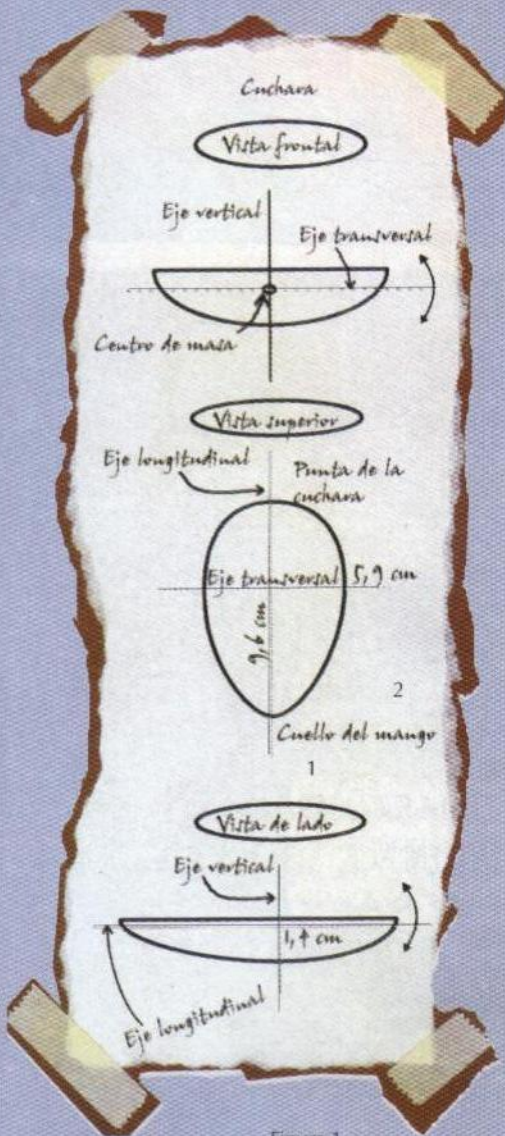


Figura 1.

Tome la cucharita sin mango que viene con esta revista; si se le perdió como le aconteció a Jorge Velosa¹, busque otra y quítele casi todo el mango. En el caso que sea, prepárese para explorar uno de los quebraderos de cabeza de los físicos: las piedras celtas. Simplemente ponga la cucharita sobre una superficie horizontal lisa (vidrio o formica), presione sobre su punta o en el borde, en la parte media y suelte. Observará oscilaciones, giros, otras oscilaciones, cambios de giros, comportamiento que ha fascinado a muchos científicos y que hasta el momento no tiene una solución analítica completa. Si usted me acompaña en un viaje de exploración por estos objetos encontraremos varios misterios y algunos de ellos quedarán sin revelar.

Mi interés por las piedras se reavivó a principios de marzo de 1997 cuando me había comprometido a realizar una conferencia de divulgación, así que pensé la charla como un viaje de exploración: luz, piedras celtas y burbujas harían parte de él. Mostrar las piedras celtas podría ser algo riesgoso, ya que hacia tiempo no trabajaba con ellas.

Según Jearl Walker², arqueólogos que estudiaban la cultura celta accidentalmente pusieron a girar ciertas piedras que presentaron un comportamiento extraño: en un sentido 'bueno' el giro era estable, pero en el otro, sentido 'malo', no. Aquí conservaremos esa denominación para cualquier objeto que presente ese comportamiento, así no sea realmente una piedra.

Así que desempolvé mis objetos, que realmente se reducían a dos: una cucharita sin mango y una piedra celta en acrílico que había comprado 12 años atrás. Recuerdo que un poco después de haber adquirido esta piedra, mi amigo Héctor Riveros de la Universidad Nacional Autónoma de México me mostró varias de sus piedras talladas en madera: algunas giraban hacia la izquierda, otras hacia la derecha y había una que se negaba a girar en

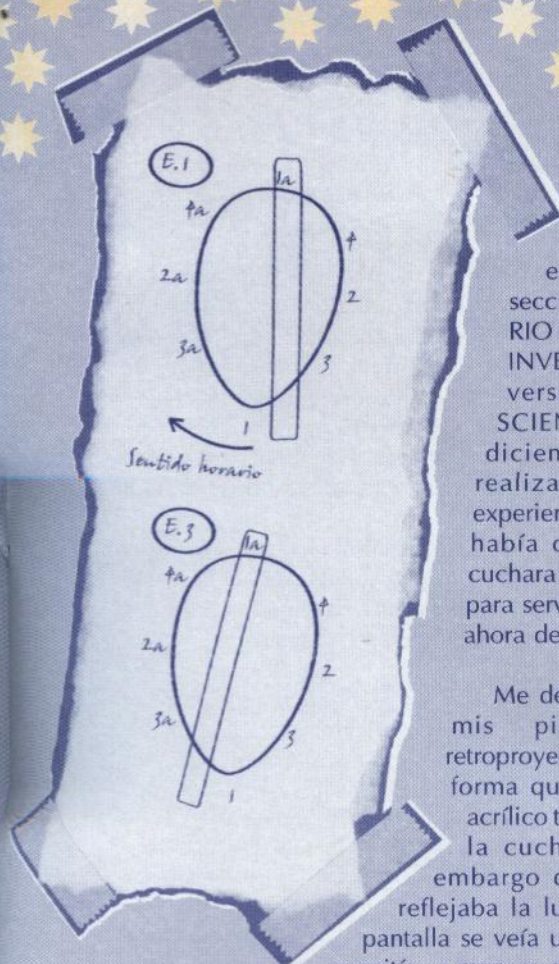


Figura 2.

cualquier sentido. En ese entonces había leído la sección TALLER Y LABORATORIO de Jearl Walker en la revista INVESTIGACIÓN Y CIENCIA - versión en español de SCIENTIFIC AMERICAN - de diciembre de 1979, y había realizado algunas de las experiencias sugeridas allí; para ello había cortado el mango a una cuchara metálica del tipo que se usa para servir ensaladas, la misma que ahora desempolvaba.

Me dediqué a jugar un rato con mis piedras. Utilizaría un retroproyector en la conferencia de tal forma que usar la piedra celta de acrílico tenía sus ventajas, más no así la cuchara, que es opaca. Sin embargo descubrí que la cuchara reflejaba la luz de tal forma que en la pantalla se veía un pequeño resplandor que permitía, a manera de testigo, observar algunos de los comportamientos de la cuchara, en especial las oscilaciones a lo largo del eje longitudinal y las oscilaciones a lo largo del eje transversal. Este resplandor o reflejo daría una información que me parecía útil para la conferencia.

Tres días después del evento pensé que sería importante escribir un artículo sobre las piedras celtas, poco conocidas en nuestro medio y en la literatura en español.

El modelo básico que utilizó Walker fue construido a partir de un molde realizado utilizando una cuchara de forma elipsoidal, sin mango, y llenándolo con cemento para dentistería o yeso, es decir, es una forma sólida. En la parte superior, plana, se le acopló una lámina rectangular, de tal forma que el eje mayor hiciera un ángulo relativamente pequeño con respecto al eje mayor del elipsoide.

La cuchara que utilicé es diferente, ella se asemeja más al perfil de un huevo en donde no hay simetría de la pendiente a lo largo del eje longitudinal, ver figura 1. Esto hace que solamente tenga un plano de simetría y no dos, como en el caso de la cuchara elipsoidal. Ella presenta un plano de simetría que contiene al eje longitudinal del objeto, que a su vez es uno de los ejes principales de rotación de la cuchara; otro eje es vertical, pasa por el centro de masa del objeto y es perpendicular al eje anterior. Un tercer eje es transversal, perpendicular a los otros dos y normal al plano de simetría que contiene los dos primeros ejes, ver figura 1.

La cuchara puesta sobre una superficie horizontal lisa (formica, vidrio) puede realizar los siguientes movimientos en relación a los tres ejes mencionados: giro respecto al eje vertical, oscilación respecto al eje transversal, que llamaremos oscilación longitudinal; oscilación respecto al eje longitudinal que llamaremos oscilación

transversal. Estas oscilaciones se excitan o generan presionando la cuchara en el punto 1, la longitudinal, y la transversal en el punto 2, ver figura 1.

Así que decidí volver a realizar los experimentos de antaño utilizando la misma cuchara y una varilla de madera de 14 cm de largo y 12 mm de diámetro, que encontré a la mano y que me pareció adecuada para cambiar la distribución de masa de la cuchara respecto a sus ejes principales de rotación. Para tal fin también se puede utilizar un lápiz, ver figura 2.

La cuchara tiene una longitud de 9.6 cm y en su parte más ancha mide 5.9 cm. Se puede poner la varilla de tal forma que el centro de masa se desplace a la izquierda o derecha del plano de simetría de la cuchara, ver dibujo. Llamemos varilla a la izquierda de la cuchara, esquema 1;

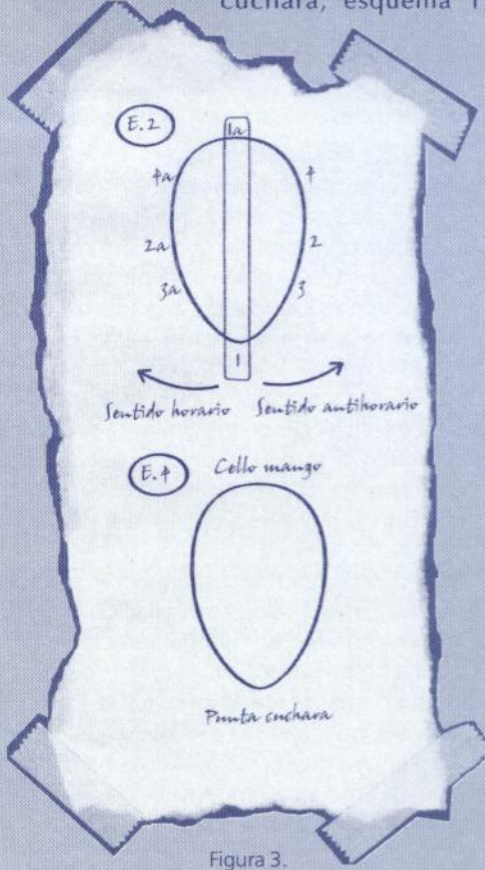


Figura 3.

varilla al centro, esquema 2; a la derecha, esquema 3; sin varilla esquema 4, ver figuras 2 y 3.

Si se hace girar a la cuchara, esquema 1, en el sentido de las manecillas del reloj se induce una fuerte oscilación, que tiene una componente grande de la oscilación transversal. La cuchara invierte

el sentido de giro. También se observa una ligera oscilación longitudinal.

Si se genera la oscilación longitudinal, presionando en el punto 1. La cuchara, oscila y comienza a girar en el sentido horario. La oscilación longitudinal va desapareciendo y aparece la oscilación transversal que va aumentando su amplitud, induciéndose la inversión de giro. Gira por un corto tramo hasta que queda en reposo.

Si se genera la oscilación transversal, presionando en el punto 2, la cuchara gira en sentido antihorario alrededor de media vuelta, aparece la oscilación longitudinal y algunas veces se invierte el sentido de giro.

Al poner la varilla a lo largo del eje longitudinal, esquema 2, se encuentran los siguientes comportamientos:

En este caso es posible hacer girar la cuchara en ambos sentidos con respecto al eje vertical que pasa por el centro de masa sin que el sistema oscile. Es posible también hacerla girar en ambos sentidos introduciendo de entrada oscilaciones que son una superposición de la oscilación longitudinal y de la transversal. La cuchara da varias vueltas y a veces se logra una inversión del giro, pero este segundo movimiento es muy corto. Si el sentido de giro es horario, la oscilación que prevalece al final es la transversal. Si es antihorario la que prevalece es la longitudinal.

Si se presiona en 1, la cuchara gira en el sentido de las manecillas del reloj. La oscilación longitudinal permanece durante un tiempo apreciable durante el cual el giro parece aumentar y disminuir su velocidad, finalmente la oscilación longitudinal desaparece quedando el giro hasta que la cuchara se detiene, ya que el rozamiento ha disipado la energía del movimiento. A veces se observa una ligera oscilación transversal.

Intenté hacer girar la cuchara en el sentido antihorario llevando la varilla hacia abajo con una pequeña inclinación lateral de mi dedo. La cuchara giró un tramo corto en el sentido que yo quería, pero invirtió el giro rápidamente. Al final del movimiento surge la oscilación transversal y algunas veces alcanza a invertirse el giro, deteniéndose el movimiento poco después.

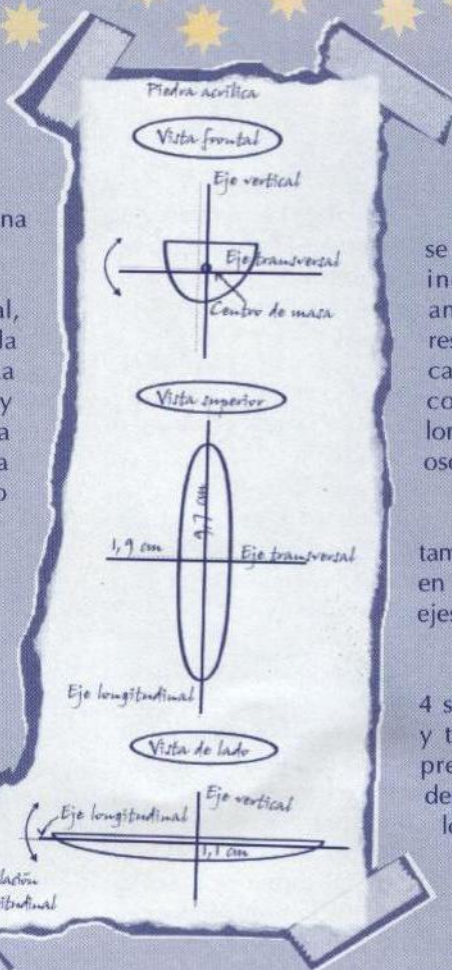


Figura 4.

Al presionar la cuchara en el punto 2 se generan oscilaciones transversales, induciéndose un giro en sentido antihorario. Esto junto con los otros resultados permite afirmar que, en este caso, el tipo de oscilación está ligado con el sentido de giro: oscilación longitudinal, sentido manecillas del reloj; oscilación transversal, sentido contrario.

Se puede observar el comportamiento de la cuchara haciéndola oscilar en diferentes puntos, situados entre los ejes longitudinal y transversal.

Al presionar y soltar en los puntos 3 y 4 se excitan oscilaciones longitudinales y transversales simultáneamente, la preponderancia de una o de la otra depende de qué tan cerca estén 3 y 4 de los ejes longitudinal (1) y transversal (2).

Como en estos puntos tenemos mezcladas las oscilaciones, es posible observar varios cambios del sentido de giro. ¿Qué sucederá en los puntos 3a y 4a? Dejo la pregunta abierta para aquellos que se animen a explorar estos objetos lo hagan.

A estas alturas venía haciendo las experiencias cuidadosamente en mi escritorio, convertido en laboratorio y anotando las observaciones. Agobiado un poco por el calor de esos días que había convertido a Bogotá en una ciudad ardiente, abrí la ventana de mi oficina y una refrescante brisa azotó mi rostro y mi espíritu: la brisa hacía mover la cuchara. Así que cerré la ventana y me dediqué a soplar sobre la cuchara. Encontré que soplando sobre sus extremos podía controlar mejor el movimiento de giro que cuando lo hacía con las manos. Así que volví a realizar nuevamente los experimentos.

La técnica de soplar confirmó los resultados previos y permitió obtener nueva información. Al soplar se puede hacer girar la cuchara lentamente en el sentido de las manecillas del reloj, utilizando el esquema 1, sin excitar la oscilación transversal. Al hacerla girar más rápido aparece la oscilación transversal y con ella la inversión del giro. Es decir el giro tiene una velocidad límite a partir del cual se torna inestable. Esto lo constaté con todos los esquemas de trabajo arriba mencionados.

Lo anterior también lo constaté con la piedra de acrílico que venden comercialmente. Esta piedra tiene una longitud similar a la de la cuchara, 9.7 cm, y en su parte más ancha mide tan sólo 1.9 cm. A diferencia de la cuchara, la piedra de acrílico no tiene planos de simetría. Esta piedra ha sido construida para que tenga un sentido "bueno" y un sentido "malo". El "bueno" es antihorario y el "malo" horario, en este caso se excitan oscilaciones longitudinales y se da la inversión de giro. Con ella sólo se observa una inversión: de horario a antihorario. La piedra acrílica presenta un comportamiento similar al relatado por Walker para sus piedras. Ver figura 4.

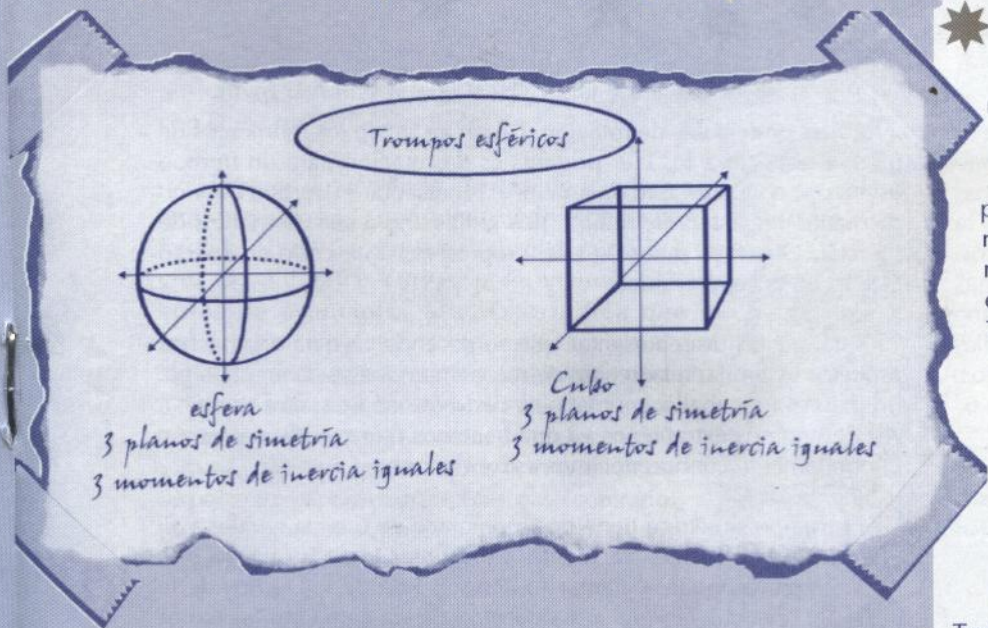


Figura 5.

pasado y anota que en este siglo no se han realizado estudios analíticos al respecto, pero no se da la referencia bibliográfica. Encontré en el libro de MECANICA, de la serie de Física Teórica, escrito por L.D. Landau y E.M. Lifshitz, y en el libro MECHANICS de la serie Lectures on Theoretical Physics de Arnold Sommerfeld, material relacionado sobre el tema en los capítulos que tratan sobre el movimiento de un cuerpo rígido.

Las piedras celtas son un tipo de trompo asimétrico. Según la teoría existen tres tipos de trompos: esféricos, simétricos y asimétricos. Todos ellos tienen que ver con la forma como se distribuye la masa respecto a los ejes principales de rotación del cuerpo. (ver dibujos)

En una esfera cuya masa está distribuida uniformemente, si partimos del centro de ella encontraremos en el recorrido hasta su superficie la misma cantidad de masa, no importa la dirección que tomemos. En un cilindro pasa lo mismo sólo en la sección circular, En un ladrillo tenemos que todos sus lados son diferentes y encontraremos distintas cantidades de masa al alcanzar la superficie de cada una de sus caras.

En el movimiento de rotación la física utiliza la noción de momento de inercia I , él depende de la masa y de la distancia al cuadrado respecto a un eje de giro. El momento de inercia nos dice entonces como está distribuida la masa tomando como referencia un eje de giro. En el caso de la esfera podemos tomar tres ejes mutuamente perpendiculares cuyo origen está en el centro de la esfera, en ese sitio se puede considerar que está concentrada la masa y se denomina centro de masa. En este caso a los ejes se les denomina ejes principales. Como se anotó en el párrafo anterior la masa está igualmente distribuida a lo largo de los tres ejes, se dice entonces que este cuerpo tiene tres ejes de inercia iguales. El cilindro tiene dos ejes de inercia iguales y el ladrillo tiene los tres ejes de inercia diferentes.

Un trompo esférico significa que en los tres ejes principales la masa del objeto está igualmente distribuida. Los balones de fútbol, baloncesto, las bolas de tenis, ping pong, billar y las canicas son ejemplos de este caso, simplemente son esferas. Otro ejemplo lo constituyen los cubos. Los trompos esféricos son cuerpos de gran simetría, ver figura 5.

Soplando pude hacer girar la piedra en sentido horario, sin que se presentara la oscilación que en el caso de la piedra acrílica es longitudinal. Me pareció que también se podía hacer girar la piedra en el sentido contrario a las manecillas del reloj pero tratando de excitar la oscilación transversal simultáneamente, así que lo intenté y aunque no fue fácil, logré que se diera una ligera inversión. En este caso la oscilación transversal se genera a bajas frecuencias de giro. La oscilación longitudinal de la piedra acrílica es de frecuencia mayor, que la oscilación transversal, lo contrario sucede con la cuchara.

He observado, en todos los esquemas de trabajo, que frecuentemente con inversión o sin inversión de giro, la cuchara se detiene, oscila y vuelve a girar sin cambiar el sentido. Para que esto suceda es necesario que las oscilaciones sucesivas sean del mismo tipo: longitudinales o transversales.

Hasta aquí el viaje de exploración sobre las piedras celtas ha logrado construir una forma del comportamiento, es decir una especie de morfología fenomenológica que llevó a descubrir cosas nuevas y para mí fue divertido. Sin embargo se abrieron muchos interrogantes: ¿por qué los giros son inestables?, ¿por qué se excitan oscilaciones? ¿por qué se prefiere un sentido y no el otro? ¿por qué al presionar en 1 y soltar siempre gira en sentido horario en los esquemas aquí trabajados? ¿Cuál es el papel del rozamiento, ya que él parece comportarse de manera distinta en el sentido horario y en el antihorario? ¿Y el de la forma aerodinámica?

De acuerdo con Héctor Riveros, tal parece que el rozamiento tiene que ver con las oscilaciones, él logra que un extremo (longitudinal o transversal) se eleve más que el otro, induciendo la oscilación, este mecanismo funciona en otros trompos como el 'volteador', que incluso logra que este trompo se pare de cabeza y siga girando. Sin embargo la influencia de la forma aerodinámica de la piedra no la he logrado dilucidar.

Estos y otros interrogantes me llevaron a seguir el viaje de exploración por otros rumbos. Esta vez sobre aspectos teóricos que permitieran tener una mayor comprensión del sistema. El artículo de Walker menciona algunos nombres relacionados a trabajos del siglo

Un trompo simétrico tiene solamente dos ejes respecto a los cuales la masa está igualmente distribuida. En el caso anterior teníamos dos formas geométricas: esfera y cubo, en este caso la diversidad es más grande: cilindros, conos, discos, elipsoides de revolución y otras formas más complejas. Muchos objetos de la vida cotidiana son trompos de esta clase: tubos y varillas, botellas y ollas con dos asas y sus tapas, los trompos, perinolas y turras de nuestros juegos. Ver figura 6.

En el trompo asimétrico la masa se distribuye de manera diferente a lo largo de los tres ejes. Aquí los ejemplos son variadísimos: nuestros cuerpos, automóviles, ladrillos, sillas, cubiertos, libros, pocillos con un asa. Ver figura 7.

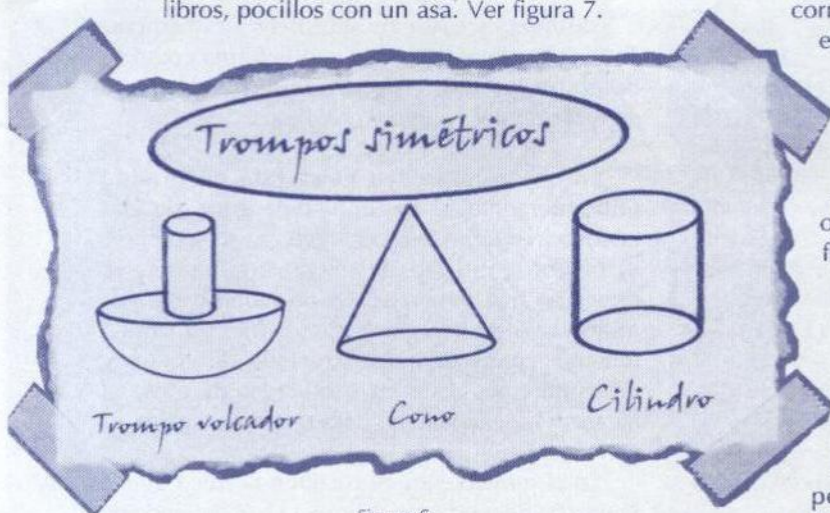


Figura 6.

Al pasar de un caso a otro se va perdiendo simetría. Un balón presenta tres planos de simetría mutuamente perpendiculares, un trompo tiene dos y nuestro cuerpo solo uno. Estos planos funcionan como un espejo que, colocado convenientemente, refleja la otra mitad, dando la ilusión del objeto completo.

Nos rodean objetos naturales y artificiales con sus variadas formas: animales, hojas, árboles, frutas, máquinas, equipos domésticos, vestidos, etc. ¿cuáles tienen planos de simetría? ¿qué clase de trompo son?

A estas alturas nos encontramos con un serio problema: ¿Cómo representar respecto a las rotaciones o giros, esa enorme variedad de objetos? ya que todos los objetos que conocemos deben pertenecer a uno de los tres tipos de trompos.

Si pensamos un poco, el problema consiste en representar cómo se distribuye la masa respecto

a los ejes principales de rotación. Como ya se vio los momentos de inercia respecto a los ejes principales de rotación para un trompo esférico son iguales. Esto da una idea: representar el trompo esférico mediante una esfera de radio L , ¡los radios ahora son momentos de inercia!. Observen que esta esfera representa a un cubo en cuanto éste es un trompo esférico.

Esta acción de representar que se da en la ciencia en muchos aspectos es similar a la acción de representar que se da en el juego: un palo es un caballo, mi mano se convierte en una nave espacial. Así que no nos extrañemos ya que hacemos este tipo de operación continuamente cuando decimos esto es como...

El trompo simétrico tiene dos momentos de inercia iguales y el tercero diferente. Se puede representar por una figura que corresponde a alargar (o acortar) uno de los radios de la esfera. Normal a la dirección de alargamiento los radios (momentos de inercia) deben permanecer iguales, conservándose la forma circular. Como Uds. sospechan en la dirección de alargamiento tenemos una elipse. La figura resultante se llama elipsoide simétrica o de revolución. En el tercer caso basta alargar o acortar uno de los radios de la circunferencia de la figura anterior, obteniéndose una elipsoide asimétrica. ¡Hemos reducido a tres figuras todos los cuerpos rígidos que nos rodean, en tanto los miremos como trompos!

Cuando un objeto está girando y lo hace libre de fuerzas que actúan sobre él, la física indica que existe algo que se conserva y se llama cantidad de movimiento angular o momento angular L . Algo permanece constante. Ya sabemos que ese algo lo podemos representar por una esfera, en este caso de radio L ¡ahora el radio es un momento angular!

Hemos encontrado dos figuras: una elipsoide asimétrica de semiejes I_1, I_2, I_3 que representa al trompo asimétrico y una esfera de radio L , que representa la conservación de la cantidad de movimiento angular en el giro.

La intersección de estas dos figuras nos dirá bastante sobre el movimiento del trompo asimétrico y por supuesto de las piedras celtas. Seguramente los semiejes I_1, I_2, I_3 de la elipsoide deban ser multiplicados o divididos por algún parámetro para que tengamos las unidades apropiadas de la cantidad de movimiento angular, pero no nos preocuparemos por estos detalles.

Supongamos que empezamos con una esfera de radio igual al semieje menor I_1 del elipsoide. La esfera está totalmente contenida en el elipsoide y la toca sólo en dos puntos en los extremos de I_1 . Al hacer la esfera un poco más grande, la intersección de las dos figuras da dos curvas cerradas alrededor de I_1 , si volvemos hacer más grande la esfera las curvas siguen siendo cerradas. Ver figura 8.

Si la esfera tiene el radio igual al semieje mayor I_3 , la elipsoide es contenida en la esfera, existiendo dos puntos de contacto o tangencia en los extremos de I_3 . Si se hace la esfera más pequeña obtendremos

dos curvas cerradas alrededor de I_3 , tal y como sucede con el eje menor I_1 . Ver figura 8.

Si vamos aumentando el radio de la esfera a partir de I_1 hasta I_2 o disminuyendo a partir de I_3 hasta I_2 , observamos que sucede algo curioso: I_2 es cruzado por varias curvas, pero ninguna de ellas contiene o encierra a I_2 . Esto indica que el comportamiento de un trompo asimétrico que gira alrededor de los semiejes menor o mayor es distinto a cuando lo hace respecto al semieje intermedio. Las curvas que encierran a los semiejes menor y mayor indican que los giros o movimientos respecto a estos ejes son estables, caso contrario pasa con el movimiento respecto al eje intermedio que es inestable.

¿Qué movimiento es inestable en las piedras celtas: el giro o la oscilación?. El semieje intermedio está a lo largo del eje transversal, es decir es normal al plano que contiene al eje longitudinal de la cuchara y al eje vertical y que pasa por el centro de masa. La cuchara y la piedra celta acrílica sólo pueden oscilar respecto a este eje, existe otra oscilación y es con respecto al eje longitudinal, el de menor momento de inercia I_1 . Los dos objetos giran con respecto al eje vertical que pasa por el centro de masa, eje con respecto al cual se presenta el mayor momento de inercia I_3 .

Lo anterior significa que la oscilación longitudinal, realizada respecto al eje transversal, es inestable. En otras palabras, en tanto trompos asimétricos, todas las piedras celtas tienen una inestabilidad inherente que se refiere al movimiento alrededor del eje intermedio; si no estoy mal, este es un caso de lo que en física se llama inestabilidad dinámica. ¿Y el giro? Es inestable, pero su inestabilidad es inducida vía rozamiento que detona las oscilaciones (longitudinales o transversales). Parece ser que es lo único que hemos aclarado, quedando de todas maneras muchos interrogantes: ¿por qué al poner a oscilar la piedra se genera un giro en un sentido solamente?. ¿por qué existe un sentido 'bueno' para el giro (o uno 'malo')? ¿por qué se excitan oscilaciones en el sentido 'malo'?

Como tenemos dos piedras diferentes, la cuchara y la acrílica, podemos realizar juegos de semejanzas y diferencias, simplemente comparándolas. Estos dos objetos son semejantes en la medida en que son trompos cuya distribución de masa es asimétrica, existiendo los momentos de inercia I_1 , I_2 e I_3 . ¿En qué son diferentes? La pregunta se refiere a que posiblemente son trompos asimétricos distintos y no a lo evidente: material distinto, color distinto, tamaño diferente.

Al observar un poco la forma de las dos piedras salta la diferencia: la cuchara tiene un plano de simetría y la otra no. Es decir que tenemos dos ejemplares de los dos únicos tipos de piedras celtas que pueden existir (¿será una exageración?), las que presentan un plano de simetría y las que no lo presentan. Observen ustedes cómo la semejanza está representada en la elipsoide asimétrica de semiejes I_1 , I_2 , I_3 . Pero las diferencias no son intuitibles a través de ella.

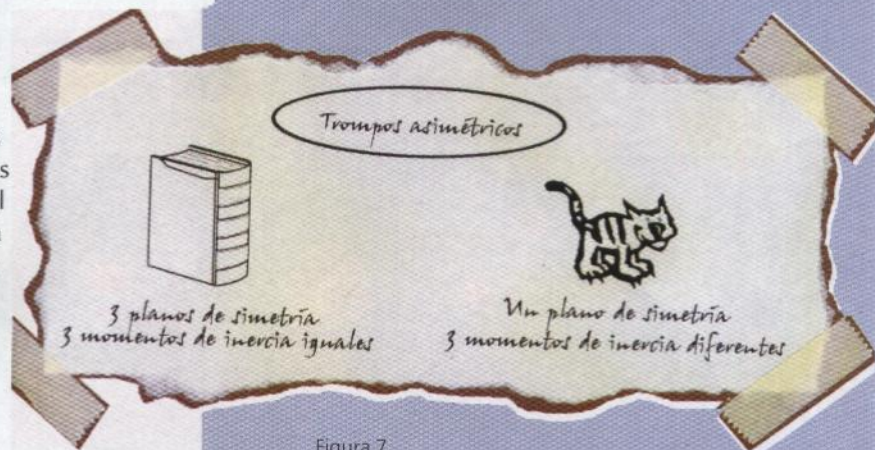
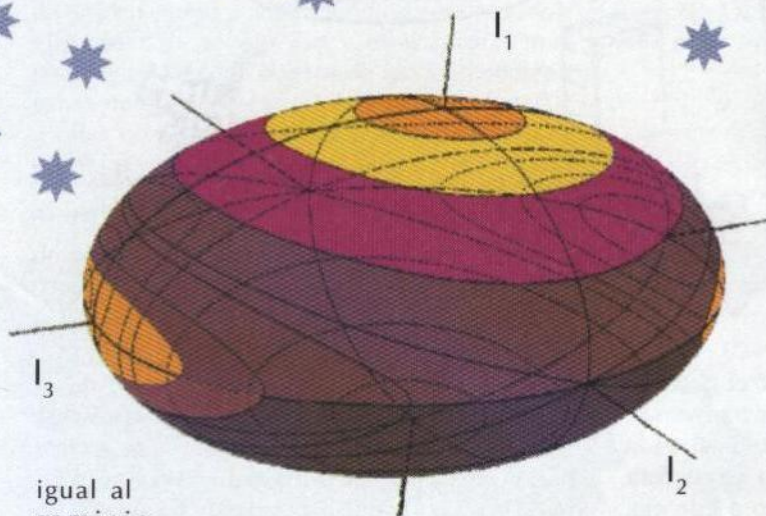


Figura 7.

Si ponemos los dos objetos a lado y lado se observa que la cuchara está inclinada hacia delante (la parte más aguda de ella) y la acrílica hacia un costado, es decir que existe más masa hacia un costado que hacia el otro, de ahí que no tenga plano de simetría que pase por el eje longitudinal, en tanto que la inclinación hacia delante si permite este plano. A lado y lado del eje longitudinal de la cuchara existe simetría de la pendiente, cuestión contraria pasa en la piedra acrílica donde no hay esa simetría, que es una consecuencia de no tener el plano de simetría antes mencionado. Ver figura 4. Al estar inclinada la cuchara hacia delante significa que la pendiente no es simétrica con respecto a la parte de atrás, efectivamente la cúspide de la cuchara queda a unos 4 cm del extremo trasero (recuerden que tiene 9.6 cm de longitud), pero en la mitad entre los dos costados. Ver figura 1. En tanto que la cúspide de la piedra acrílica está en la mitad de su longitud (9.7 cm) y hacia un lado. Aprovechando que la piedra acrílica es translúcida miré a través de ella una hoja cuadrículada: una línea recta a lo largo del eje longitudinal se ve distorsionada, parece una suave hélice. Las rectas normales, a partir del centro, a la anterior línea longitudinal se ven curvadas hacia fuera. Estos detalles son importantes si uno quiere construir una piedra celta; son debidos a la presencia o ausencia del plano de simetría que contiene al eje longitudinal del objeto.

En la cuchara sin varilla, esquema 4, si se genera la oscilación longitudinal, termina girando en el sentido horario alrededor del eje vertical I_2 , a veces se observa una oscilación respecto al eje longitudinal I_1 , este comportamiento está de acuerdo con el análisis obtenido al superponer la esfera L con la elipsoide asimétrica de inercia, ver figura 8, ya que cuando el radio de la esfera es



igual al semieje intermedio se

forman las curvas de intersección que contienen tanto a I_1 , como a I_3 . Sabemos que la piedra celta puede girar respecto a I_3 y oscilar respecto a I_1 . La piedra acrílica lo hace siempre girando, alrededor de I_3 , en el sentido contrario a las manecillas del reloj y como en el caso anterior se pueden presentar oscilaciones respecto a I_1 . Es difícil explicar por que el giro en el sentido de las manecillas del reloj es inestable, y en sentido contrario es estable. Walker comenta que:

'¿Por qué las características de diseño del rattleback³ de Moore inducen que la piedra cambie de sentido de giro? En primer lugar la hacen inestable frente a las pequeñas perturbaciones del giro alrededor del eje vertical. Si la base fuera esférica, o el elipsoide estuviese alineado con los ejes principales, cualquier pequeña perturbación tendría una oscilación de poca repercusión en el giro y no causaría oscilaciones notables. Sin embargo, con una piedra de la forma adecuada, las pequeñas perturbaciones del giro inicial de la piedra o las producidas por el tablero de la mesa generan oscilaciones que crecen rápidamente en amplitud. El hecho de que se desarrolle una inestabilidad u otra depende de la dirección de giro y de la forma de la piedra'⁴

En el siguiente párrafo de su artículo, señala que el diseño de la piedra introduce una inestabilidad en ese sentido 'malo' de giro excitando oscilaciones longitudinales (ya hemos visto que son inestables) que van creciendo en su amplitud, las fuerzas de rozamiento que obran sobre la piedra durante la oscilación, actúan hasta detener el giro y determinan que se inicie un nuevo giro en sentido contrario de las manecillas del reloj y a su vez van debilitando el proceso oscilatorio.

Sin embargo esta explicación general, que sirve para salir del paso no me deja contento. La afirmación de que si la base fuera

³ Así llama Jearl Walker, en su artículo sobre estos objetos, a las piedras celtas.

⁴ Walker Jearl, Taller y laboratorio, Investigación y Ciencia, diciembre de 1979, pags 116-122.

Figura 8. Elipsoide de inercia mostrando las curvas que corresponden a los cortes con la esfera de radio L . En el caso de I_1 e I_3 las curvas contienen estos ejes, no pasa lo mismo respecto a I_2 .

esférica o el elipsoide estuviera alineado con los ejes principales (las piedras celtas que trabajó Walker son cuerpos compuestos por semielipsoides simétricas y paralelepípedos de base rectangular) cualquier pequeña perturbación no tendría mayor repercusión en el giro y no causaría oscilaciones notables, de acuerdo a nuestra experiencia no es correcta. La cuchara sola, esquema 4, tiene sus ejes alineados, como es obvio, y uno puede introducir pequeñas oscilaciones al hacerla girar, creciendo de forma notable su amplitud, disminuyendo la velocidad del giro sin invertirlo. Igualmente sucede cuando uno pone a girar, con oscilaciones, a los pequeños espejos de casquete esférico que se utilizan para poner en los espejos laterales de los automóviles. Que de acuerdo a Walker serían diseños inadecuados para generar grandes oscilaciones. Incluso la cuchara en el esquema 4 puede detenerse, oscilar y reemprender el giro sin cambiar el sentido. La cuestión es complicada, terminaré señalado solamente que el diseño tiene que ver con ciertas particularidades del movimiento que presentan las diferentes piedras celtas. Para aquellos gomosos les dejo el esquema 3 o la cuchara sin varilla. Les aseguro que tendrán sorpresas.

Hasta aquí llegó el viaje por las piedras celtas. Realmente se encontraron cosas nuevas, distintas a las reportadas por Walker y cosas que él también encontró, como es apenas obvio. Sin embargo, quedaron muchos interrogantes, e inquietudes. ¿Pero qué viaje que valga la pena no tiene sus misterios?. Recuerde que a veces para estar en las 'fronteras' del conocimiento, sólo se necesita una cucharita. ¡Anímese a explorar!

Fabio Córdoba Díaz

Subdirector Museo de la ciencia y el Juego

Coordinador Área de Química.
Museo de la Ciencia y el Juego.

MIGUEL ANGEL MONTERO

DE LAS ESTRELLAS

A TU PLATO DE

SOPA



Existen algunos temas dentro de la enseñanza de las ciencias, que encierran una particular dificultad para el estudiante (e incluso para el profesor) debido a su naturaleza abstracta y/o a que su comprobación experimental resulta muy difícil. Por otro lado, temas que impliquen conocimientos interdisciplinarios son frecuentemente dejados de lado por la excesiva especialización de muchos docentes y la escasa o nula interacción con sus pares de otras disciplinas. Una propuesta para abordar esta problemática, es presentar estos temas mediante lecturas que resulten livianas pero sin desconocer el necesario rigor. El siguiente escrito, que hace parte de una serie llamada 'Química, comidas y Física nuclear' pretende mostrar a través de un conjunto de temas aparentemente inconexos que la enseñanza de los temas 'duros' puede abordarse en forma amena, integrando simultáneamente varios temas.

Todo, absolutamente todo lo que tu conoces, lo que tocas, lo que hueles, hasta tú mismo estás hecho con combinaciones de algunos o muchos de los elementos que están en tu tabla periódica. Obsérvala. Probablemente encuentres en ella unos 103 o 105 elementos (aunque actualmente existen 110); te has preguntado ¿de donde salieron tantos elementos? ¿Cómo se formaron estos? ¿desde cuando existen?.

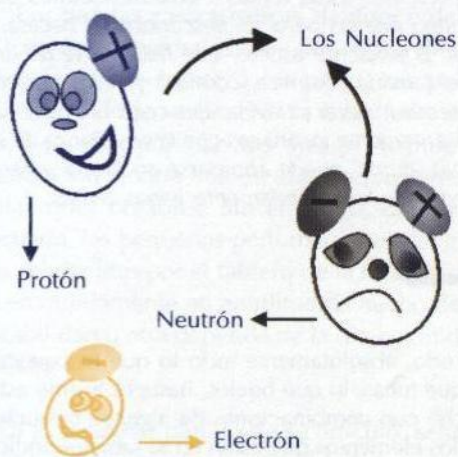
Ahora piensa en un plato de sopa: papas, yuca, algunas verduras, tal ves un trozo de carne, condimentos y agua serían sus principales ingredientes ¿cuantos elementos químicos crees que puedas hallar en él?

Probablemente encuentres allí unas 20 o 25 clases diferentes de elementos, los más comunes (y esto es válido para casi cualquier tipo de comidas) de los cuales posiblemente unos se encontrarán en cantidades muy pequeñas, pero habrá otros que se encuentren en mayor cantidad (por ejemplo el hidrógeno, carbono, oxígeno, fósforo, nitrógeno etc.) te has preguntado ¿cómo llegaron estos a formarse?, aún más, ¿desde cuando esos mismo átomos que conforman las diferentes sustancias presentes en tu sopa existen?. Intentaremos a lo largo de este escrito, resolver estos y otros interrogantes.

Para empezar vamos a familiarizarnos con algunos conceptos:

Hasta hace un poco más de cien años se creía que el átomo era la partícula más pequeña de la naturaleza ya que las sustancias se podían dividir y dividir hasta llegar a ese nivel, pero que en dicho punto ya no se podían seguir rompiendo las partículas (de allí se deriva la palabra *átomo* que quiere decir *indivisible*); esta creencia es en cierto aspecto errónea y en otro acertada, veamos:

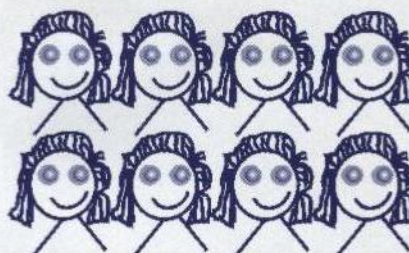
Hoy en día sabemos gracias a los trabajos de muchas personas, que el átomo se encuentra formado por un núcleo y unos electrones y que el núcleo a su vez se encuentra formado por una gran variedad de partículas entre las que se destacan dos por ser las más pesadas: Protones y Neutrones (a las que llamaremos *nucleones*).



Sin embargo estas no son las únicas partículas en el átomo, pues hasta la fecha se conocen muchas más de cien partículas y subpartículas nucleares y no es raro que se encuentren otras nuevas. En este sentido la denominación de *átomo* es errónea, sin embargo cuando tomamos una sustancia formada por una sola clase de átomos podemos dividirla hasta llegar al nivel atómico y hasta allí se conservan sus propiedades químicas y físicas, ya que si dividimos

La masa en reposo de un protón es 1.6727×10^{-27} kg.; sin embargo por conveniencia se ha definido un valor conocido como unidad de masa atómica (UMA) ligeramente inferior; la carga del protón se considera la unidad (+1); para el neutrón el valor de la masa es ligeramente superior a la del protón (1.6750×10^{-27} kg) y su carga es cero; en el caso del electrón su masa es unas mil veces menor que la del protón y su carga vale -1.

el átomo las partes resultantes ahora tendrán unas nuevas propiedades. Es en éste sentido en el que el concepto antiguo no es tan errado, pues el átomo es la mínima división a la que puede llegar un elemento químico conservando sus propiedades.



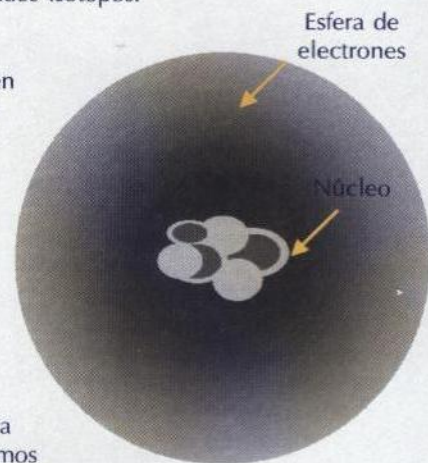
Un elemento químico está constituido por átomos del mismo tipo

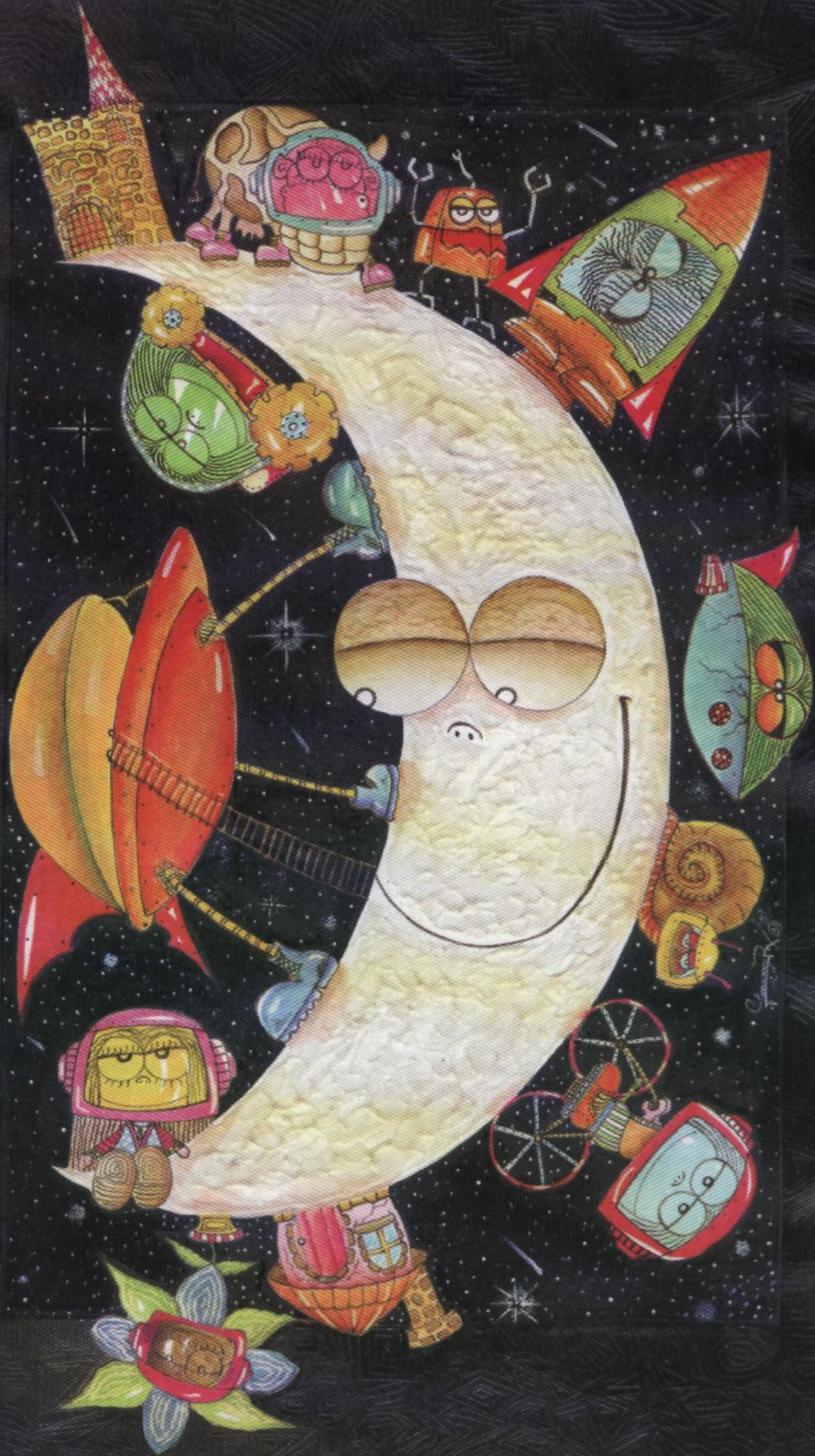


Una molécula está hecha de átomos de diferentes tipos

Ahora cabe resaltar una parte de la anterior frase "*una sustancia formada por una sola clase de átomos*" a esto es a lo que los químicos llaman un elemento químico, los que se deben diferenciar del caso en que existe más de un tipo de átomo, ya que sustancias formadas por combinaciones de dos o más tipos de átomos es lo que se conoce como compuestos; sin embargo debemos anotar que los elementos que se encuentran en la tabla periódica en realidad están formados por mezclas de átomos similares llamados isótopos.

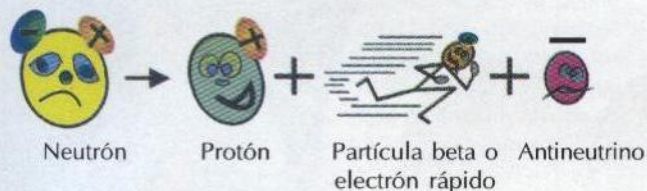
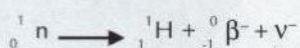
Ahora bien, los átomos pueden suponerse en principio constituidos únicamente por dos partes principales: un núcleo muy pequeño que posee carga positiva y en el que se concentra prácticamente toda la masa del átomo y unos electrones en una esfera externa, que poseen carga negativa que contrarresta la del núcleo y de una masa tan pequeña que es casi despreciable frente a la nuclear. En este escrito nos ocuparemos únicamente del núcleo atómico y en este tendremos en cuenta inicialmente solo los nucleones mencionados antes.





Empeceemos

Sabemos ahora que justo después de la formación del universo (al que en una de las teorías más aceptadas hoy se le conoce como el Big Bang o "la gran explosión") este estaba constituido únicamente por tres tipos de partículas elementales: protones, electrones y neutrones. Algunas partículas nucleares no son estables independientemente, por lo que se transforman *espontáneamente* en otras partículas más estables en un proceso que libera energía, tal es el caso de la transformación de un neutrón en un protón y un electrón :



Donde la letra indica el tipo de partícula, el supraíndice a la izquierda indica la masa de la partícula, el subíndice muestra la carga de la partícula, en este caso n corresponde al símbolo de un neutrón (masa 1 y carga cero), H es el símbolo de un protón o núcleo de Hidrógeno (masa 1 y carga +1), la letra griega β (beta) indica un electrón de alta energía llamado partícula beta cuya masa se considera despreciable frente a la del protón allí formado (por eso aparece con masa cero) y con una carga de valor -1, $\bar{\nu}^-$ indica una subpartícula nuclear llamada antineutrino producto de esta transformación.

Debido a que los electrones poseen carga negativa y los protones carga positiva muchas de estas partículas se unieron formando átomos de Hidrógeno (que posee únicamente un protón en su núcleo y un electrón en su esfera externa), de esta manera se formó el primer y más abundante elemento del universo (se sabe actualmente que el Hidrógeno constituye el 73% de la masa total del universo).

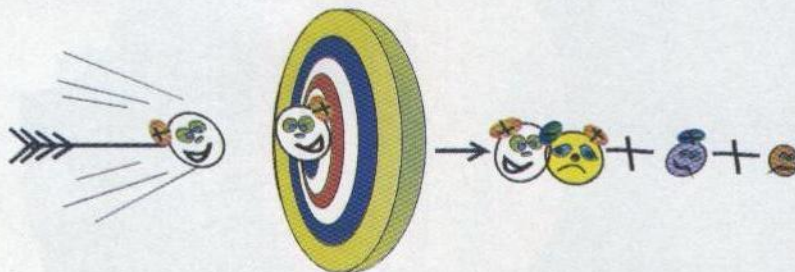
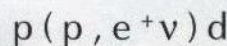
Las partículas recién formadas se dispersaron por el espacio, pero no todas ellas lo hicieron a la misma velocidad por lo que se formaron ondas (como las que puedes observar cuando lanzas una piedra al agua) estas ondas dieron lugar a la acumulación de materia y debido a la fuerza de gravedad estas partículas empezaron a agruparse dando lugar a la formación de estrellas y galaxias y aquí es donde empieza nuestra historia.

Llamamos isótopos de un elemento a los átomos que teniendo la misma carga nuclear poseen diferente masa, esto se debe a que en sus núcleos estos átomos poseen diferente número de neutrones.

³ para no complicarnos vamos a decir simplemente que un fotón es una cantidad muy pequeña de energía, en este caso se trata de radiación γ (de la letra griega gamma), muchísimo más poderosa que los conocidos rayos x.

El nacimiento de los elementos

Las estrellas recién formadas eran gigantescas por lo que en su interior existían grandes presiones, esta a su vez hace que la temperatura en el centro de las estrellas se eleve notablemente (!varios millones de grados!); en estas condiciones de presión y temperatura dos protones pueden chocar y formar un núcleo de deuterio (d)



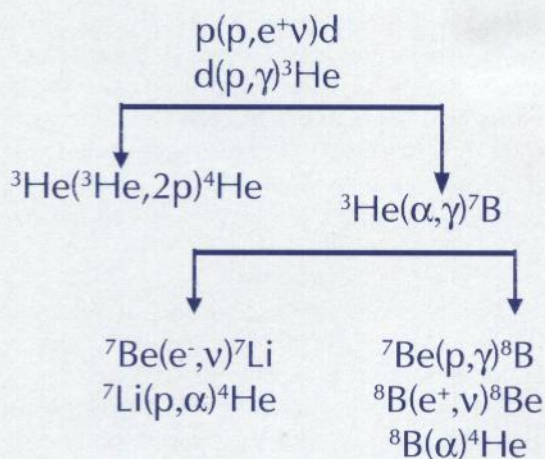
Aquí representa un protón, e^+ representa una subpartícula llamada positrón que posee iguales características en masa al electrón pero de carga contraria, ν representa un neutrino (de estas partículas hablaremos en nuestro próximo número llamado ¿porqué brillan las estrellas?); la simbología empleada aquí es la que se usa corrientemente en la física para describir reacciones nucleares, donde la primera p representa el objetivo, la segunda representa el proyectil con el que se ataca ese objetivo, e^+ y ν son las partículas que salen despedidas por la reacción y la última letra (d) es el producto de la reacción; al proceso de condensación producido durante un choque de dos núcleos se le conoce como fusión nuclear y este es el proceso principal por el que se forman los elementos, como veremos ahora.

Durante la fusión además de producirse las partículas ya mencionadas, hay una pequeña pérdida de masa que se transforma en energía (el valor de esta última puede ser calculado empleando la famosa relación de Einstein $E=mc^2$ pero de esto hablaremos en nuestro próximo artículo). Una vez formado el núcleo de deuterio (que es un *isótopo*² del Hidrógeno con un protón y un neutrón en su núcleo) es probable que uno de ellos choque de nuevo con un protón y produzca un núcleo de un isótopo del Helio llamado Helio3 (${}^3\text{He}$) y un fotón gamma³; podría pensarse que tres protones podrían chocar simultáneamente para formar un núcleo de ${}^3\text{He}$ o que cuatro protones podrían chocar para formar un núcleo de ${}^4\text{He}$, sin embargo estos eventos son muy poco probables y en general no ocurren (es decir, casi nunca...).

⁴ Si observas nuevamente tu tabla periódica encontraras que el elemento número 43 llamado Tecnecio aparece dibujado en letras diferentes que indican que este es artificial (hecho por el hombre) ya que él no se halla naturalmente debido a que su núcleo no es estable.

⁵ Esto sucede a una temperatura de 10^8K y densidad de 10^5g/cm^3

En un paso posterior dos núcleos de ^3He pueden chocar para producir un núcleo de ^4He y adicionalmente 2 protones, también puede suceder que un núcleo de ^3He choque con un núcleo de ^4He al que se llamamos "partícula alfa" (α) para producir un núcleo de berilio⁷ (^7Be) y un fotón ; a partir de aquí se siguen sucediendo choques entre diferentes núcleos y partículas para formar nuevos elementos como veremos en el siguiente esquema:



Como se ve en este esquema no solo se pueden producir choques para formar núcleos más pesados, sino que también es posible que un choque produzca un núcleo más liviano, saliendo despedida otra partícula más pesada que la del objetivo inicial, aún más, es probable que un isótopo poco estable se descomponga para formar núcleos más estables, como en el caso del núcleo de Berilio 8 que se rompe para formar una partícula α y un átomo de Helio. Al proceso mostrado en el esquema anterior se le conoce como la cadena P-P (protón - protón) o también proceso de combustión del Hidrógeno y es la forma como se inicia la formación de los nuevos elementos en el interior de las estrellas; hay que aclarar aquí que los pasos del proceso P-P no ocurren todos a la misma velocidad, hay unos muy rápidos y otros más lentos, además algunos están más favorecidos energéticamente que otros (y esto tiene que ver con la abundancia de los elementos en la naturaleza); así por ejemplo el choque de dos núcleos de ^3He para formar un núcleo de ^4He y dos

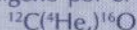
protones sucede mucho más fácilmente que el proceso de choque de un núcleo de ^3He con una partícula α para formar un núcleo de ^7Be , esto explica que el Helio sea un elemento muchísimo más abundante en la naturaleza que otros de mayor peso atómico. A medida que se avanza en la cadena de reacciones, estas se van haciendo mucho más difíciles, razón por la cual la abundancia de los elementos en la naturaleza va haciéndose menor conforme aumenta su peso.

Como dijimos antes, se sabe hoy que el Hidrógeno constituye aproximadamente el 73% de la masa total del universo, el Helio es el 25% y el restante 2% está constituido por los otros 89 elementos que se encuentran normalmente en la naturaleza⁴.

Las estrellas inicialmente se encontraban construidas totalmente de Hidrógeno y de las partículas fundamentales a las que nos referimos al principio, sin embargo el Hidrógeno en su interior reacciona formando principalmente Helio, por lo que el combustible para la reacción empieza a agotarse, con lo que la naturaleza de la estrella empieza a cambiar; al empezar a faltar combustible (Hidrógeno) la estrella lentamente empieza a convertirse en una estrella de las llamadas gigantes rojas.

El agotamiento del Hidrógeno hace que el centro de la estrella se contraiga y caliente hasta que se presentan las condiciones necesarias para que se inicie un segundo paso en la formación de nuevos elementos llamado *combustión del Helio*⁵.

Como dijimos antes durante la reacción de los núcleos de hidrógeno el producto mayoritario es Helio, sin embargo la producción del isótopo ^8Be es alta (14% aproximadamente), pero este isótopo tiene una vida muy corta (aproximadamente 2×10^{-16} s) pasando nuevamente a dos núcleos de ^4He , sin embargo durante este cortísimo periodo de vida del ^8Be es posible que un núcleo de ^4He choque con él para producir un núcleo de ^{12}C , aún hoy no se está muy seguro de este paso, por lo que los físicos consideran más razonable que durante la descomposición del ^8Be suceda otro paso intermedio en el que el núcleo de ^4He reaccione con los dos núcleos procedentes de la descomposición del ^8Be para formar el ^{12}C , a esta reacción se le conoce como el *proceso de tres cuerpos* a partir de esta reacción se forma el Oxígeno por el proceso:

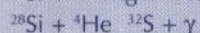
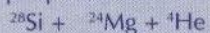


Nuevamente cuando todo el ^4He es consumido en el interior de la estrella hasta formar ^{12}C y ^{16}O , es posible que la estrella nuevamente se contraiga y eleve su temperatura, esto sucede si la estrella es suficientemente grande (usualmente si es entre 1 y 10 veces más grande que nuestro sol) hasta iniciar un tercer paso denominado *combustión del Carbono*, en el que dos núcleos de ^{12}C reaccionan formando núcleos de ^{20}Ne y ^{24}Mg ; en un proceso similar pero a una temperatura aún mayor dos núcleos de ^{16}O reaccionan formando ^{28}Si y ^{32}S , un proceso similar con los núcleos de ^{28}Si y ^{32}S no ocurre espontáneamente, debido a que se requieren temperaturas muchísimo más elevadas.

Si la estrella no es suficientemente grande (esto es menor a una vez la masa de nuestro sol) la temperatura en su interior nunca será lo suficientemente alta para iniciar la combustión del Carbono por lo que finalmente agotan todo su combustible de ^4He y se enfrían convirtiéndose en las llamadas *enanas blancas*, las que al final colapsan debido a fuerzas gravitatorias convirtiéndose en los famosos Hoyos negros.

⁶ Si quieres aprender más al respecto te recomiendo leer el artículo llamado Alquimia Estelar, de Eric B. Norman; aparecido en la revista Journal of Chemical Education de Octubre de 1994.

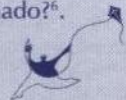
Regresando a las estrellas en que ocurre la combustión del Oxígeno, si su temperatura interior alcanza $4.5 \times 10^9 \text{K}$ se inicia un proceso llamado *foto-desintegración* en el que puede ocurrir:



Bajo estas condiciones es favorable la formación de otros núcleos muchos más estables como el Hierro y elementos de masa cercana; pero una vez que se han formado los núcleos de elementos de masa cercana a la del Hierro⁵⁶ (^{56}Fe) las reacciones requieren cada vez más energía para producirse y liberan muy poca durante su ocurrencia, por lo que el centro de la estrella una vez más empieza a contraerse y calentarse, en este punto se alcanza el punto de foto-desintegración del Hierro, proceso que libera muchísima energía, el centro de la estrella colapsa y se produce lo que los astrónomos llaman una supernova o explosión de una estrella, lo que expulsa una inmensa cantidad de materia y energía hacia el espacio, quedando un residuo que puede ser una estrella de dos o tres veces el tamaño de nuestro sol, llamada estrella de neutrones, ya que las reacciones que se suceden en su interior producen principalmente estas partículas. El origen de elementos más pesados que el ^{56}Fe se sucede por capturas de neutrones por parte de núcleos de ^{56}Fe , pero por procesos mucho más complicados que los hasta aquí descritos.

La tierra como los demás planetas de nuestro sistema solar fue formada con átomos procedentes tanto de la "gran explosión" como de la materia expulsada por nuestro sol así como por otras estrellas, a nuestro planeta continuamente llegan grandes cantidades de materia procedente del espacio; este polvo espacial está constituido por los desechos de las increíblemente poderosas reacciones que están ocurriendo en las estrellas; algunos de estos átomos (los de hidrógeno), fueron formados desde el mismo principio del universo hace unos 15000 millones de años, otros se formaron hace menos tiempo, pero sabemos que prácticamente todos los elementos diferentes del Hidrógeno y el Helio que forman nuestro mundo fueron formados en las lejanas estrellas, así que en tu plato de sopa probablemente tengas miles de millones de años de historia del cosmos reunida en un trozo de carne.

La formación de la mayoría de los diferentes compuestos que existen en la tierra y que hacen parte de tu plato de sopa, se inicia cuando los diferentes elementos ya estaban en la tierra, por procesos geológicos o biológicos, aunque cabe anotar que en los últimos años se ha encontrado evidencia de que algunos compuestos similares a los aminoácidos (ladrillos de todos los seres vivos) también se hallan presentes en los meteoritos que han llegado a nuestro planeta; sin embargo, todos los átomos que los conforman fueron fabricados en las estrellas. Los elementos son en resumen, las cenizas que resultan de la combustión que ocurre en esos gigantescos hornos que son las estrellas ¿te lo habías imaginado?⁶.



En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una ciudad, y el mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio, que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Sigüientes entendieron que ese dilatado Mapa era inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los Inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas.

DEL RÍGOR en la ciencia

Suárez Miranda: *Viajes de varones prudentes*, libro cuarto, cap. XLV, Lérica, 1658.



Recreo



Museo de la Ciencia y el Juego - diseño e fotografías: N. Giovanni Rodriguez 1999



Seguramente les falta

¿Muy serios?

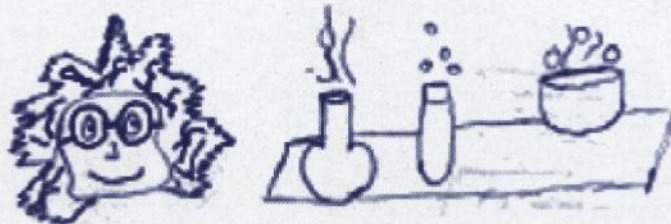


ANOTACIONES

RESPECTO A LA **INVESTIGACIÓN** DE IMÁGENES SOBRE **LA CIENCIA II**¹

CAL. IA AMISTAD
NATALIA ANDREA BESARANO SUZMAN.
10.02

la ciencia metodo
que nos ayudo a estudiar
todo lo que nos rodea



Programa de Investigación del Museo
sobre imágenes e imaginarios de la
ciencia y la tecnología.

En el número 1 de Museolúdica se publicó la primera parte de éstas Anotaciones, aquí continuamos con el caso de los dos periódicos que veníamos trabajando: El Tiempo y El Espectador.

Hasta la década de los 70 nuestros periódicos consistían en un cuadernillo, los domingos además del cuadernillo principal llegaban las aventuras y el magazín literario. En el cuadernillo se trataban todos los temas: editoriales, políticos,

¹ El texto se basa en la ponencia Ciencia y Comunicación que el autor presentó en la Cátedra Manuel Ancizar de la Universidad Nacional de Colombia, llevada a cabo durante el II semestre de 1998, que versó sobre problemas de comunicación. Se ha mantenido el lenguaje narrativo de la exposición.

Figura No. 1. Carátulas de las revistas Los Monos de El Espectador, e ilustración de la revista *Journal of Chemical Education*.



judiciales, deportivos, culturales, sociales etc. En la década mencionada los periódicos norteamericanos reformaron su estructura e introdujeron las llamadas secciones especializadas que constituirían el núcleo básico de nuevos cuadernillos. Este modelo involucra un alto porcentaje de publicidad con el fin de cubrir los costos representados en el personal especializado, necesario para poder sostener las secciones, y en un mayor paginaje. Esta forma de estructurar los periódicos fue seguida en Colombia, siendo El Tiempo un buen ejemplo del modelo. En 1998 los dos periódicos se conformaron de 4 o más cuadernillos. En nuestro medio las secciones dedicadas a la ciencia apenas son una fracción de los cuadernillos.

Al Mirar los titulares de las secciones de ciencia de nuestros periódicos de circulación nacional de las últimas 5 semanas, lo primero que salta a la vista es la diferencia en el número de titulares, El Espectador 17 y El Tiempo 30. En las semanas cubiertas, se encontró que El Espectador dedica una página y El Tiempo 3.4 pgs en promedio a las secciones de ciencia. Al descontar la publicidad que aparece en ellas se obtuvo 0.86 pgs efectivas para El Espectador y 1.6 pgs efectivas para El Tiempo dedicadas a la información científica². La explicación del número mayor de titulares es simple: el espacio dedicado a este tipo de información es mayor en El Tiempo.

En mediciones anteriores se había encontrado que los dos periódicos destinaban prácticamente el mismo espacio para la información científica, sin embargo El Espectador ha venido disminuyendo sensiblemente la información sobre estos temas, hasta el punto de dedicar solo un cuarto de página a ellos en la actualidad. Este proceso es muy preocupante y no se compadece con la actitud positiva que

sobre la ciencia ha tenido tradicionalmente El Espectador.

De los 17 titulares de El Espectador, 10 son realizados en el país (59%) y 7 en el extranjero. Para El Tiempo estos números son 10 nacionales (33%) y 20 extranjeros. En otra parte habíamos anotado que:

La diferencia, que parece intrascendente, entre realizar localmente un artículo o una noticia sobre algún aspecto científico de nivel internacional o de publicar la noticia emanada de fuentes periodísticas extranjeras, conduce a construir sensibilidades distintas. En el primer caso el lector puede construir sensibilidades que favorecen una mayor valoración nacional en estos asuntos. En el segundo se reforzaría el imaginario de que somos muy limitados para los aspectos relacionados con la ciencia. Como esto se reitera con relativa frecuencia, por esa simple vía se van construyendo sensibilidades negativas hacia las posibilidades de nuestro hacer en la ciencia. Se puede argumentar que las noticias al respecto se producen en el hemisferio norte. Sin embargo, al mirar un poco más en detalle, se observa que estos artículos han sido elaborados por comunicadores extranjeros con base en artículos publicados por revistas científicas como Nature y Science, artículos que no se pueden considerar exactamente como noticia en la medida en que cuando ven la luz pública, las investigaciones que los causaron habían culminado meses atrás o están en otra fase de desarrollo.³

² Ver en Museolúdica N 1, 1998, el artículo del mismo autor 'Anotaciones respecto a la investigación de imágenes sobre la ciencia'.

³ Ibid, pg. 49.

⁴Ribas, Cristina. "Cómo producen los medios la ciencia". En Revista Quark. Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura. No. 9 octubre-diciembre de 1997. Pp 49-59

⁵ Nelkin, Dorothy. Selling science, Physics Today, noviembre 1990, pgs. 41-46.

En los dos periódicos aparecen temas cuya extensión puede ser larga o mediana y notas cortas. El Tiempo trae dos tipos de notas cortas denominadas Atómicas y E=MC2, en Atómicas se reseña o informa sobre eventos generalmente de tipo académico organizados por universidades y/o asociaciones profesionales y científicas, no tienen un título en sí y son más cortas que las notas E=MC2. Estas últimas presentan variados temas: *Crecimiento* (Medicina); *Mozart y las ratas* (Sicología del comportamiento); *Gusanos y viejitos* (Genética); *La 'faja milagrosa'* (Sexualidad, una faja para el pene que supuestamente es más efectiva que el Viagra); *Arboles en probeta* (Biotecnología). Todas estas notas son de fuente extranjera y no aparecen regularmente en la sección de ciencia.

Caso parecido sucede con las notas cortas de El Espectador, denominadas Breves, son más irregulares que las de El Tiempo y sus fuentes son del extranjero: *Dinosaurios en México* (Paleontología); *Dinosaurios en España* (Paleontología); *Texto antes de Cristo* (Linguística). Tanto El Tiempo como El Espectador presentan notas más extensas sobre eventos nacionales e internacionales que por variadas razones (¿?) la redacción de los periódicos ha juzgado que amerita mayor extensión que una nota corta (El Espectador no tiene notas cortas similares a Atómicas). Ejemplo de ellas son: *Conocimiento propio*, *Convención científica*, *Tortículis colectiva* (El Espectador). En El Tiempo encontramos las siguientes: *Congreso Iberoamericano de astronomía*; *Ser científico es un estado de ánimo*; *Investigadores sobre la lupa*.

El Espectador parece resaltar más el papel de los investigadores colombianos ya que dedicó 4 artículos a científicos que ganaron premios de ciencias, de ellos tres fueron dedicados a mujeres; El Tiempo sólo presentó un artículo de este tipo a un premio ganado por mujeres. Los restantes artículos o notas se distribuyen en temas como genética y paleontología, además de una controversia suscitada por el Papa (caso El Espectador). En el Tiempo los temas se reparten entre genética, medicina, astronomía, paleontología y curiosidades.

La pregunta que se viene a la mente es cómo hace el periodista para que algo sea noticia fuera de aquello que forzosamente lo es: una catástrofe, la muerte del Papa, el 'affaire' de un personaje internacional (caso Clinton), por ejemplo.

Es común que nuestras comunidades científico-académicas muestren una relativa desconfianza frente a los medios masivos de comunicación. Ésta se basa en gran medida en que lo que es relevante y

novedoso para aquéllas, en general no lo es para ellos. Esa diferencia de percepción de lo que es y no es noticia, en parte radica en la naturaleza distinta del trabajo científico y comunicativo, y en la mutua incompreensión de esa diferencia. En general el científico le achaca al comunicador que no entendió de que se trataba, que lo tergiversó, que obró de acuerdo a sus intereses, en fin que el comunicador es ignorante y con intenciones no siempre claras.

Investigaciones sobre cómo se produce una noticia (newsmaking) y la 'noticiabilidad' de un suceso, de un acontecimiento⁴ han encontrado que influye más las formas de producción y de organización del trabajo de tal forma que el comunicador está sometido a un engranaje de la empresa y de la profesión que marca lo que se va a convertir en noticia, los posibles enfoques, dando como resultado una distorsión involuntaria de la noticia científica. Esto explica porque la sección de ciencia de El Espectador es a veces 'viajera'. O porque no aparece a veces, ocurre rara vez, la correspondiente sección de ciencia de El Tiempo y otras particularidades que se encuentran cuando uno explora los titulares arriba mencionados. Aún así es difícil entender la racionalidad de escoger entre un artículo de paleontología y otro de astronomía, aquí puede jugar el gusto del periodista, con el de que el artículo x cubre el espacio requerido para cerrar la sección.

Si se mira el lenguaje narrativo de los artículos, éste es por lo general de tipo discursivo que pretende aclarar o explicar algún concepto, descubrimiento o invento. El artículo periodístico no va más allá de esto. El lector no se entera de las implicaciones sociales, políticas y económicas de la actividad científica. Tampoco aparecen reflexiones sobre la estructura de la ciencia. No es casual que existan columnas dedicadas a la crítica de arte, teatro, literatura, política, deportes, pero no exista una columna de crítica científica⁵. El periodista político o judicial por ejemplo, trata de confirmar la historia que dará lugar a una noticia, el periodista científico confía plenamente en la conferencia de prensa o en el reporte de prensa de una institución científica. Detrás de todo esto está el imaginario de la autoridad incontrovertible y de la ciencia como una actividad no apta para personas comunes.

Voy a ilustrar con imágenes algunos de los imaginarios de la ciencia y la tecnología que se encuentran en nuestra prensa.

En la figura No.1 aparecen ejemplares de la carátula de Los Monos de El Espectador. Allí vemos a un niño vestido con una bata blanca, de cabellos desarreglados, es un gafufo y tiene a su lado algunos instrumentos usados en la ciencia. Si se mira bien es la imagen de un nerd, palabra con la que se estigmatiza a un estudiante que le gusta estudiar. La ilustración tiene un mensaje encerrado, los científicos son «nerds» adultos. La primera carátula es de hace unos 8 años, si miramos esta otra, de la misma revista pero de este año observamos que ese imaginario sigue con gran fuerza, pero tiene un elemento nuevo: tiene uno que estar loco para dedicarse a la ciencia; el símbolo de la radioactividad que aparece en el overol puede ser interpretado como destructivo, el personaje presenta posiblemente intenciones malignas, de poder y control sobre la naturaleza y la humanidad (obsérvese que está parado sobre el mundo). En definitiva es un loco peligroso, basta mirar su cara. La imagen del científico como «nerd» no sólo se da en nuestro país; la figura No.1 muestra una ilustración del *Journal of Chemical Education* y como ven la situación es similar.

En la figura No.2 se observa una publicidad en donde Uds, reconocen a uno de nuestros más reconocidos científicos: Manuel Elkin Patarroyo.



Figura No.2.
Publicidad en
donde aparece
uno de
nuestros más
reconocidos
científicos
colombianos
como un
hombre de
éxito.

En general, cuando un científico recurre frecuentemente a los medios lo hace con el fin de encontrar apoyo social amplio para su programa de investigación. Fue un proceso que se dio en la década pasada en Estados Unidos cuando diferentes programas de investigación competían por los fondos financieros de tal forma que debían hacerse visibles a nivel nacional a través de los medios, considerándose ésta una estrategia básica. Además la idea de ciencia y progreso fue cuestionada y la comunidad científica tuvo que enfrentar críticas y controversias, internas y externas, de carácter social y ético, lo que llevó a que la consecución de fondos involucró un complejo proceso de persuasión de las bondades del programa en cuestión y de negociación.

La puesta en escena es interesante: el ámbito es el de un laboratorio de investigación, allí aparecen aparatos e instrumentos. Varios científicos, mujeres y hombres, con las típicas batas blancas que nos recuerdan que estamos en otro mundo. Junto a ellos aparece un hombre en mangas de camisa y sonriente. El dr. Patarroyo es un hombre de éxito. Ellos, los científicos, son sus colaboradores, sus subalternos.

La imagen que muestra la figura No.2 es un caso interesante que tiene que ver con el papel que empieza a desempeñar un científico cuya celebridad rebasa las fronteras de la comunidad científica, convirtiéndose en una personalidad nacional y si es el caso, en internacional. El científico en su papel de personalidad será invitado a múltiples eventos, casi ninguno científico, con el fin de contribuir a la brillantes del evento. Será entrevistado y necesariamente se le preguntará sobre lo divino y lo humano y se verá obligado a opinar sobre ello. El

papel de personalidad le permite acceder a información y a fuentes de financiación que como simple científico no lo hubiera podido hacer. El estatus de personalidad le otorgará ventaja evidentes sobre sus colegas.

En nuestro curso de Educación en Tecnología, los profesores participantes realizaron una encuesta a 1291 estudiantes -cuyas edades oscilaban entre los 10 y los 14 años-, sobre publicidad en televisión. Sólo 274 estudiantes identificaron en alguna propaganda a un personaje que fuera científico o inventor colombiano. De este último grupo, 237 nombraron al Dr. Patarroyo; muy lejos le siguió Walter Mercado (¿influencia de la Nueva Era y/o de las llamadas ciencias ocultas?) con 12, el Profesor Yarumo con 7, Tadeo Clonado (?) con 6, Albert Einstein (?) con 4 menciones y Gabriel García Márquez con 2. También fueron mencionados Ronaldo, quizás porque en cualquier momento se inventa una jugada y mete un gol, y Simón Bolívar, inventor de la Gran Colombia. Como se puede observar, la visibilidad de la ciencia en Colombia la tiene Manuel Elkin Patarroyo. Es interesante anotar que en nuestro medio los científicos que han logrado un estatus de personalidades nacionales o internacionales han sido, por lo general, de formación médica. No provienen de las ciencias básicas cuya identidad sigue en el limbo.

¹ El texto se basa en la ponencia Ciencia y Comunicación que el autor presentó en la Cátedra Mauel Ancizar de la Universidad Nacional de Colombia realizada durante el segundo semestre de 1998. Versó sobre el tema de la comunicación. Se ha mantenido el lenguaje narrativo de la exposición. Lo aquí expresado hace parte de las investigaciones que sobre imágenes e imaginarios de la ciencia viene realizando el Museo de la Ciencia y el Juego.

DIRECTOR DEL MUSEO DE
LA CIENCIA Y EL JUEGO

Julían Betancourt M.

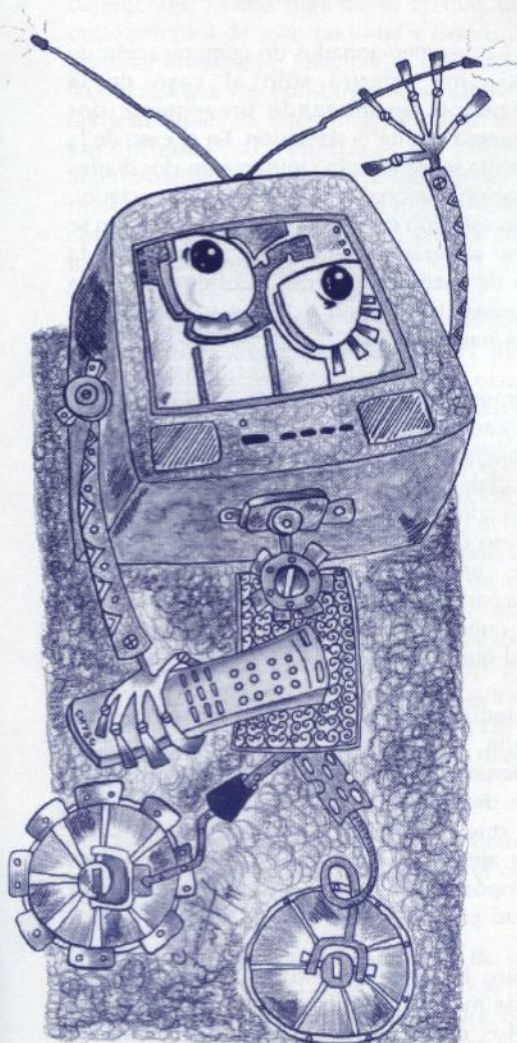
6

COMUNICACIÓN
DE LA CIENCIA
SECCIÓN

CIENCIA, COMUNICACIÓN

Y PUBLICIDAD

EN TELEVISION!



El título de esta charla convoca dos campos de gran amplitud: ciencia y comunicación. Amplitud que puede ser acotada un poco si trastocamos los terminos y los relacionamos. El resultado es Comunicación de la Ciencia. Me ocuparé entonces de ella en razón no del experto en el tema, sino de alguien quien ha trabajado en un museo de ciencia como es el Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia, cuya actividad tiene que ver precisamente con la comunicación de la ciencia.

Este tipo de comunicación la dividiré en 4 clases: intracientífica, intercientífica, pedagógica y popularización de la ciencia.

En primer lugar, la comunicación intracientífica es la comunicación típica entre pares, es decir entre especialistas del mismo campo. Los artículos de revistas especializadas y las conferencias en congresos científicos son buenos ejemplos de ella. Se habla a un auditorio conocedor del tema, en un lenguaje expositivo lógico conceptual, característico de la ciencia.

La comunicación intercientífica es el tipo de comunicación que utiliza un científico o un grupo de ellos para comunicarse con otros de otra especialidad o disciplina. El lenguaje utilizado recuerda a la exposición lógica conceptual, sin embargo se ve salpicado por metáforas que aparecen aquí y allá. Ejemplos de ella se encuentran en las conferencias dictadas a un auditorio de científicos que no son pares del conferencista y en revistas como *Scientific American* y *Science*. El tercer tipo de comunicación, la pedagógica tiene como escenario la escuela: primaria, secundaria y universitaria. El lenguaje utilizado es fundamentalmente narrativo y va enriqueciendo su léxico con palabras procedentes del mundo de la ciencia. En los últimos años de la universidad el lenguaje es similar al utilizado en el caso anterior. Aquí el papel del comunicador, es decir, del profesor o del maestro es sustantivo. Su sola actitud hacia la docencia, la materia y los estudiantes suele construir, por parte de ellos, sensibilidades positivas o negativas hacia lo que enseña el profesor y que muchas veces determinan el completo alejamiento del ámbito de la ciencia.

² BRUNER, Jerome. Realidad mental y mundos posibles, Cap. II. Dos modalidades de pensamiento. Gedisa Editorial, 1996. p. 23-26

³ Ibid, p. 21.

⁴ Ibid, p. 23.

⁵ Ibid, p. 24.

⁶ Ibid, p. 24.

⁷ BRUNER, Jerome. Actos de significado, Cap II. La psicología popular como instrumento de la cultura. Alianza Editorial, 1995.

⁸ Ibid, p. 69

⁹ En el No 1 de Museolúdica se trató el caso de la prensa en 'Anotaciones respecto a la investigación de imágenes sobre la ciencia'. En este número se presenta la parte II de las Anotaciones. Por esta razón la parte de la conferencia sobre el caso de la prensa ha sido omitida. Ver en este número Anotaciones II.

¹⁰ Granés, José y Bromberg, Paul. "La divulgación científica y la apropiación cultural de las ciencias", Naturaleza, Educación y Ciencia, No. 4, 1986.

¹¹ Ibid.

Por último la popularización de la ciencia que utiliza un lenguaje fundamentalmente narrativo y está dirigida a un auditorio lego en el asunto. Como se ve estas formas de comunicación definen también su auditorio, o mejor, su público: los científicos pares, los científicos no pares, los estudiantes, y el público en general.

Las cuatro modalidades utilizan dos lenguajes distintos: el expositivo lógico conceptual y el narrativo. Según Jerome Bruner en *Realidad mental y mundos posibles* son dos formas básicas en que se expresa el pensamiento humano, que tienen estructuras distintas². La forma de trabajar en el pensamiento lógico conceptual es de 'arriba hacia abajo', busca generalizar y establecer la certeza de sus predicamentos. A su vez el narrativo va de 'abajo hacia arriba', su campo es lo particular³. no busca la certeza sino la verosimilitud⁴, es decir pretende ser creíble, o en palabras del mismo Bruner:

'... esas dos maneras de conocer tienen principios funcionales propios y sus propios criterios de corrección. Difieren fundamentalmente en sus procedimientos de verificación. Un buen relato y un argumento bien construido son clases naturales diferentes. Los dos pueden usarse como un medio para convencer a otro. Empero, aquello de lo que convencer es completamente diferente: los argumentos convencer de su verdad, los relatos de su semejanza con la vida. En uno la verificación se realiza mediante procedimientos que permiten establecer una prueba formal y empírica. En el otro no se establece la verdad sino la verosimilitud⁵.

Ahora bien, la exposición lógico conceptual se basa en teorías, categorías o conceptos; su lenguaje está regido por requisitos de coherencia y la argumentación está dirigida por hipótesis de principios⁶. La narración en cambio tiene una lógica distinta, es secuencial. La primera puede conducir a un artículo científico o a una conferencia. La segunda a una novela.

Según el mismo autor, pero ahora en otro libro, *Actos de significado*, la forma organizativa del sentido común es de tipo narrativa. Siendo la narración una secuencia de sucesos, estados mentales y acontecimientos, que pueden ser "reales" o "ficticios", sin menoscabo de su verosimilitud. El relato puede recurrir a la "lógica de lo imposible" para explicar las desviaciones de lo habitual de forma comprensible⁷. Por medio de la forma narrativa se "organiza la experiencia", elaborando marcos o esquemas que son formas de "construir el mundo". En resumen, la manera típica de enmarcar la experiencia es la modalidad narrativa que depende en gran medida de los tropos. La metáfora, la metonimia,

la implicación etc, le dan a la narración el poder de ampliar el horizonte de posibilidades, de explorar conexiones entre lo excepcional y lo corriente⁸.

Establecido lo anterior vale la pena recalcar que el científico se expresa en dos lenguajes: uno público, el lenguaje lógico conceptual y uno privado, el lenguaje narrativo. En su rol de profesor tal parece que el lenguaje de la ciencia no fuera suficiente para ayudar a crear las imágenes suficientes que permitan la construcción de nuevos conceptos y tiene que recurrir a las metáforas, las semejanzas, en fin a las narraciones que permiten crear 'visualizaciones' que más tarde conducirán a los conceptos. Sin embargo, muchas veces aclara que no utilizaría ese lenguaje en público, es decir, en su rol de científico. Pero él, en tanto ser humano, utiliza las narraciones, el lenguaje típico del sentido común que usa cotidianamente para comunicarse en su papel de persona corriente. Ellas, las narraciones, aflorarán en muchos instantes de su vida científica, en especial en los momentos de creación.

De los tipos mencionados de comunicación de la ciencia me referiré sólo al caso de la popularización examinando brevemente dos medios: prensa escrita⁹ y televisión. En el caso de la prensa escrita se explorarán rápidamente dos diarios de circulación nacional, El Tiempo y El Espectador, que tienen este tipo de sección, Y en la televisión se mirará, no programas específicos que llaman la atención de cierto sector del público, sino las propagandas que llegan a todos y tienen una influencia insospechada.

La comunicación de la ciencia en el caso de la popularización involucra procesos de recontextualización de un saber generado por una comunidad de científicos con el fin de que ese saber ya modificado sea apropiado por otra comunidad. Este proceso de apropiación de conocimiento y de valores es un proceso de creación de sentido. Es una forma particular de mediación cultural, que debe tener en cuenta las características culturales del público al que se dirige¹⁰.

"Es decir, se trata de una actividad que selecciona, reorienta, adapta, refunde un conocimiento específico, producido en el contexto particular de ciertas comunidades científicas, con el fin de que tal conocimiento, así transformado, pueda ser apropiado dentro de un contexto distinto y con propósitos diferentes por una determinada comunidad cultural"¹¹.

De otro lado, y siguiendo a Omar Rincón, analista de medios y columnista de El Espectador, los medios de comunicación no son simples transmisores pasivos de información; se convierten en productores de cultura en la medida en que

realizan procesos de recontextualización y de mediación de significados. Ellos construyen imágenes sobre la vida y el conocimiento, generan sensibilidades y formas de representar que constituyen una red de significaciones compartidas y por compartir con sectores de la población¹². Actualmente el imaginario colectivo es influido, y en gran medida formado, por los medios de comunicación.

De esta influencia no se escapa la ciencia ni la tecnología. Vale la pena entonces que exploremos algunos de los imaginarios contruidos y propalados por los medios, en especial la prensa y la televisión.

La publicidad de televisión

Una rápida exploración de la publicidad de detergentes, toallas higiénicas, cremas dentales y otros artículos de aseo personal y casero ponen de presente imágenes e imaginarios de la ciencia y la tecnología que van construyendo sensibilidades que las desnaturalizan. Estos imaginarios son los mismos encontrados al analizar las ilustraciones anteriormente comentadas: la imagen del nerd, de no cotidianidad, de eficiencia. Absoluta. A continuación comentaré de viva voz los videos que tenía preparados para la charla.

He dedicado algún tiempo a observar las propagandas de detergentes y las de toallas higiénicas. En razón de la brevedad me ocuparé sólo de las propagandas de este último producto.

En general las propagandas de toallas higiénicas se estructuran en superar una situación molesta causada por el estado de menstruación. Ese es el nudo que debe desatar la tecnología, verdadera heroína del relato. Esa situación molesta no debe ser evidente: ni manchas deladoras, ni volúmenes notorios que sean indicio de la menstruación. A esto responde la tecnología con un producto superabsorbente y extradelgado. La evidencia no tendrá lugar y el indicio se desvanecerá. De tal forma que 'una se siente segura' y 'sólo pasan cosas buenas' ya que la discreción es total.

El relato está permeado por dos discursos: uno basado sobre una estética del asco y el otro sobre las maravillas de la tecnología.

La protagonista siente vergüenza de su estado menstrual, sufre con él. Si es necesario se quitará el saco y lo pondrá alrededor de su cintura, ocultando a miradas indiscretas su molesta situación. En su ayuda viene la tecnología con un producto de maravillosas propiedades: es prácticamente invisible

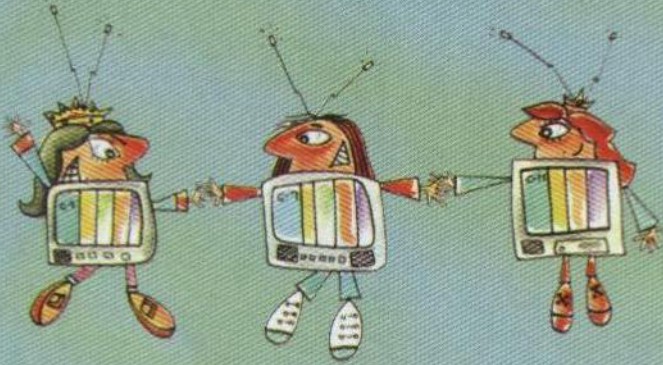


y en su delgado interior se oculta una sustancia desarrollada recientemente, que tiene un sorprendente poder absorbente, capaz de borrar cualquier evidencia de un tinto derramado y de dejar sin agua la bañera de una hermosa chica que realiza su aseo corporal.

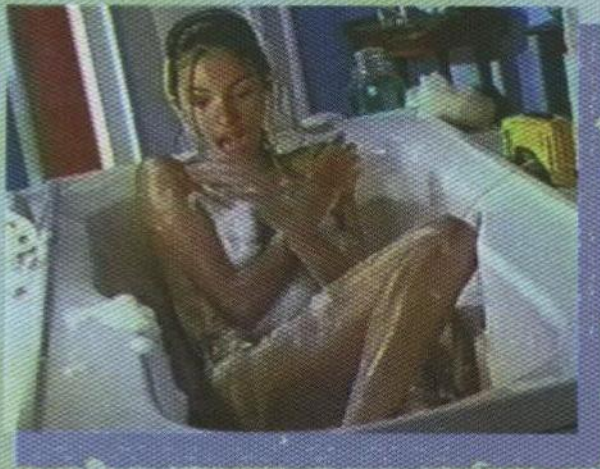
La corroboración de todo lo anterior lo hace supuestamente la ciencia. Ya no se trata del serio hombre de gafas y con bata blanca, un 'nerd' adulto, situado en el ámbito de un laboratorio de investigación, que nos hablará de las maravillosas propiedades y de su eficacia. ¡No! se trata de algo más simple, pero más amigable. El ámbito es la vida cotidiana: un tinto derramado, una bañista que se queda sin agua, unas cuidadas manos femeninas que corresponden a la protagonista y que manipularán los instrumentos científicos con los que realizará el 'experimento' para mostrar las maravillosas propiedades absorbentes. A este tipo de puesta en escena amigable la he denominado el 'experimento cotidianizado'.

Veamos más de cerca la puesta en escena. La toalla reposa sobre una superficie, atrás y muy cerca están 4 probetas: dos llenas con un líquido azul y dos vacías, pero con vestigios del líquido insinuando que él ya ha sido vertido en la toalla. El fondo es azul. Aparecen las cuidadas manos de la protagonista que derraman el líquido de las probetas sobre la toalla y estas mismas manos nos enseñarán que ni una pequeña gota ha escapado. Asepsia total. Se comprueba así la eficacia del producto. ¡La ciencia no miente!.





Es la verdad de la ciencia, elevada a verdad absoluta, la que a manera de testimonio ('el experimento cotidianizado') nos convencerá sin lugar a dudas de las propiedades maravillosas de la toalla. Los referentes de la ciencia que aparecen en la puesta en escena están representados en las probetas, otras veces aparecerá una caja de Pietri, y en algo que se asemeja al rito del experimento. En las propagandas de detergentes se utiliza con relativa frecuencia el científico, quien dará testimonio de la eficacia del producto, sin embargo en las de las toallas higiénicas no aparece el científico, ese 'nerd' adulto que puede espantar a nuestras lindas y jóvenes mujeres. Recuerden que el producto es cosa de mujeres, allí no tienen cabida los científicos ¡así sean mujeres!. Demasiado serias para el modelo de gente bella utilizado.



Gente bella y exitosa, sin problemas. Si existe uno, la publicidad se encargará de decirnos que el producto X solucionará la molestia. Ya que ud. es una persona de éxito que tiene comodidad y confort tendrá que consumir todo aquello que le permitirá seguir estando 'in'. La publicidad trabajará no sólo las necesidades, también los deseos de seguir siendo una persona de éxito o de alcanzar tan ansiada meta. Pero no se descuide ya que día a día aparecen nuevos productos, haciendo a los otros obsoletos. Ud. es gente 'in' que no quiere estar out...

El discurso muestra a la tecnología como eficaz. Capaz de solucionar cualquier problema, de brindar comodidad. Está dirigido a gente de éxito. El prototipo físico de mujeres y hombres utilizados en las propagandas no corresponde por lo general con el prototipo físico de nuestras gentes, se acercan más a los prototipos de países del norte. Son personas asépticas; la estética del asco hará a las mujeres de sangre azul o por lo menos de un rosadito pastel. La caspa y el mal aliento son graves dramas que la tecnología solucionará para poder seguir siendo gente bella, gente linda, gente in.

Por otra parte, la publicidad sintetiza una serie de imaginarios, tanto sobre la ciencia, como sobre la tecnología. Los refuerza y los difunde de tal manera que las valoraciones acerca de ellas, están permeadas por dichos imaginarios. La publicidad nos recuerda que el científico no es como nosotros, es como un 'nerd' adulto, que pertenece a otro mundo y que se expresa con palabras que no se entienden. La ciencia por su parte es un universo de precisión, que produce verdades incontrovertibles, su autoridad no tiene duda. La ciencia es seria, árida. No se ven imágenes de la ciencia como gozo, como divertimento, como valores. Se la respeta, pero no se la quiere.

La tecnología por su parte es eficaz y maravillosa, nos brinda comodidad y nos permite ser personas de éxito. Incita al consumismo. La tecnología no es vista como un sistema cultural, que crea y modifica hábitos, lenguajes y ritmos de vida, que afecta las posibilidades de interrelación, de intersujektividad. Es una forma de concebir el mundo y conforma un mundo simbólico y axiológico en el que se debate las relaciones entre técnica, racionalidad, simbolismo y valores socioculturales¹³.

Es paradójico, pero creo que la publicidad tiene mayor influencia sobre amplios sectores de la población, que los programas especializados y series de televisión que se han realizado con el fin de acercar hacia el ámbito de la ciencia. Estos programas son vistos por una fracción pequeña de los televidentes (en Estados Unidos no pasa del 5% de la audiencia). Una de las razones consiste en que las imágenes difundidas a través de la publicidad llegan a todos y se reiteran hora a hora, día a día, refuerzan a los imaginarios contruídos en la escuela y viceversa, constituyendo un ciclo de realimentación negativa que estabiliza y refuerza la situación.

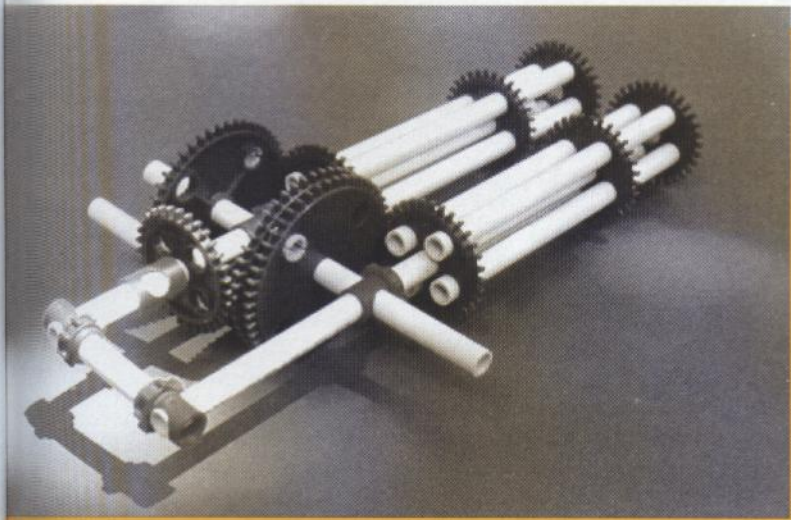
Agradezco la paciencia que han tenido en escucharme y espero que excusen, como se decía antaño, la mala ortografía o valga la ocasión, lo mal hablado.



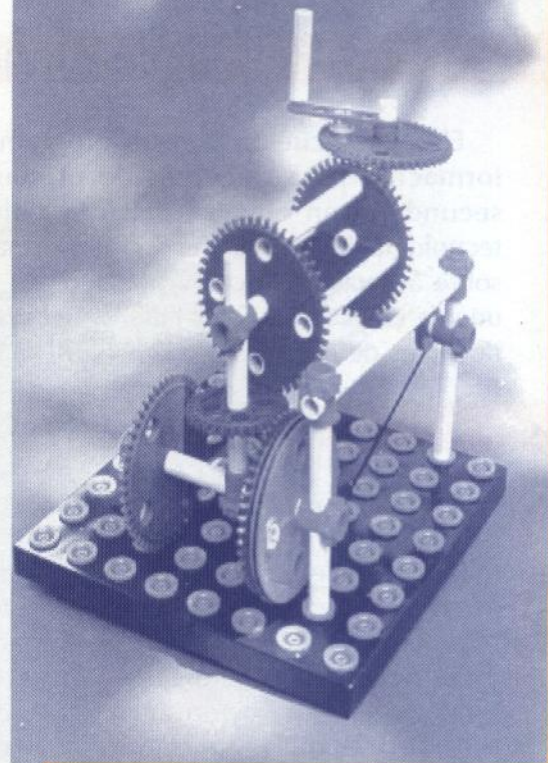


Museo de la Ciencia y el Juego

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



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



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MONTAJES INTERACTIVOS

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

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

TALLERES

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

FORMACIÓN

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

ASESORIAS

El Museo ofrece asesorías en campos relacionados con la museología y museografía de centros interactivos. También asesora en áreas como el diseño industrial y la arquitectura. En cuanto a la primera, se asiste el diseño de montajes y materiales; también se da orientación sobre las posibilidades de producción. En cuanto a la arquitectura, se ofrece información sobre la adecuación de lugares para las exposiciones, el diseño completo de los museos, al igual que sobre la importancia del espacio en las exposiciones o muestras. También se realizan consultorías, evaluaciones y diagnósticos sobre áreas de educación y comunicación de las ciencias y sobre material didáctico para las entidades y comunidades que lo solicitan.



INVESTIGACIÓN

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

Función del Museo de la Ciencia y el Juego:

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

SALUD

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

TALLERES LIBRES

- Deportista de fin de semana
- Prevención de enfermedades de transmisión sexual y sida
- Aspectos biológicos del envejecimiento y la adaptación a la tercera edad



Universidad Nacional de Colombia · Facultad de Ciencias
Teléfono: 3165413 · Telefax: 3165441
A.A. 59541 · Santafé de Bogotá D.C. · Colombia.
Correos Electrónicos: mludus@yahoo.com
mludus2@interred.net.co
recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

No queremos
Angeles... tan sólo maestros

programa de formación de docentes



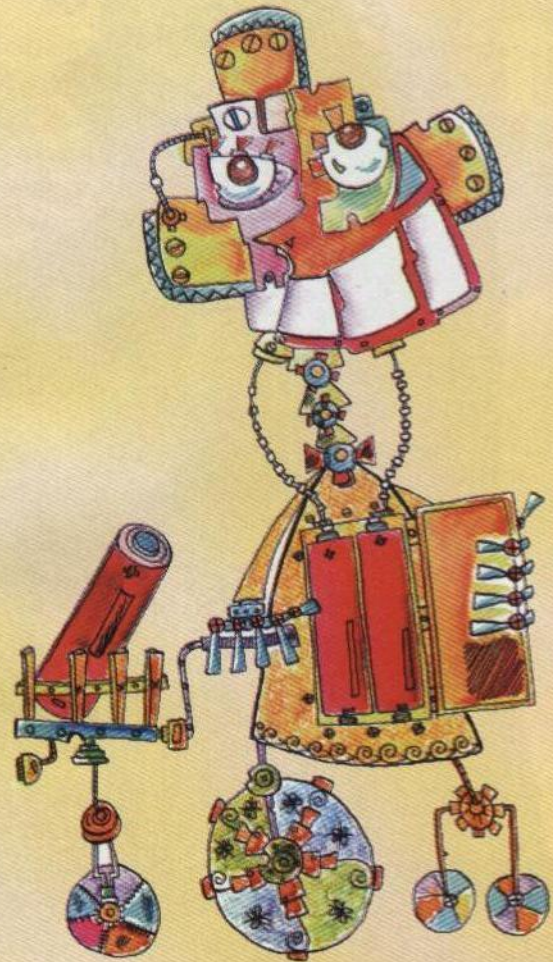
el taller de
recreo

Pilas Loco!



s e c c i ó n

LÚDICAS



¿R

¿Recuerdas esos misteriosos objetos que hacen funcionar los radios portátiles, las linternas y muchos juguetes eléctricos?

Si, en efecto, nos referimos a las pilas.

Estas son, en esencia, recipientes en donde mediante reacciones químicas es posible obtener electricidad (además de algunos productos químicos) y que constituyen uno de los medios más prácticos de transportar energía a cualquier lugar.

Pero... ¿Cómo funcionan las pilas?

Empezaremos diciendo que muchas reacciones químicas requieren que se les suministre una cierta cantidad de energía para que ocurran; esta energía se les puede suministrar mediante calor, luz, electricidad u otro medio. Por otro lado, existen reacciones químicas conocidas como espontáneas, que no requieren ningún estímulo para iniciarse, es más, existen algunas que pueden generar gran cantidad de energía en el momento en que ocurren.

Y... ¿ C ó m o o c u r r e e s t o ?

Los diferentes elementos en tu tabla periódica poseen una propiedad llamada electronegatividad, que indica cuán afín es un elemento por los electrones. Esta propiedad permite ordenarlos en una serie (llamada serie electromotriz) que admite compararlos en cuanto a su capacidad para perder o ganar electrones. Como los átomos pueden perder o ganar electrones tenemos, dos casos: cuando un átomo gana electrones, se dice que se reduce, mientras que si los pierde se oxida. Si un elemento poco afín por los electrones se pone en contacto con uno con mayor afinidad por ellos, el primero los donará al segundo oxidándose, mientras que el segundo al recibir los electrones se reduce.

Las pilas combinan ambos fenómenos: reacciones espontáneas que generan energía en exceso y procesos de oxidación y reducción (llamados reacciones redox).



H a g a m o s u n a
p i l a

Esta actividad debe ser supervisada por un adulto

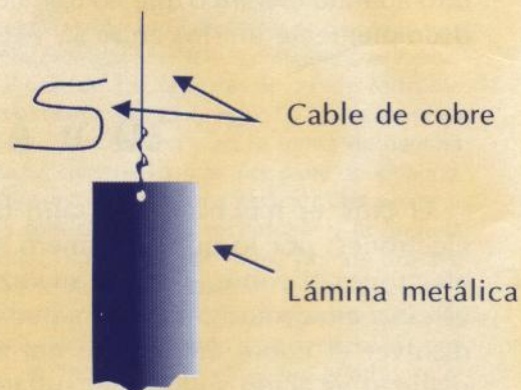
Necesitamos:

- * Una lámina de cobre (aprox. 2 x 10 cm).
 - * Un trozo de cable telefónico (unos 70 cm).
 - * Un vaso pequeño de vidrio (puede ser una copa de aguardiente).
 - * Un poco de ácido de batería que es el mismo ácido sulfúrico (1/2 copita de aguardiente es suficiente)
- ATENCIÓN: sólo un adulto debe manipularlo.**
- * Una pila tipo A vieja (las pilas tipo A son las grandes que corrientemente se usan en las linternas).
 - * Una puntillita.

Con la ayuda de un adulto, desbarata la pila. Encontraras que ella esta compuesta de un cascarón metálico relleno de una masa negruzca con una barrita sólida en el centro. Procura desocupar el relleno de la pila sin dañar mucho el cascarón metálico, pues está hecho de un metal llamado cinc, el cual emplearemos para fabricar nuestra pila.

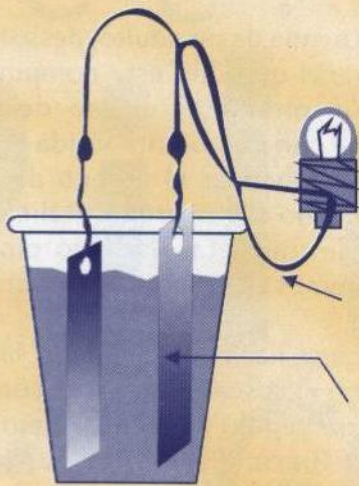
Una vez hayas desocupado la pila, lava muy bien el cascarón de cinc, con suficiente agua y un cepillo de dientes viejo. Con unas tijeras fuertes, recorta una tira de aproximadamente 3x9 cm del metal, aplánala y con la puntillita hazle un pequeño agujero en un extremo. Igualmente, toma la lamina de cobre y con la puntilla hazle un pequeño agujero en un extremo.

Toma el cable telefónico, corta dos trozos de 15 cm cada uno y pélele los extremos a cada uno de estos trozos. Luego introduce un extremo del cable en el orificio de la lamina de cinc y haz un pequeño nudo, tal



como muestra el dibujo. De igual forma hazlo con el otro cable y la lámina de cobre.

Al resto del cable quítale totalmente el recubrimiento plástico, córtalo en trocitos y échalo en el ácido. Debes esperar algunos minutos hasta que buena parte del cobre del cable se haya disuelto. Toma parte de la solución que obtuviste al echar los trocitos



Vasito pequeño

Ácido de batería diluido

de cobre en el ácido y pásalo a la copita de aguardiente; completa el volumen adicionando más agua.

Ahora solo tienes que introducir las dos laminas metálicas en el vasito, pero atención: hazlo de tal manera que no se toquen esto es muy importante ya tienes una pila lista para usar. Sólo tienes que unir los dos extremos libres de los cables a un bombillo de linterna o a algún otro aparato eléctrico que no trabaje a más de 1.2 voltios o simplemente unirlos entre sí, y listo.

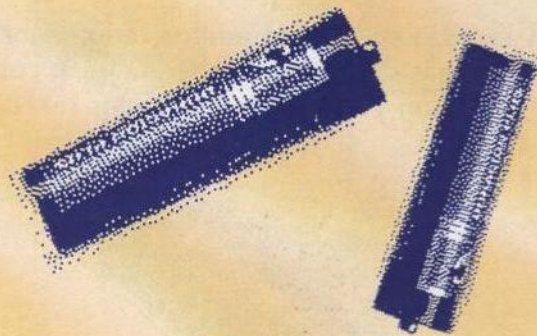
¿Qué sucede?

El cinc es mucho menos afín que el cobre por los electrones, por lo que el primero se oxida, cediéndole electrones al cobre, el que a su vez se reduce. Al entrar el cinc en contacto con la solución que obtuviste al disolver el cobre con ayuda del ácido de batería (en realidad es ácido sulfúrico y sulfato de cobre), algunos átomos del metal pasan a ella y al hacer esto, ceden dos electrones que viajan a través de la lamina de cinc y el cable de cobre hacia afuera del vaso, mientras tanto, los átomos de cinc que han perdido sus electrones pueden viajar por la solución.

En la solución de color azul, se encuentran iones de cobre (los iones son átomos que poseen carga eléctrica; en este caso se trata de átomos oxidados de cobre); si has unido los dos extremos de los cables pegados a las laminas, los electrones continuaran su viaje a través del cable hasta llegar a la lamina de cobre; Los iones de

cobre que se encuentran en la solución, viajan hacia la lamina de cobre y allí al recibir los electrones, se reducen.

Si en cambio has interpuesto algún aparato eléctrico (un bombillo de linterna, un reloj, un motorcito etc.) el paso de los electrones hará funcionar el dispositivo y podrás ver que por ejemplo el bombillo intenta encenderse (claro que no durara mucho tiempo encendido porque nuestra pila no es muy buena), pero al final los electrones continúan su camino para reducir el cobre.



Tareas para clase

- * Puedes colocar los dos extremos libres de los cables en contacto con una tirita húmeda de papel tornasol, notarás que un extremo se mantiene azul, mientras que el otro cambia a rojo.
- * Si en un vasito con agua y sal, introduces el extremo de uno de los cables de cobre y al otro cable le unes unos pelitos de esponjilla de hierro y los introduces en el vaso, ¿que sucede?
- * ¿Qué significa polo positivo y polo negativo?
- * Ahora cambia de lugar ambos cables (es decir los pelitos de hierro de la esponjilla en el polo negativo y el cable libre en el polo positivo) ¿Qué sucede ahora?
- * ¿Qué serán esas substancias que se forman en el extremo de cada cable?
- * Pregúntale a tu profesor que sucede allí.

Miguel Angel Montero Páez

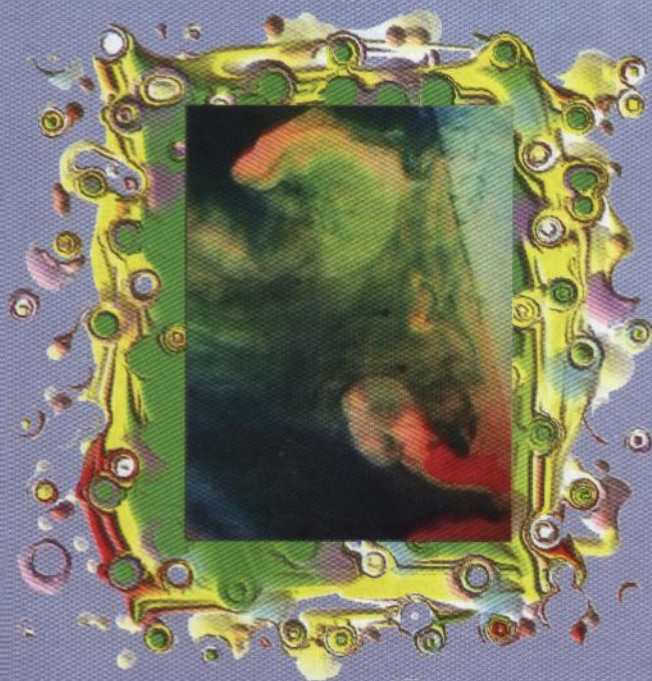
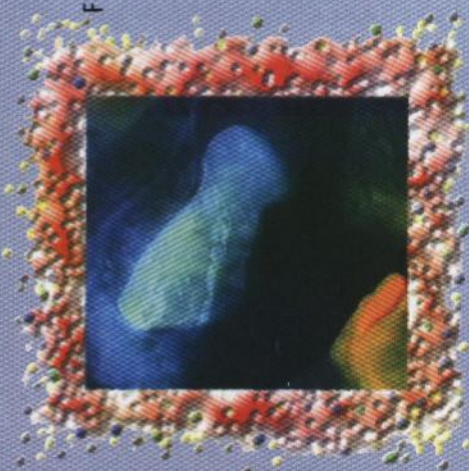
Coordinador del área de
Química

Subdirector Museo de la
ciencia y el Juego

Fabio Córdoba Díaz

LAS VENTANAS QUIMICAS

O "Cómo Viajar a Través del Tubo de Ensayo"



ES

si huele horrible, es Química; si es repulsivo y se arrastra, es Biología; si es totalmente inútil, es Física" así reza una de las famosas leyes de Murphy. Desafortunadamente esta imagen ha hallado arraigo en el lenguaje cotidiano y en la forma de percibir las llamadas ciencias básicas, por parte del público. Los medios masivos de comunicación, las políticas estatales sobre ciencia y tecnología y la escuela tradicional, son en parte (pero no los únicos) responsables de que el grueso de nuestra población perciba las disciplinas científicas como actividades ajenas, frías, difíciles y en todo caso fuera del alcance de la gente "normal". De ellas, la Química es la reina de las feas, principalmente por el uso dado corrientemente a la palabra "químico", que se asume como sinónimo de tóxico, artificial y peligroso. Esta imagen, asociada con el rechazo hacia ésta ciencia que se genera desde los primeros años de enseñanza, ha contribuido en gran medida al crónico alejamiento de nuestros pueblos de las inmensas posibilidades que ofrece el conocimiento de la Química.

No es el objetivo de este escrito justificar la necesidad del dominio de la química como herramienta de progreso, tampoco cuestionar el papel de la enseñanza formal ni de los medios de comunicación frente al quehacer científico. Mas bien

¹ Ver: Colmando un Retraso (Treinta años de Colciencias). Villaveces, J. lecturas dominicales El Tiempo Diciembre 13 de 1998)



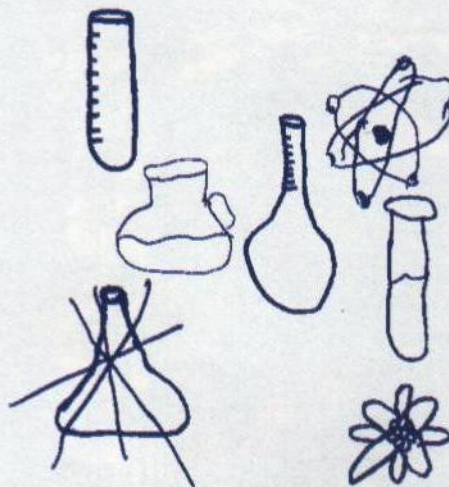
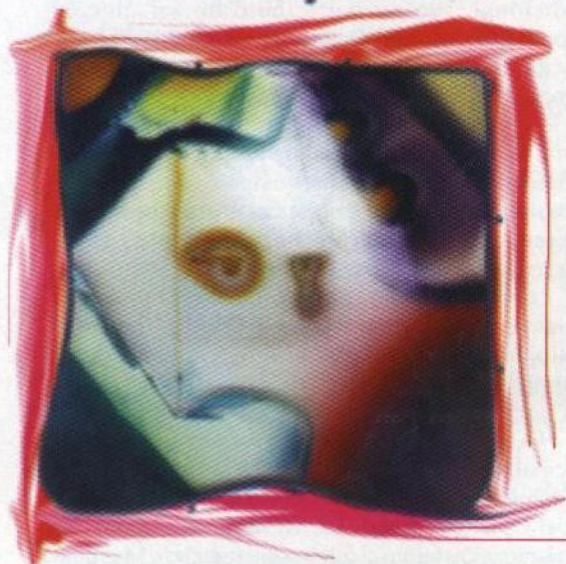
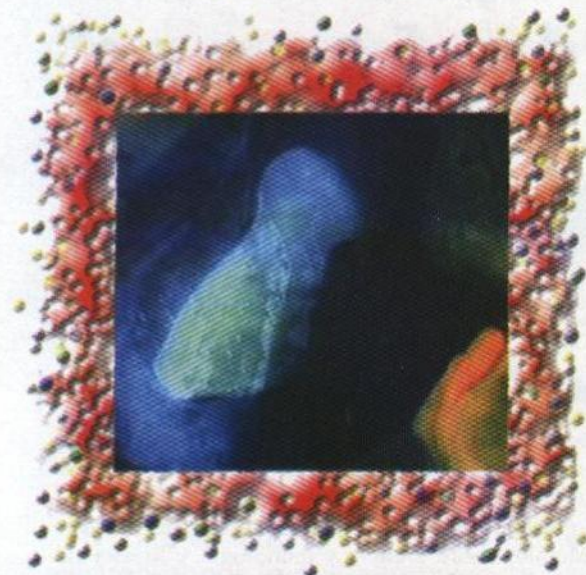
nos referiremos a la imagen que proyectan de sí las ciencias y la que para bien o para mal han ayudado a construir los medios de divulgación científica.

Como en una isla, la comunidad científica de nuestro hemisferio ha desarrollado su actividad durante las últimas 3 o 4 décadas; si bien es cierto que el número de personas, grupos y proyectos de investigación se ha multiplicado varias veces durante este tiempo¹, también lo es, que la necesaria retroalimentación desde y hacia la población, prácticamente no ha existido. ¿Cuál puede ser la causa?

Desde nuestro punto de vista existen al menos dos causas principales: ¿Cuántas revistas de divulgación científica que incorporen el trabajo de nuestros numerosos grupos de investigación circulan en el país? Aún más, ¿cuántas revistas científicas autóctonas circulan fuera de los cerrados círculos de sus editores? No nos prestemos a engaños, en cualquier puesto de revistas es posible encontrar al menos tres o cuatro títulos de revistas de divulgación científica; sin embargo estas tratan en general de trabajos foráneos de la llamada "ciencia de frontera", tan ajenos al público, que no hacen sino reforzar esa imagen distorsionada de la ciencia.

Por otro lado, en las muy contadas ocasiones en que nuestros grupos de investigación tienen la oportunidad de hacer contacto directo con el público, como en una conspiración, el gremio entero se encarga de emplear la jerga más abstrusa y árida a la que pueda tener acceso. Aún más, algunos de nuestros científicos se prestan, tal vez inocentemente, al juego de los medios de comunicación que los presentan como superhombres, poseedores de la verdad y de todas las respuestas. Como corolario, no es gratuito que exista una "comisión de sabios" encargada (...por el momento) de definir el futuro del país en materia de ciencia, tecnología y educación.

Si a una persona, cualquiera sea su profesión u oficio, ajena al trabajo en ciencias en particular de la Química, le pedimos sintetizar en un dibujo la imagen que le inspira la palabra *química*, la respuesta típica será:



Dibujos realizados por estudiantes de secundaria de una escuela pública de Bogotá (edades entre 12 y 16 años). Programa de Investigación del Museo sobre imágenes e imaginarios de la ciencia y la tecnología.

Nuestra propuesta

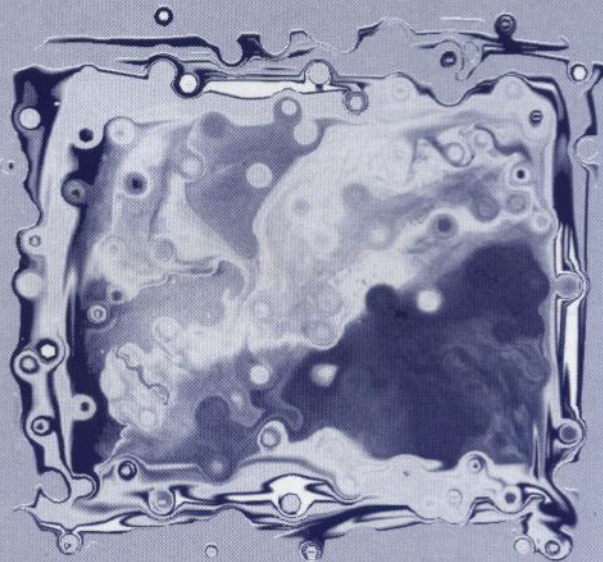
¿Cómo arrancar del imaginario popular la idea de que la química es tan sólo un montón de frascos con líquidos de colores que burbujan y botan humo denso, si quienes nos encargamos de la divulgación científica reforzamos continuamente esa idea?

Tal vez derrumbar las altas murallas que impiden una clara comunicación entre quienes trabajan en ciencias en nuestro medio y el resto de la población, requiera de un esfuerzo muy largo y tortuoso; entonces ¿cómo lograrlo?, quizá sólo sea necesario, en principio, abrir unas pequeñas ventanas a través de las cuales podamos asomarnos y descubrir que tras esos gruesos muros también existen hombres y mujeres corrientes, también deseosos de asomarse a través de ellas y contarnos de sus logros y frustraciones, de su trabajo cotidiano y sus sueños, pero aún más importante, anhelando conocer nuestras necesidades y expectativas respecto de su trabajo.

Nuestra propuesta, a la que hemos denominado "*las ventanas químicas*" pretende buscar un espacio diferente a los tradicionales para establecer un diálogo inicial en el que el lenguaje no sea una barrera, donde podamos sentir a la Química como algo humano y hermoso y en el que la especialización del conocimiento no sea un poder discriminador entre "iluminados" y vulgares.

El proyecto de ventanas químicas, iniciado por el Museo de la Ciencia y el Juego en 1998 y aún en desarrollo, hace parte de un esfuerzo por introducir la química en las actividades corrientes de los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología que el Museo ha venido impulsando en diversas regiones del país.

Se trata de montajes en donde mediante diversas reacciones sobre iones metálicos, hemos pretendido extender el tiempo, para poder disfrutar de colores hermosos que se entremezclan, formas cambiantes y otros eventos que la experimentación tradicional no nos permite observar o que simplemente pierden su graciosa naturaleza agazapados dentro de un tubo de ensayo. Tras un objeto translucido, aparentemente muerto, se esconde en realidad un montaje interactivo, que nos revela secretos que posiblemente no conocen los libros ni sus lectores. Son objetos que invitan a mirarlos más de una vez, a regresar algún tiempo después para descubrir que lo visto ya no es, y que el tiempo marca su huella en estas reacciones 'tortuga', delgadas tajadas de tubos de ensayo y retortas, convertidas en obras de arte, donde la naturaleza nos enseña que ella es la verdadera artista.



Las ventanas químicas son sólo eso: ventanas hacia un mundo complejo y hermoso, que transcurre frente a nuestros ojos, pero que la cotidianidad nos esconde tras pesados velos. Pero a la vez son mucho más, son la posibilidad de disfrutar desprevenidamente de la acción de los hongos y las bacterias sobre geles y restos de comida y, cómo estos organismos interactúan con los elementos químicos o con antibióticos y conservantes. Son la posibilidad de mostrar la lenta formación de muchos minerales, o de desentrañar algunos secretos de la electroquímica. O mejor, simplemente, disfrutar de la evolución de los colores como en un cuadro que nos depara una nueva sorpresa cada día.

La Química no necesariamente debe reñir con la estética; ni el necesario rigor del trabajo científico debe ser sinónimo de aburrimiento. Presentaciones artísticas que involucren procedimientos químicos pueden ser la alternativa. No es gratuito que las ventanas químicas posean marcos que se asemejan a los de una pintura; cuando un visitante descubre que tras un objeto que pareciera ser una obra de arte, se esconde en realidad un experimento de química, surge la sorpresa, que incluso puede llevarlo a querer imitarlo y porqué no, mejorarlo.

Como una primera incursión en este sistema de tubos de ensayo ambulantes, durante el presente año el Museo de la Ciencia y Juego realiza una serie de microexposiciones (a la que hemos denominado 'los vitrales Químicos') que recorre diferentes ámbitos de la universidad nacional, como una propuesta a la libre interpretación de fenomenologías químicas, antes reservadas para los habitantes de las cerradas paredes de un laboratorio. Los 'Vitrales Químicos' plantean un reto al observador: ¿que son esos misteriosos dibujos de intrincada forma? ¿qué relación tienen con aquellos extraños poemas que los acompañan? Y ¿cuál es la relación de ambos con las ventanas? Las respuestas son tan variadas como sus observadores y con seguridad, todas son igualmente válidas e interesantes.

Las ventanas químicas quieren ser un paso hacia el necesario diálogo que la sociedad le pide a la academia. Nuestro museo quisiera saber lo que un niño o un anciano, un reputado químico o un artista, un contador, un abogado, un tendero, un ama de casa, un periodista, un gamín... tiene para decirnos acerca del panorama que encuentra al asomarse a una de estas ventanas; solo así, este diálogo tendrá quizá, frutos algún día.

Si después de haber leído este artículo usted aún pretende explorar el significado del fenómeno químico que encierran las ventanas, le daremos algunas pistas; el siguiente poema habla sobre el secreto de una de ellas, explórelo y regálenos sus impresiones escribiendo a miguelmontero@yahoo.com

Hierros rojos esquivos y agonizantes...

Hierros verdes efimeros de padres azules y
brillantes madres amarillas...

Hierros morados luchadores e invencibles
desangrándose por no ser ignorados...

Hierro azul que flotas en los frascos y
profundizas las ventanas...

¡Ea hierros rojos, verdes y amarillos! Sed
gloriosos pues sereis tragados por azules
hierros...



Cuando las lanzas, los aceros y los escudos amenazaron
permanecer bruñidos en las manos de los hombres, hasta el
padre Marte lloró. Gea, madre conmovida, le consoló
exhortándolo y enseñándole los secretos de sus entrañas y de
sus frutos.

Así Marte, después de un tiempo, miró cómo de sus propias
entrañas al beber los líquidos tánicos, prúsicos, salicílicos y
crómicos brotaron sangres moradas, azules, rojas y amarillas.

Milenios después de que los hombres conocieran estos
secretos, indagaron al padre Marte acerca de la exhortación de
la madre Tierra en aquella época de sinrazón, a lo que él
respondió:

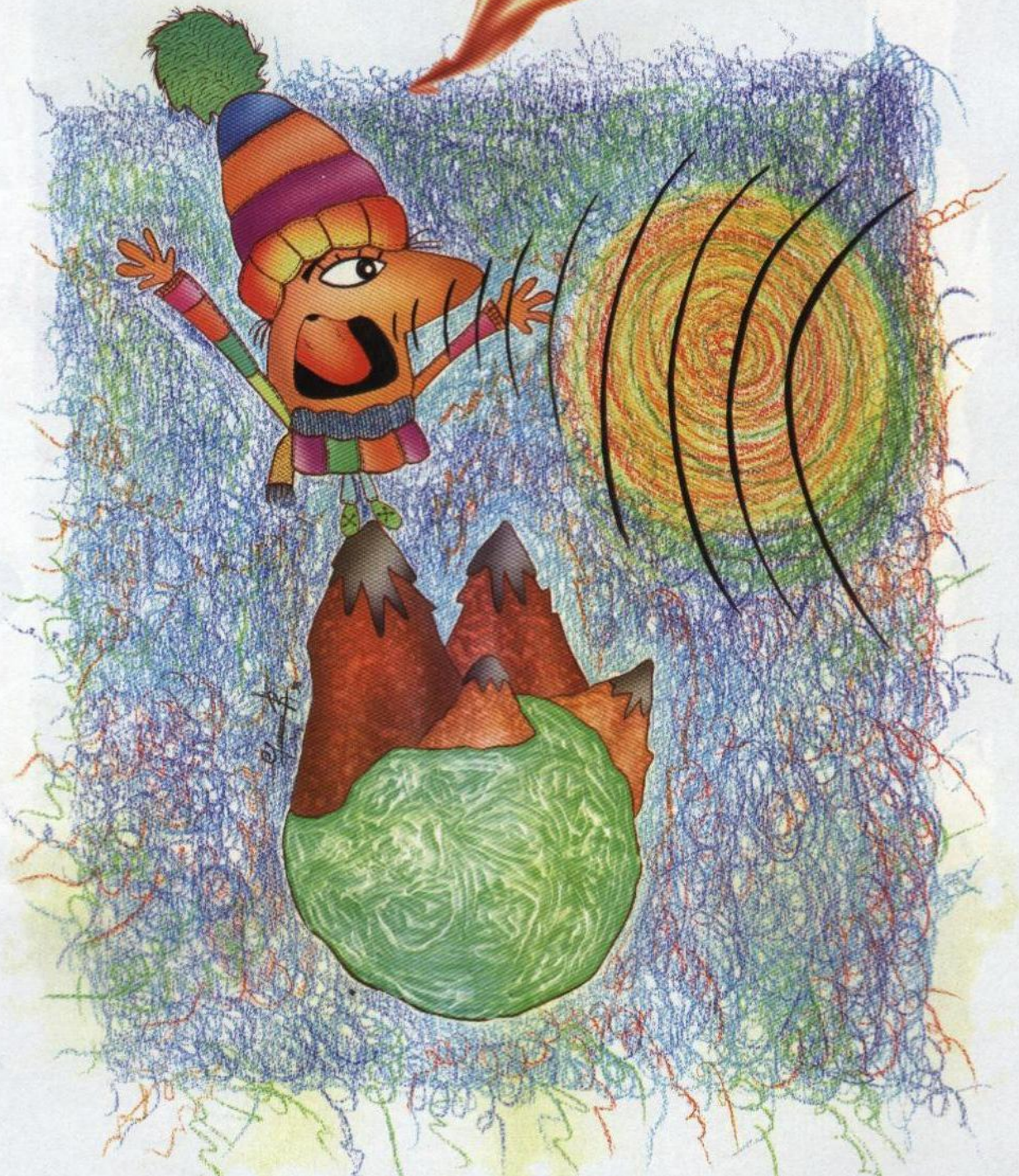
Lo mejor para el aburrimiento y la guerra es la Ciencia y el
Arte. Mejor si los tomáis juntos. ¡Las primeras son aves de presa
que os cazarán, las segundas son cometas que os llevarán sobre
las primeras!



EXTRA!! EXTRA!!

Al cierre de esta edición recibimos la noticia que nuestro director y editor fue elegido por unanimidad, Secretario Ejecutivo de la Red, durante la VI Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y Tecnología para Latinoamérica y El Caribe, realizada recientemente en Rio de Janeiro.

¡Congratulaciones!





Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

1999

* Conmutador : 3165000

Extensiones : 11852 a 11858

* Telefax :3165441* Tel.: 3165413

* Correos electrónicos :

mludus2@interred.net.co

mludus@yahoo.com

recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

* Apartado Aéreo : 59541.

Santafé de Bogotá , D.C. - Colombia.

Museo de la Ciencia Y el Juego

¡cumplimos

15

años!

