

Museolúdica

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

Revista No.3 Vol.2 • Segundo Semestre de 1999



15 años
Museo de la Ciencia y el Juego

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



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

Exposiciones temporales e itinerantes

Museolúdica

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

1 Editorial • 3*



2 MUSEOS

Tres momentos, tres amigos*4*

Notas sobre la evaluación de Museos*12*

Efectividad de los centros de ciencias*21*

3 Actualidad

Expociencia, expotecnología*36*

Noticias de la Red Pop*36*

Cátedra Fabio Chaparro*37*

Red Nacional de Museos y Centros Interactivos*37*

El Centro Interactivo más reciente: Pereira*37*



4 Educación

Almuerzo ejecutivo*39*

Los secretos de la hélice mágica*47*



5 Investigación

¿Que hay detrás de un titular?*50*



6 Comunicación de la ciencia

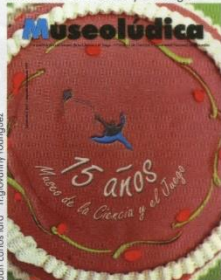
Anotaciones sobre una exposición de ciencia*57*

7 Lúdicas

El taller de Re-creo: Más sobre pilas*62*



Nuestra Portada: 15 años Museo de la Ciencia y el Juego.



► Director Editor
JULIÁN Betancourt Mellizo

► Comité Editorial
MARÍA EUGENIA Hernández
HANS Lufar Infante
MIGUEL ANGEL Montero
N.GIOVANNY Rodríguez
MIGUEL Martínez

► Concepto Gráfico,
Producción de fotografía y
Armado Electrónico
N.GIOVANNY Rodríguez
JUAN CARLOS Lara

► Ilustración, Fotografía & Ensamblajes
N.GIOVANNY Rodríguez

► Coordinación Editorial
HANS LUFAR Infante

■ Colaboraciones
Guillermo Flórez (archivo fotográfico)
Modelos
Alexandra Villamizar
Juan Camilo

■ Impresión
Unibiblos. Universidad Nacional



Universidad Nacional de Colombia

Rector
Victor Manuel Moncayo

Vicerrector sede Santafé de Bogotá
Gustavo Montañez Gómez

Decano Facultad de Ciencias
Enrique Forero

Museo de la Ciencia y el Juego
Director
Julián Betancourt Mellizo

Museolúdica

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

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

La correspondencia debe dirigirse a Museolúdica
Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad
Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, D.C.
Commutador: 3165000 Extensiones: 11852 a 11858
Teléfono: 3165413 - Telefax: 3165441

Correos electrónicos:
recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co
mludus@yahoo.com
mludus2@interred.net.co
Apartado aéreo 59541 de
Santa Fe de Bogotá, D.C.
Colombia
1999

Francisco Julián Betancourt Mellizo



Fabio Córdoba
subdirector



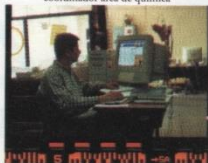
María Eugenia Hernández
coordinadora área académica



Hans Lufar Infante
coordinador área de divulgación



Miguel Angel Montero
coordinador área de química



Gonzalo Montero
jefe unidad administrativa



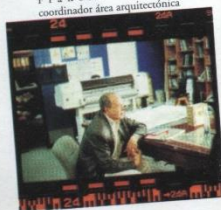
N. Giovanni Rodríguez
director creativo área de diseño gráfico



Alan Pierre Infante
auxiliar técnico



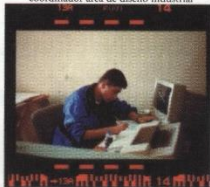
Francisco Ávila
coordinador área arquitectónica



Filemón Ramírez
auxiliar administración



Juan Manuel Plazas
coordinador área de diseño industrial



Eduardo Camargo
auxiliar técnico



Martha Elena Ricardo
secretaria



John Andrés Angarita
auxiliar técnico



James William García
auxiliar técnico



Nubia Moreno
coordinadora sala interactiva



Que en nuestro medio un museo interactivo cumpla 15 años de actividades y siga dinámico y vigente, es algo notable. El Museo de la Ciencia y el Juego fue el primer museo interactivo que existió en el país y el segundo en toda Latinoamérica.

Como museo pionero le ha tocado la tarea de abrir el campo y el espacio para este tipo de instituciones, mostrando que si era posible en épocas en las cuales para muchos esta clase de procesos no eran más que quijotadas. Empresas sin futuro, como suele creerse de las empresas culturales: cosas de románticos y locos.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones financieras, que en los primeros ocho años fueron enormes, el creer en el esfuerzo, ideas, creatividad, capacidad, en fin, en la inteligencia colombiana, permitió sobrevivir y desarrollar un nuevo modelo de museo interactivo —que se caracteriza por una museología, un diseño y un estilo propios— distinto a los centros de ciencia y tecnología y a los museos de niños.

El Museo de la Ciencia y el Juego ha tenido poca publicidad, pero el trabajo serio y continuado le ha aportado muchas cosas al país habiendo ganado el Premio de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para Latinoamérica y el Caribe 1996-97 otorgado por la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de la región, R-Pop, y la Unesco.

Basta mencionar algunas realizaciones y cifras del Museo para intuir sus alcances. Sus exposiciones (permanente, temporales e itinerantes) son visitadas por unas 200.000 personas al año. El Museo ha realizado unas 45 exposiciones temporales e itinerantes a lo largo y ancho del país. Ha desarrollado y

producido unos 1200 montajes interactivos, de los cuales se han comercializados unos 900 ejemplares. Estos montajes han sido el núcleo de los diferentes museos que a través del programa Red de Museos y Centros Interactivos se han instalado en ciudades como Barranquilla, Bogotá, Marsella, Neiva, Pasto, Pereira y Valledupar. En el programa Re-creo ha desarrollado, producido y comercializado material didáctico, Las Cajas de la Ciencia, que se encuentra en diferentes instituciones educativas, en distintas ciudades y pueblos del país. Alrededor de 4000 profesores han tomado los diferentes talleres que se ofrecen en el programa de formación de docentes.

Las exposiciones del Museo han sido muy exitosas. El Museo ha participado en diferentes ferias y en particular ha estado en todas las Expociencias realizadas en los 10 años de existencia del evento. El Museo ha sido una de las principales atracciones de esta feria. En el marco de la II Expociencia se gastaron 2 toneladas y media de solución jabonosa en el Bazar de las Burbujas; en un día de ese evento se tuvieron unos 15.000 visitantes, record para este tipo de exposiciones. Durante esa feria los índices diarios de repitencia de visitantes fueron superiores a tres. En la última Expociencia el éxito fue enorme: el Museo sigue siendo el primer museo interactivo del país. Todo esto a pesar de la baja publicidad.

Las propuestas del Museo son viables para nuestros países y en particular para Colombia. Han demostrado ser de bajo costo y alta rentabilidad social. Eso hace que haya sido muy copiado y dados los últimos éxitos seguirá siendo el espejo para otros museos. Son 15 años de trabajos, de gran esfuerzo, persistencia y tenacidad. Todo ello en ejercicio de la Extensión, Función de Estado que realiza la Universidad Nacional de Colombia como Alma Mater del país.

En 15 años de vida del Museo de la Ciencia y el Juego han sucedido muchas cosas. Quince años de rostros que en estos momentos desfilan por mi memoria. Rostros de personas que nos apoyaron, nos dieron aliento y aportaron su grano de arena; rostros de personas que no nos han querido tanto. Rostros de estudiantes cuyo esfuerzo permitió montar el Museo. Rostros de niños y niñas de la calle que nos visitaron y se convirtieron en guías, rostros de niñas prostitutas que tuvieron un momento de gozo en nuestras exposiciones. Rostros de indígenas que jugaron con nuestros montajes y que de alguna manera se asomaron a eso que llamamos ciencia.

Quizás estos quince años puedan ser vistos a través de los rostros: el rostro de la entrega, el rostro del juego, el rostro

del trabajo, el rostro del amor, el rostro de la generosidad, el rostro de la mezquindad, el rostro de la soledad, el rostro de la indiferencia, el rostro de la satisfacción, el rostro del interés, el rostro del poder, el rostro de la tragedia, el rostro de la gloria...

Muchos rostros vienen a la memoria, que se torna nostálgica. Quisiera hablar de todos ellos, expresarles mi gratitud. Ante la imposibilidad de escribir sobre todos, he optado por hablar de tres de ellos a quienes admiro y quiero y que fueron fundamentales en los diferentes procesos que posibilitaron que el Museo de la Ciencia y el Juego fuera una realidad. Estas personas son los profesores Hector Riveros R, Enrique Vargas y Fabio Chaparro B. (q.e.p.d.).

Tres momentos, tres amigos

HECTOR RIVEROS - LA INQUIETUD

En 1980 me encontraba en una pasantía de investigación en el laboratorio de Crecimiento de Cristales del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de México. El laboratorio era (y es dirigido) por Hector Riveros

quien es un excelente físico y diseñador de equipo de investigación y didáctico. Además le gusta coleccionar juguetes científicos y goza mostrándolos. Hector me invitó junto con mi esposa a conocer una sala que el tenía en el Centro de Instrumentos de la Universidad. Allí se encontraban exhibidos muchos experimentos demostrativos que el había diseñado y construido e ilustraban diferentes partes de la física. Como yo también realizaba algunas demostraciones experimentales en mis cursos, pensé que sería muy importante tener una sala de esta naturaleza en nuestro Departamento de Física. Gran cantidad de ideas surgieron de esa visita que posteriormente serían aplicadas en nuestro medio.



Un año después iniciamos con el colega Gilberto Cediel una serie de actividades que nos llevaron a plantear y realizar un proyecto que denominamos "Sala de Demostraciones" con el cual pretendíamos que los colegas tuvieran un espacio de trabajo más libre que en el laboratorio y los estudiantes pudieran vivenciar la física a través de experimento que normalmente eran sorprendentes. Al año se nos uniría el colega Efraim Barbosa quien aportaría sus conocimientos de informática y dos años después, Fabio Córdoba del Departamento de Química. La "Hélice mágica", los "Anillos danzantes", la "Varilla que silba" son algunos nombres con los cuales nosotros bautizamos los experimentos demostrativos que le conocí a

Hector en su sala y en sus agradables conferencias, que enriquecieron nuestro proyecto, siendo ellos uno de los pilares de las primeras exposiciones interactivas que se realizaron en el país y que se llevaron a cabo en el marco de la Sala de Demostraciones. Conocer a Hector nos puso en el camino del Museo.

ENRIQUE VARGAS - ITACA Y EL JUEGO

Con la Sala de Demostraciones habíamos realizado dos exposiciones interactivas: la primera con motivo del aniversario del Departamento de Física y la segunda, un mes después, en el marco del evento Innovaciones Educativas, feria organizada por el Ministerio de Educación Nacional en noviembre de 1984, en Corferias.

En las versiones del proyecto de la Sala de Demostraciones que se le habían enviado a Colciencias y a la II Expedición Botánica había escrito que en la segunda etapa del proyecto, la Sala de Demostraciones se convertiría en un museo de ciencia. Era un carretazo que buscaba darle una mayor dimensión de lo que hacíamos a nuestros posibles financiadores. Realmente se había pensado poco, por decir lo menos, en el museo y por mi parte yo no conocía ningún museo de ciencia, fuera de nuestros modestos museos de historia natural. Lo cierto es que por esa "proyección" de la Sala de Demostraciones, Colciencias tuvo a bien enviarme como experto en museos a visitar el Exploratorium, un museo interactivo de ciencia, arte y percepción. Además pude visitar el Lorentz Hall of Science, en Berkeley, el Museo de Ciencia y Tecnología de California, en los Angeles y por supuesto a nuestro amigo Hector Riveros, en Ciudad de México.

La visita al Exploratorium fue muy significativa ya que permitió conocer un museo interactivo que fue paradigma en su época y a su fundador Frank Oppenheimer de gran lucidez y calidad humana. También, tuve oportunidad de conocer gran variedad de montajes interactivos y de literatura relacionada con el tema, que serían de gran ayuda posteriormente. Varios de los montajes del Exploratorium fueron modificados por mí y diseñados de acuerdo al diseño sencillo y transparente que caracteriza a nuestro Museo. La visita reafirmó nuestra línea de percepción que se estaba desarrollando junto con otros temas de física y química.

Aproveché la visita para proyectar nuestro vídeo "Oscilaciones y ondas", posiblemente el primer vídeo de física que se realizó en el país. Para tal fin se programó una sesión en donde estuvo Oppenheimer y parte de su equipo. En un momento de la proyección fui sorprendido por una fuerte exclamación de





Oppenheimer, no conocía las variedades de “hélice mágica” que yo presentaba y que había desarrollado simplemente jugando, ni conocía que la hélice se podía hacer mover por golpes -tal y como se veía en el video-. Esto me llenó de orgullo ya que nuestro equipo de trabajo era apenas de 4 personas y los fondos salían de nuestro bolsillo.

Mientras yo estaba en el Exploratorium, en el Departamento de Física se organizaba el Día de Puertas Abiertas, uno de los eventos con los cuales se celebraría el aniversario del Departamento. El profesor Gilberto Cediel estaba encargado de organizar la presentación de la Sala de Demostraciones que se enriqueció con algunas de las ideas que traía del viaje. El espacio destinado para la Sala se llenó de colegas de Física y de otros departamentos de la Facultad de Ciencias. Ante nuestros ojos se abrió un campo de juego en el cual nuestros colegas disfrutaban de las burbujas gigantes, de los fenómenos de percepción, de los armonígrafos y otros. Gilberto y yo estábamos desconcertados; en otras actividades había aparecido el juego al que mirábamos algo negativamente. Nos parecía que los colegas ante un grado de ignorancia se hacían los “locos” y se ponían a jugar para ocultar el que no sabían algo al respecto. Nuestro público no era infantil, ni estaba alejado del ámbito de la ciencia. Era un público adulto y letrado en los asuntos de la física que estaba dedicado a jugar. Esta era nuestra primera exposición y estaba convertida en un gran campo de juego, los colegas no tenían que demostrar nada... Estábamos simplemente desconcertados. Tendría que venir Enrique Vargas para abrirnos los ojos.

Después del aniversario del Departamento, pudimos participar en la feria Innovaciones Educativas que se realizó en Corferias -lo que se de exposiciones se lo debo en gran parte a esta presentación-. Nuevamente se abrió un campo de juego que aún no comprendíamos y que no valorábamos muy bien. Nuestra puesta en escena estaba realizada en gran parte por palos y cuerdas. Como diría más tarde Efraim, los palos se impusieron, su éxito fue total -de acuerdo con una encuesta realizada por el M.E.N-. Uno de esos días estuve visitando la exposición Enrique Vargas, como no estaba ninguno de los profesores del equipo dejé dicho con uno de los auxiliares que necesitaba hablar con nosotros, que era importante hacerlo y que lo buscáramos en el León de Greiff.

Después de terminada la feria, fui a visitar a Enrique Vargas junto con el profesor Fabio Córdoba. Al llegar al Auditorio preguntamos por Enrique a quien no conocíamos, el vigilante nos dijo que el profesor Vargas era el señor calvito que, en ese instante, bajaba las escaleras. Nos presentamos y Enrique nos contestó el saludo felicitándonos por ese bello proyecto de juego que estábamos realizando. ¿Proyecto de juego? En ese momento tomamos conciencia de que el juego era lo más importante en lo que realizábamos. Enrique estaba de afán ya que llegaría tarde a una cita, de tal forma que lo acompañamos hasta la salida de la carrera 30, al notar premura en mi para alcanzar varios objetivos me habló de Itaca, el hermoso poema de Constantin Kavafis y recitó un fragmento de él. Para mi fue un momento mágico, la conversación no había durado más de cinco minutos y me había conmovido profundamente, tanto por tomar conciencia del juego, como por Itaca. Vale la pena transcribir el poema.



ÍTACA

Cuando salgas de viaje para Itaca

Desea que el camino sea largo

Colmado de aventuras y experiencias.

A los lestrigones y a los ciclopes,

Y al irascible Poseidón no temas,

Pues nunca encuentros tales tendrás en tu camino,

Si tu pensamiento se mantiene alto, si una exquisita

emoción te toca cuerpo y alma.

A los lestrigones y a los ciclopes,

al fiero Poseidón no encontrarás,

a no ser que los lleves ya en tu alma,

a no ser que tu alma los ponga en pie ante ti.

Desea que el camino sea largo.

Que sean muchas las mañanas estivales

En que - ¡y con qué alegre placer!-

Entres en puertos que ves por vez primera.

Detente en los mercados fenicios

Para adquirir sus bellas mercancías,

Madreperlas y nácares, ébanos y ámbares,

y voluptuosos perfumes de todas las clases,

todos los voluptuosos perfumes que te sean posibles.

Y vete a muchas ciudades de Egipto

y aprende, aprende de los sabios.

En tu pensamiento siempre ten a Ítaca.

Llegar allí es tu meta.

Pero no abrevies el viaje en absoluto.

Es mejor que muchos años dure

y viejo seas cuando ancles en la isla,

sabio por cuanto ganaste en el camino,

sin esperar que riquezas te dé Ítaca.

Ítaca te ha dado un viaje hermoso.

Sin ella no te habrías puesto en marcha.

Pero no tiene ya más que ofrecerte.

Aunque la encuentres pobre, Ítaca de ti no se ha burlado.

Convertido en sabio, y con tanta experiencia,

Ya habrás comprendido el significado de las ítacas.

Konstantinos P. Kavafis

1894

De regreso, a nuestros respectivos departamentos, veníamos hablando con Fabio de realizar viajes por la naturaleza, por la ciencia y se nos ocurrió hacer la I Feria de la Ciencia y el Juego. En ese instante nació el Museo. Fabio y yo obramos como parteras poco expertas para ayudar a una criatura que ya había salido, que gateaba y no nos habíamos dado cuenta: el juego.

La creación del Museo de la Ciencia y el Juego fue un proceso sui géneris, el artífice fue el grupo de profesores que yo coordinaba y que estaba integrado por los profesores Gilberto Cediel, Efraim Barbosa y mi persona del Departamento de Física y el profesor Fabio Córdoba del Departamento de Química. Enrique nos abrió los ojos y personalmente me conmovió profundamente.

De Ítaca se pueden hacer diversas lecturas, a mi me gusta el viaje como metáfora del conocimiento y la sabiduría. Por esa razón la conceptualización que desarrollé sobre el Museo involucra la idea de mundo como ente organizador de una exposición y del viaje como forma para conocerlo.

FABIO CHAPARRO B. RE-CREO Y EL FORTALECIMIENTO DEL MUSEO

En 1992 me encontraba disfrutando del año sabático. Fabio Chaparro, por esa época Vicerrector de Recursos de la Universidad me llamó y me dijo que el Ministerio de Educación Nacional M.E.N. estaba interesado en que la Universidad participara en el desarrollo de un programa de diseño y producción de material didáctico y de formación de maestros respecto a dicho material. Él realizaría toda la gestión ante el Ministerio y necesitaba que yo dirigiera el programa. Le contesté que lo haría siempre y cuando sirviera para fortalecer al Museo de la Ciencia y el Juego y que una manera de hacerlo es que presentaría una propuesta basada en la filosofía del Museo, que si la cuestión no era así a mi no me interesaría y le nombre a dos colegas de Física que seguramente podrían hacer propuestas de tipo ortodoxas. Fabio me aseguró que el Ministerio y la Universidad querían una propuesta innovadora y que por esa razón había pensado en mi. Esto dio origen a una serie de actividades que llevaron a formular el programa Re-creo que tubo bastante éxito entre 1993 y 1997. Vale la pena resaltar el apoyo entusiasta que recibimos del Ministerio a través de personas como Margarita Peña y Rafael Orduz. Infortunadamente la crisis política y económica afectó negativamente a los programas sociales del Estado, cuestión que incidió en Re-creo, sin embargo el programa sigue vivo, dinámico y con gran actualidad.



Con Re-creo el Museo dio un paso importante por varias razones, pero fundamentalmente por una de ellas: la gestión. Fabio Chaparro nos mostró que si queríamos avanzar concretando nuestras ideas, era necesario conseguir dinero. Hasta esa época, la mayor suma que yo había logrado conseguir no pasaba de 15 millones de pesos. Con Re-creo se empezó hablando de 6 mil millones de pesos -Fabio se entusiasmaba cuando hablaba de semejante suma-. El grupo de profesores que convocamos para llevar a cabo el programa empezó a crancar cualquier cantidad de cosas que redundarían en beneficio de nuestro país. En las reuniones nos volvíamos locos, era una danza de los millones. Finalmente la suma acordada con el Ministerio fue de \$525.000.000, suma que se invirtió en una alto porcentaje en cerebro, cuestión inusual en nuestro medio. El grupo humano no bajó de 40 personas, distribuidas en diferentes especialidades y profesiones: científicos de todas las áreas, médicos, ingenieros, diseñadores, ilustradores, caricaturistas, en fin un grupo interdisciplinario y dinámico. Diseñamos y produjimos material didáctico (equipos e impresos) en las áreas de biología, física, matemáticas, química y salud y 150 montajes interactivos que correspondían a la dotación básica de tres salas interactivas que constituían una parte importante de la propuesta de Re-creo como programa del Museo. Además diseñamos los talleres de formación de docentes en las áreas antes mencionadas. Todo esto lo hicimos en un año, dada la magnitud del programa, es un tiempo record no sólo para el sector estatal, sino también para el privado.

Fabio siempre respetó las decisiones que yo tomé y que tenían como meta el fortalecimiento del Museo. Re-creo ha sido siempre un programa de extensión del Museo de la Ciencia y el Juego mediante el cual diseñamos y producimos material didáctico e impartimos formación de docentes con base en el material producido.

Con la experiencia de Re-creo, Fabio nos mostró un nivel de gestión que nos hizo tomar distancia del acartonamiento académico en que uno a veces cae. No he dejado de ser un académico, pero desde el 92 pienso en el Museo como una empresa cultural, que como empresa no debe quebrarse y que el aspecto cultural hace que esa empresa sea altruista, de tal forma que debe practicar un mercadeo social.

De otro lado Re-creo nos permitió llegar a diferentes zonas del país con nuestros productos y propuestas. Igualmente trabajar con maestros de toda la nación, conocer sus expectativas, sueños y frustraciones. Se logró fortalecer al Museo al poder realizar muchos de los sueños. Se formó un grupo humano estable y calificado. Están lejos los días en los cuales yo era el

asesador, vigilante, guía, diseñador, financiador y director; por muchos años el Museo fui yo. A Fabio le aprendimos el valor de la gestión y aunque estamos a distancias siderales de tener la habilidad que él tenía en estas cuestiones, el Museo se ha logrado autofinanciar desde 1993 gracias a las propuestas innovadoras; espero que tenga buena salud por muchos, muchos años más.

Como es apenas obvio Hector, Enrique y Fabio no son los únicos que nos han aportado, sin embargo su influencia en mí y el Museo ha sido muy significativa.

Han existido otros momentos importantes: la etapa inicial en donde la energía y el increíble ánimo de los profesores que trabajábamos en el proyecto de la Sala de Demostraciones y en los primeros meses del Museo fueron los protagonistas. La época de las ferias y fiestas. Las presentaciones del Museo despertaron gran entusiasmo en muchos estudiantes de la Universidad de tal forma que cuando se celebraban las fiestas del pueblo de donde era uno de ellos, espontáneamente montaban salas de demostraciones interactivas y las bautizaban Museo de la Ciencia y el Juego, Universidad Nacional de Colombia. En un par de ellas participamos, pero fueron muchas más las que nos enteramos por las felicitaciones que nos diera algún conocido por el evento que nosotros ignorábamos, todos estos gestores anónimos fueron los protagonistas.

El momento de la instalación, en donde mis estudiantes de Física III de las carreras de Ingeniería Agrícola, Eléctrica, Mecánica y al final de esa etapa, Física, son los héroes. Ellos sufrieron con mis clases y gozaron con el Museo.

También ha habido profesores protagonistas, que con ayuda de sus estudiantes copiaron nuestros diseños, los adaptaron a sus necesidades y montaron pequeñas salas en sus colegios, tanto en Bogotá, como en otras partes. Nuestra propuesta así lo permite, ella tiene pertinencia social.

El actual momento de la Red de Museos y Centros Interactivos, que nos ha deparado un instante de gloria en 1997 con el Premio Latinoamericano de Popularización de la Ciencia y la Tecnología otorgado por la Red de popularización de la Ciencia y la Tecnología de la región R-Pop y la Unesco. En donde el equipo del Museo y las ciudades en donde hemos tenido eco, han jugado el papel fundamental.

Los momentos de soledad han sido grandes, ellos han sido mitigados por los momentos de solidaridad. Estos han involucrado conocidos y desconocidos, trabajadores, colegas y

directores del Departamento de Física, en donde se inició todo, del Departamento de Química y de otros departamentos de nuestra Facultad y sus decanos. Colegas de las Facultades de Artes, Ingeniería y Medicina y colegas, que ejerciendo altos cargos directivos, nos tendieron la mano.



Pero también ha habido momentos de tragedia. El principal, la prematura desaparición de Fabio Chaparro en un accidente aéreo en 1996. Para honrar su memoria establecimos la Cátedra Fabio Chaparro mediante la cual realizamos talleres para profesores, con base en el material de Re-creo y

dictamos conferencias.

Para cerrar estas reminiscencias de diferentes momentos y de los distintos rostros que los han acompañado y que han contribuido con su grano de arena a la consolidación y desarrollo del Museo de la Ciencia y el Juego, sólo nos queda manifestarles nuestra gratitud y deuda eterna.



No quisiera terminar sin antes hablar rápidamente del presente y del futuro. Me refiero a la Red de Museos y Centros Interactivos. Verdadero megaprograma social de nuestro Museo. En el marco de este programa hemos instalado pequeños museos interactivos en distintas partes de Colombia (Barranquilla, Bogotá, Marsella, Neiva, Pasto, Pereira, Valledupar). Esperamos que ellos crezcan y se multipliquen por el esfuerzo y la acción coordinada de cada uno de los miembros de la Red, de tal forma que lleguemos a tener un cubrimiento nacional. Realmente la Red es un cuarto momento del Museo que ha diferencia de los otros ha

deparado un mar de rostros

difuminados por la geografía nacional y que ha contado con la financiación del M.E.N., Colciencias, Gobernación de Risaralda y diferentes

Secretarías de educación. Ojalá el

futuro nos depare otros rostros amigos en todo el país, que impulsen esta gran empresa cultural que

hemos venido acometiendo, ya que como dice el vallenato

“se trata de entonar una melodía, para que cantemos juntos”

1. Ver en este mismo número Los secretos de la hélice mágica.





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.

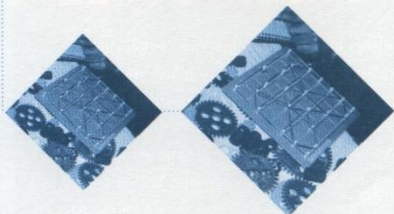


Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
* Teléfono : 3165413 * Telefax : 3165441
* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11858
* Apartado Aéreo : 59541 de Santafé de Bogotá - Colombia
* Correos electrónicos : mldus2@interred.net.co
mludus@yahoo.com
recreo@ciencias.unal.edu.co



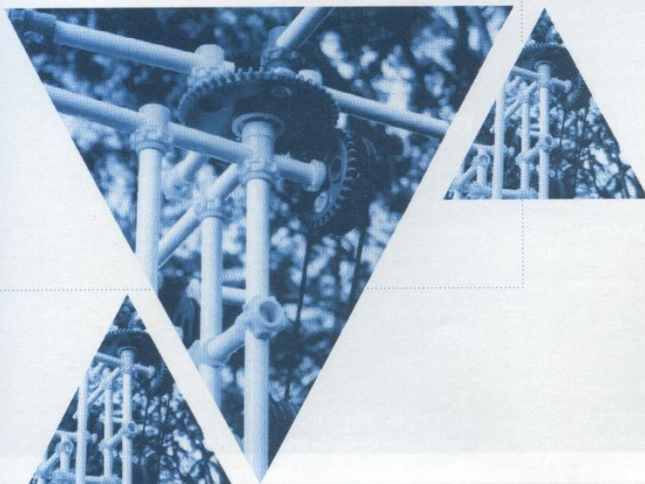
formación

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.



asesorías

El Museo ofrece asesorías en campos relacionados con la museología y museografía de centros interactivos. También asesora en áreas como el Diseño Industrial y la Arquitectura. En cuanto a la 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.1

Investigaciones del Museo de la Ciencia y el Juego:

- *Estudio sobre la interacción de autor - actores en salas interactivas.
- *Imágenes e imaginarios sobre la ciencia y la tecnología en 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

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



Ponencia de Francisco Julián Betancourt M. En la VI Reunión General de la Red-Pop, Rio de Janeiro Junio de 1999.

INTRODUCCIÓN.

Cuando Enrique Linz de Barros, director del museo que es nuestro anfitrión en la VI Reunión, me propuso que realizara la ponencia sobre evaluación, acepté gustoso no por que yo o el Museo de la Ciencia y el Juego fuéramos especialmente duchos en el tema. Si no porque, además de colaborar con la Reunión y nuestra Red, la ponencia me obligaba a reflexionar sobre lo que habíamos hecho o dejado de hacer en materia de evaluación. Reflexión que me llevó a mirar desde los mismos orígenes de nuestro Museo, su desarrollo, sus actividades, los éxitos y fracasos, en fin, en pensar y repensar nuestro quehacer.

Esta ponencia no pretende ser más que unas notas sobre la evaluación, vasto campo que cubre todas las áreas de trabajo de un museo. Es quizás uno de los campos en donde encontramos más deficiencias en nuestras instituciones.

Si miramos las diferentes actividades y se inicia la evaluación con el manejo (management) del museo y de ahí para abajo o para arriba según sea la mirada, pasando por las colecciones, su conservación, el proceso expositivo, los procesos educativos, las relaciones con el público, en particular con las comunidades que circundan el museo, las relaciones con otras instituciones, es decir realizamos aquello que los anglosajones llaman evaluación sumativa. Al final me parece que salimos mal parados. Esta opinión se basa en que nuestras sociedades latinoamericanas no son propensas al control y al seguimiento ya que cuando se realiza un proceso evaluativo por lo general es de tipo punitivo que señala culpables, y en raras ocasiones es de tipo formativo. No nos gusta evaluarnos y estos procesos nos cuestan mucho trabajo. Como veo inquietud en algunas caras de la audiencia debo agregar que siempre hay excepciones a la regla.

Sin embargo, y no a manera de excusa, debo agregar que una limitación enorme en algunos de los procesos de evaluación tienen su origen en la carga económica que ellos representan y que castigan nuestros menguados presupuestos, optándose muchas veces por no realizarlos.

Entrando un poco en materia, he de agregar que lo que se evalúe y cómo se haga depende en gran medida del tipo de museo, de la razón de ser de él, de sus objetivos generales, en resumen de aquello que actualmente se denomina la misión de la institución.

Notas sobre evaluación

Es apenas evidente que un museo que tiene colecciones patrimoniales debe evaluar los procesos inherentes a ella, como son la conservación, la catalogación, la investigación de sus objetos. En tanto que un museo interactivo que no tiene colecciones, sus esfuerzos evaluativos se concentrarán en las exposiciones, es decir en los diferentes aspectos comunicacionales que se derivan de una puesta en escena y en la relación con sus públicos. No quiero decir con esto que el museo clásico se vea dispensado de esto último, si no que sus esfuerzos en materia evaluativa están compartidos con todo aquello que se deriva de la colección.

Por otro lado, si preguntáramos a cada uno de los representantes de los museos interactivos que se encuentran en esta VI Reunión- por la misión de su respectiva institución o por el papel desempeñado por ella, encontraríamos una gran dispersión de pareceres al respecto, de tal manera que instituciones del mismo tipo se empeñan por cosas distintas y por lo tanto su esfuerzo evaluativo está encaminado de diferente forma.

Asalta una pregunta, y con toda razón, para donde voy con tanta divagación. Voy, entonces, a entrar en materia haciendo algunas observaciones sobre la evaluación de los procesos de manejo del museo, que creo tocarán varias de las funciones y procesos inherentes a ellos. Lo que comentaré está basado en reflexiones, lecturas y la experiencia del Museo de la Ciencia y el Juego.

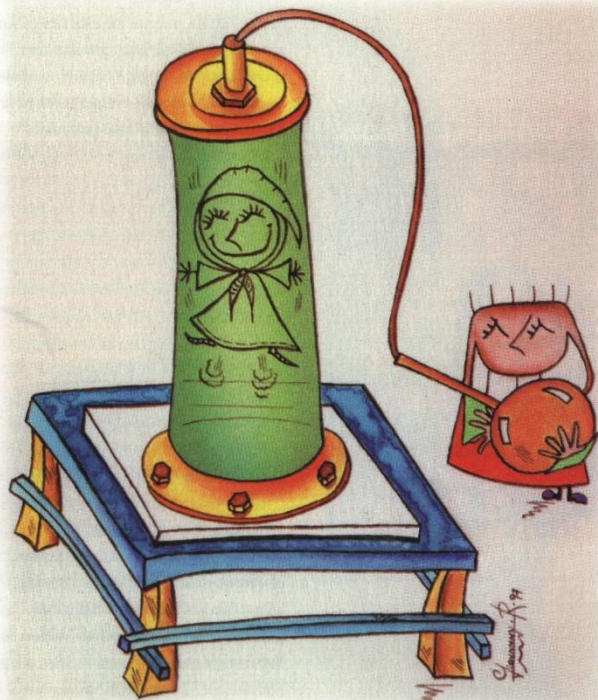
EL MANEJO DEL MUSEO.

En el libro *The Manual of Museum Management* escrito por Barry Lord y Gail Dexter Lord, en el capítulo 1 los autores escriben:

“El propósito del manejo en los museos es facilitar las decisiones que conduzcan al éxito de su misión, al cumplimiento de su mandato, y a la realización de sus metas y objetivos para todas sus funciones.

El entendimiento del manejo del museo implica un muy simple pero efectivo medio de evaluación del manejo del museo:

obre la de museos



“¿Está el manejo inspirando al equipo, voluntarios, financiadores, visitantes y a otros en el sentido de la misión del museo?

¿Están siendo entendidos los alcances y las limitaciones del mandato?... ¿Están reflejando las relaciones del museo con otras instituciones, un claro y completo entendimiento de su mandato?

¿Está el manejo conduciendo efectivamente al museo hacia las metas de largo plazo articuladas en planes que son consistentes con la misión, políticas y mandato del museo?

¿Están siendo las metas de largo plazo traducidas en objetivos medibles de corto plazo? ¿Están los logros de los objetivos anuales siendo controlados por el monitoreo del presupuesto y por otras partidas del plan?

¿Está el manejo evaluando la eficacia y la eficiencia de la realización de las funciones?”⁴

No puedo hablar por los otros directores aquí presentes, sólo puedo responder por el manejo del Museo de la Ciencia y el Juego.

Empezando por la última pregunta he de recurrir a los mencionados autores para precisar los términos:

“La efectividad o eficacia mide la extensión para la cual los esfuerzos del Museo lograron el resultado deseado, el cual deberá haber sido cuantificado tan lejos como sea posible en el plan de trabajo para esa función.

La eficiencia mide el efecto en relación al esfuerzo requerido —en horas/hombre, dinero, espacio o en el uso de facilidades o equipo...”⁵

¿Está el manejo del museo facilitando las decisiones que conduzcan al éxito de su misión, mandato, metas y objetivos para todas sus funciones?”¹

Para los autores existen 7 clases de funciones del museo: Coleccionar, documentar, preservar, investigar, exponer, interpretar y administrar.²

Para lograr el éxito arriba mencionado el manejo del museo debe jugar con 5 papeles:

- Inspirar -con un sentido de la misión del museo-
- Comunicar -el mandato del museo-
- Conducir -hacia las metas del museo-
- Controlar -el logro de los objetivos-
- Evaluar -la realización de las funciones del museo-³

Cada uno de estos papeles conducen a un criterio de evaluación formulado como una pregunta y que cada uno de nuestros directores —managers- debe hacerse y responder:



Nuestro museo no posee colecciones, de tal forma que sólo debemos responder por 4 de las 7 funciones que mencionan los autores del libro: investigación, exposición, interpretación y administración. Puede que uno tenga algunas diferencias respecto a las funciones señaladas por los autores. Uds. ven que no aparece una función educativa que para nosotros ha sido muy importante. Sin embargo aparecen dos, una función expositiva y otra interpretativa que en diversas formas tocan el campo educativo.



Volviendo a la pregunta he de responder que medir, lo que se llama medir, nunca lo hemos realizado. En esa medida no podría decir si somos eficaces y eficientes en la realización de las funciones, sean las que uno crea que deban ser.

¿Cómo hemos obrado? Utilizando una intuición que ha estado afinándose a lo largo de 15 años de experiencia del Museo de la Ciencia y el Juego. Esa intuición afinada ha servido para señalar lo bueno, lo malo y lo feo de nuestro quehacer, para detectar nuestras fortalezas y nuestras debilidades. En cierto sentido se ha generado una estética del hacer, en donde lo bello y lo feo tienen cabida, y una ética del esfuerzo.

La experiencia marca pautas: sabemos que para tal actividad necesitamos tantas personas durante tanto tiempo, más o menos el dinero que podemos gastar en ella y el equipo requerido. Aunque no sabría decir si hemos sido eficientes al realizar la actividad, si podría decir que hemos estado algunas veces felices y algunas veces tristes. Y hemos sabido porque así estuvimos. En general, puedo afirmar que nuestras actividades son de bajo costo y ese bajo costo ha sido un valor importante en lo que hacemos y en lo que queremos hacer, ya que debemos buscar una eficiencia social.

Tampoco podría afirmar si hemos sido eficaces. No sabemos que tan extensa ha sido nuestra influencia, pero si sabemos que ha sido nuestro trabajo el que abrió el campo para los museos interactivos en Colombia. El Museo de la Ciencia y el Juego fue el primer museo interactivo que existió en Colombia y el segundo en toda Latinoamérica, y nuestro Museo tiene gran vigencia actualmente en Colombia.

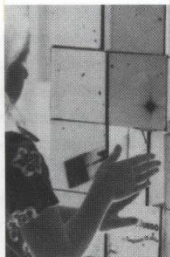
Sólo desde hace relativamente poco tiempo vimos la necesidad de diseñar planes que cubrieran varios años, lo hemos venido haciendo en nuestro programa Red de Museos y Centros Interactivos con una meta a cinco años: FORTALECER LA RED, y con objetivos año a año.

Nuestro museo pertenece a una universidad pública, el ámbito de lo estatal marca o por lo menos limita nuestras actividades, en especial la parte administrativa. La administración pública en nuestros países es poco ágil: demasiados papeleos, demasiados comites, demasiadas personas ajenas a las actividades propias de un museo tomando decisiones respecto a él, que condicionarán su desarrollo, movilidad y su gestión. Nosotros hemos insistido de todas

maneras que ayuda bastante cuando se concibe al museo como una empresa cultural. Como empresa deben tomarse las previsiones necesarias y llevar a cabo actividades suficientes de tal forma que la empresa no se quiebre. Lo cultural marca a la empresa con el altruismo, haciéndose necesario construir y gerenciar un mercadeo social.

Sin embargo creo que la parte administrativa y de gestión es una de nuestras debilidades, no sólo por lo anotado: somos un museo del Estado, si no también porque somos académicos y no nos movemos bien en el mundo de la administración y de las finanzas. Sin embargo no me quejo tanto en la medida que el Museo de la Ciencia y el Juego se autofinancia completamente desde hace casi 7 años. Debo aclarar que el caso de nuestro museo es sui generis: no tiene una planta de personal propia, apenas un director, no tiene presupuesto propio y, apenas obvio, no tiene un edificio adecuado. Esto nos ha llevado a proponer proyectos, programas, a ofrecer servicios, a realizar convenios y contratos con diferentes instituciones. A tratar de ser intuitivamente eficientes. Simplemente es un problema de supervivencia y de pertinencia social y cultural que nos ha llevado año a año a 'jugar-nos la vida'. Pero nunca hemos medido si somos eficientes y eficaces. Seguramente a los ojos de un evaluador no pasaríamos el examen.

Al mirar la función expositiva, tuve mis dudas cuando inicialmente fui a responder que no. No hacemos lo que en los últimos años ha sido tradicional en los países anglosajones: una encuesta previa sobre qué temas le gustaría al público que se tratara en una exposición. Ubicados estos temas, otra encuesta tratando de precisar las áreas particulares de interés sobre el tema. Precisado lo anterior, la realiza-



ción de unos pocos prototipos de bajo costo, con su respectiva información, que son expuestos al público. Encuesta y entrevista con una muestra del público, grabación de video y audio para registrar las reacciones espontáneas del mismo. Evaluación por parte del grupo encargado de este proceso y su interacción con los grupos de diseño y educación. Realimentación con el público y finalmente la exposición. Durante el tiempo de ella, nuevamente encuestas y entrevistas, grabaciones y reuniones, corrección de detalles menores. Este tipo de evaluación ha recibido el nombre de evaluación formativa, que es una evaluación que se realiza mientras la exposición está tomando forma. Después de la exposición vendrá otro proceso evaluativo que determinará los éxitos y los fracasos, las debilidades y las fortalezas de la exposición: su puesta en escena, la información, la señalización, la accesibilidad, los niveles de interacción, la pertinencia social y cultural, la influencia en las comunidades próximas, el desempeño de los diferentes grupos que obraron durante el proceso. Al sumar todos estos procesos evaluativos, pre, en y post, la llamada evaluación sumativa dirá las palabras finales sobre todos aquellos aspectos tocados.



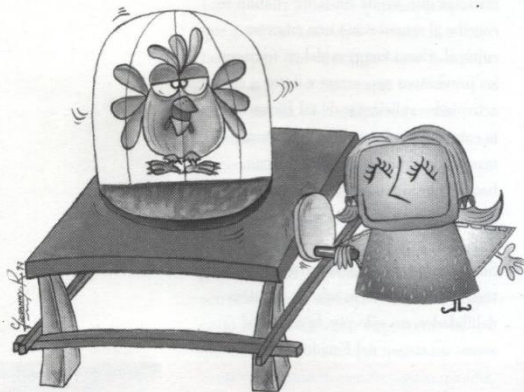
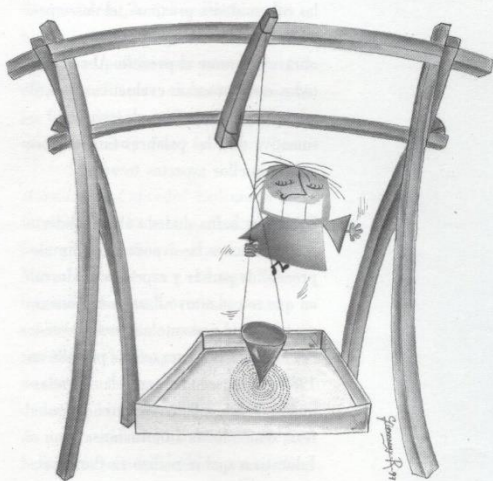
Decía que había dudado al responder si evaluábamos las exposiciones. En ese proceso de pensar y repensar el Museo en que se constituyó hacer esta ponencia tuve muy presente nuestras primeras exposiciones interactivas por allá en 1984. En especial recuerdo la segunda que se llevó a cabo en el marco de una feria denominada Innovaciones Educativas que se realizó en Corferias, el espacio dedicado a los eventos



feriales en mi ciudad. En ese momento el Museo de la Ciencia y el Juego no existía, lo haría tres semanas después. La exposición interactiva la realizábamos a nombre de la Sala de Demostraciones, el antecedente histórico inmediato de nuestro Museo.

Esa exposición fue muy importante para nosotros por variadas razones. Durante el evento sentí la necesidad de aprender y de aprehender; me convertí en un ávido observador de: comportamientos y roles de los diferentes grupos –escolares, familiares, amigos, niños y niñas, adolescentes, adultos, maestros- y de personas solas. Los grados de socialización, el comportamiento de nuestros montajes interactivos, la receptividad del público. En fin, me convertí en una enorme esponja que todo lo absorbía. Un mes antes, cuando visité El Exploratorium había sentido curiosidad por lo que hacían los visitantes así que seguí a algunos adolescentes y a uno que otro grupo familiar y en la feria mencionada la necesidad fue imperiosa. Desde esas épocas y en toda exposición que ha realizado el Museo, me he convertido en un observador que mira, escucha y a veces pregunta. Más tarde supe que en lo que me convertía era en un etnógrafo que realizaba un trabajo espontáneo y silvestre con la única pretensión de obtener una experiencia calificada.

En esa feria me había autononbrado para el oficio de mantener nuestros montajes en buenas condiciones, esto aunado al trabajo de observar me permitió ubicar los eslabones débiles de nuestros montajes y la forma de superar esas deficiencias, ya que nuestro diseño lo permite. El diseño por su parte estaba cumpliendo con lo que pretendíamos que cumpliera. Era un diseño sencillo, una



de las características del Museo de la Ciencia y el Juego, transparente, es decir, montajes fácilmente explorables y manipulables. Usábamos en ese entonces, como parte importante del montaje, objetos de la vida cotidiana buscando acercar al público y que éste manipulara rápidamente, que rompiera el hielo. Observaba que los niveles de interacción montaje-público eran altos y eso me hacía feliz ya que cuando empezamos a instalar la exposición me había asaltado la duda de si con nuestros palos, cuerdas, llaves, cauchos lograríamos llamar la atención del público. Realmente así fue: una encuesta realizada por el Ministerio de Educación Nacional, entidad organizadora del evento, confirmó que el ‘stand’ de mayor aceptación por parte del público fue el nuestro. Esto reafirmó nuestras ideas sobre el diseño sencillo y transparente y sobre las imágenes que él comunica sobre la ciencia.

A veces pienso que lo que he aprendido sobre exposiciones en estos 15 años se lo debo en gran medida a ese evento, que fue la primera exposición que hicimos fuera de la Universidad Nacional y ante un público no universitario. Además aprendí lo importante y poderoso que es el trabajo de observar, el trabajo etnográfico. Esto nos ha permitido comprender y mejorar en muchos de los aspectos que tocan con una exposición.

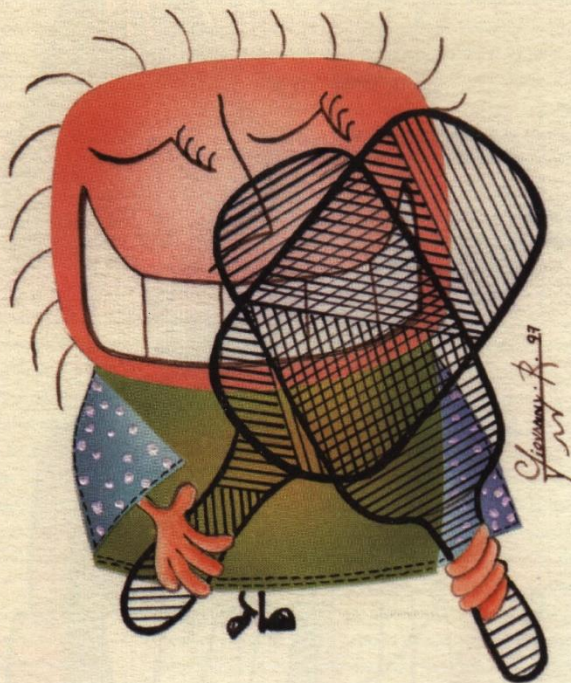
Por supuesto que hemos realizado encuestas. Ellas han sido relativamente sencillas: qué le gusta y qué no le gusta de la exposición. Las respuestas se han cuantificado, pero lo interesante es que uno tiene tendencias de aceptabilidad y rechazo de montajes interactivos, del equipo humano que maneja la exposición y sirve de guía, de la información escrita, de cosas que faltan y de cosas que sobran, de la acogida de la puesta en escena. No hemos pretendido ir más allá de eso con las encuestas, en la medida en que en nuestras exposiciones creamos

espacios de libertad en donde es posible que surja el juego. No pretendemos enseñar algo específico, pretendemos que se diviertan y que por esa vía construyan sensibilidades positivas hacia la ciencia. Por esos motivos ¿qué gusta? y ¿qué no gusta? nos parece que está en concordancia con ellos. Para nosotros ha sido suficiente hasta ahora.

Desde hace dos años hemos entrado en un proceso de registrar en video algunas visitas a nuestra sala interactiva y algunos talleres de nuestro programa de Formación de Docentes. Estos videos nos sirven posteriormente para analizar diferentes aspectos de las visitas y de los talleres. Además son videos que utilizamos en los talleres de formación en museos de nuestro programa Red de Museos y Centros Interactivos. Por último los videos se convierten en parte de la memoria de nuestros eventos y actividades. En la memoria del Museo.

Memoria que por otra parte puede y debe ser investigada. El video se convierte en una bitácora de imágenes para los eternos aprendices de etnógrafo en que nos hemos convertido. Nuestro Museo investiga sobre imágenes e imaginarios de la ciencia en los medios masivos de comunicación-siendo los museos uno de estos medios- y en la escuela. Lo hemos venido haciendo sin afanes sin preocuparnos por ser eficaces y eficientes. Han sido otras las inquietudes que han jalonado estas actividades.

No quiero dejar la sensación que no valoramos los procesos evaluativos. Si se piensa un poco hemos realizado, en nuestro estilo, tanto la llamada evaluación formativa, algo así como que por el camino vamos arreglando las cargas, como la sumativa, pero quizá no lo hacemos de una manera sistemática.

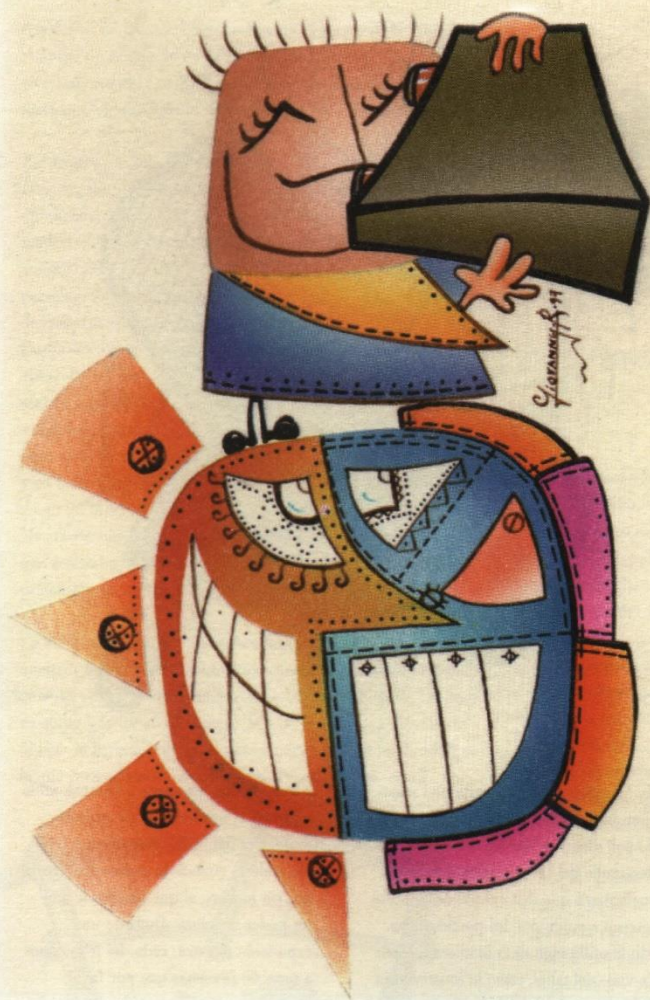


En los talleres del programa de Formación de Docentes nos hemos preocupado por construir dentro del mismo desarrollo del taller, indicadores cualitativos que den cuenta del proceso interno seguido por los participantes. Allí la utilización de la bitácora o diario de viaje del taller, como la construcción del informe final desde las fases iniciales del proceso, han jugado un papel preponderante.

Lo que he querido decir es que si hemos avanzado, ello ha sido posible por la gran pasión puesta en el trabajo, en el compromiso que hemos adquirido y en la creencia en que lo que hacemos es importante para nuestro pueblo. Si hemos superado obstáculos y errores ha sido producto de una mirada crítica

y apasionada, así suene a contrasentido – ya que el producto de un proceso evaluativo debe ser “consciente y frío”. Me molesta cuando la evaluación arroja un frío número al que muchos le dan un poder absoluto. Durante una exposición nuestra, cada día le pedimos a unas 60 personas que por favor contestaran ¿qué le gustó? y ¿qué no le gustó? de nuestra exposición, el 11% contestó que la información era escasa y que no siempre encontraban un guía para una explicación. De todas las personas preguntadas una escribió que no le gustaron las burbujas. Efectivamente la observación directa nos había ‘avisado’ del problema que teníamos con las personas contratadas para realizar el oficio de guías o animadores. Un porcentaje significativo, literalmente





se escapaba de la exposición cada vez que podía. En esa exposición había una escasa información escrita, los guías debían suplir esa deficiencia estando prestos a colaborar con el público, sin embargo la cuestión no fue así. Ya que el problema había sido preocupante durante la exposición ¿Debíamos alegrarnos de que el porcentaje no fuera tan alto? Por otras respuestas a la pregunta de ¿qué le gustó? nos parecía que la puesta en escena de la exposición tenía los suficientes atractivos para que el 89% de los visitantes nos perdonara una molestia evidente, o simplemente no se habían dado cuenta de ella.

No acostumbramos a tener guías en cada montaje interactivo, de hecho en nuestra sala sólo hay una persona que maneja y coordina la visita y los grupos pueden oscilar de 20 a 50 personas. A los grupos se les explican las normas a seguir, que son muy pocas, el manejo de algunos montajes (3 o 4) y se les deja libres. Si requieren una ayuda adicional o tienen alguna inquietud recurren a la persona que coordina la visita. En las exposiciones fuera de la universidad asiste mucho público de tal forma que los guías se diluyen en el público y es común que los adultos se quejen que no hay nadie que explique, en ese momento interviene uno y les dice que con mucho gusto les explico, que se trata de...y lo dejan a uno con la palabra en la boca y se van. Protestan porque no hay nadie que explique en ese momento, pero realmente no les interesa la explicación. En cuanto al

público infantil (10-12 años), muchos chicos preguntan ¿de qué se trata esto? y salen corriendo a otro sitio a repetir la pregunta y a volver a salir corriendo casi simultáneamente.

El problema es realmente complicado ya que cada persona tiene expectativas propias respecto a la exposición y a lo que allí encuentra. Su lectura es muy diferente a la que pretende el grupo autor de la exposición, él, el visitante es otro autor que

hará hablar a los montajes convertidos en actores, otros guiones no previstos por el autor-museo. Debo recordar que para nosotros una exposición es un gran escenario teatral en donde los actores son todos aquellos elementos que comunican: montajes interactivos, guías escritas, guías o animadores, otros visitantes, la señalización, etc. El visitante es un autor-actor.

Retomando el caso de la encuesta uno concluye que quizás la única regla de oro es que el visitante se sienta cómodo, como en su casa. Y debemos hacer lo posible por lograrlo.

Mencioné el caso de las burbujas porque fue la primera vez que alguien expresó que no le gustaban. ¿Se habrá resbalado en el piso? ¿o mojado y manchado la ropa? ¿le habrá caído jabón en los ojos? Nunca supimos que le disgustó de las burbujas de jabón. Recientemente tuvimos otro caso, en una micro exposición en el Departamento de Biología de nuestra Universidad una pequeña de unos 6 años demostró temor por las burbujas, indagando al respecto la niña asemejaba la solución al champú con que en su casa le lavaban el cabello y que le hacía arder los ojos, sin embargo bastó un proceso de seducción por parte de un miembro de nuestro equipo para que se dedicara a gozar con las burbujas.

Las actividades de nuestro Museo están agrupadas en Programas algunos de los cuales han sido difíciles de evaluar 'in extenso', no sabemos su real alcance e influencia. Ellos han sido Programas a nivel Nacional como Re-creo (programa de diseño y producción de material didáctico y aprestamiento sobre él) y las Exposiciones Temporales e Itinerantes, que por muchos factores escapan a nuestro control. Re-creo lo hemos evaluado parcialmente, el Programa de las Exposiciones no. La misma revista Museológica plantea el problema de mirar su alcance e influencia, así como sus limitaciones.

Voy a terminar aquí con mis opiniones sobre la última pregunta que formularon los autores del libro mencionado. En aras de la brevedad y de no aburrirlos mucho hablando del Museo, que es como hablar de uno mismo, pasaré a la primera pregunta y prometo ser breve.

¿Está el manejo inspirando al equipo, voluntarios, financiadores, visitantes con un sentido de la misión del museo?

Debo responder que sí, que en gran medida cuando se trabaja con pasión y compromiso se logra transmitir e inspirar al equipo en la misión del museo. ¿Cuál es la misión del Museo de la Ciencia y el Juego? Acercar al público a la ciencia, ofreciendo

imágenes de ella, que posibiliten la construcción de sensibilidades positivas mediante la exploración, la manipulación y brindando un espacio de libertad que posibilita el juego. La diversión ha sido muy importante en el Museo. Además de la inspiración con el espíritu de la misión, me parece relevante el grado de coherencia de todo lo que se haga con la misión. En un seminario reciente, organizado por el Museo Nacional de Colombia, una de las conferenciantes señalaba que el comercialismo de muchos de los grandes museos, había desvirtuado la misión de los mismos. Esa incoherencia se puede ver en la publicidad y en la misma puesta en escena que no corresponden a la misión altruista que se proponen en el papel.

Para finalizar me parece importante no temerle al error, el juega un extraordinario papel positivo en los procesos. Me parece igualmente importante hacer altos en el camino para ver que estamos haciendo, cómo lo estamos haciendo, a quién está llegando y cuánto estamos gastando en ese esfuerzo. Para ello uno puede utilizar los paradigmas en boga: la evaluación formativa, la evaluación sumativa. Evaluación que la puede liderar alguien del grupo, o un departamento de evaluación del museo, cuando existe, o una compañía externa, lo cual significa costos extras para la exposición. O utilizar un estilo propio, reflexivo y crítico. Sea lo que sea, ello hará que mejoremos siempre y cuando sea un proceso generador de acciones, que a su vez detonan otros procesos y abren caminos.

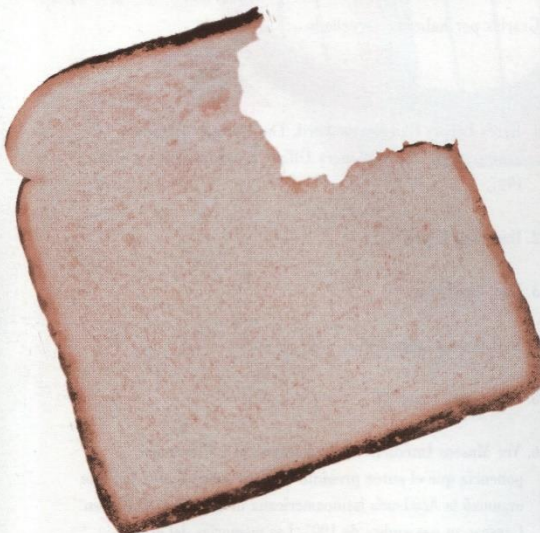
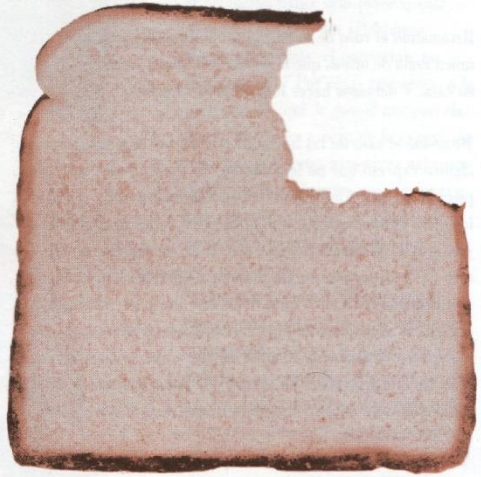
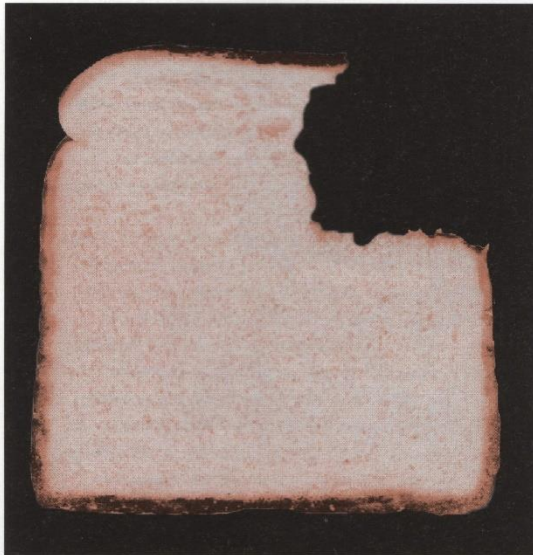
Gracias por haberme escuchado.

1. Barry Lord y Gail Dexter Lord, *The Manual of Museum Management*, The Stationery Office, Londres, Reino Unido, 1997.
2. *Ibid*, Cap 1, pag. 2
3. *Ibid*, cap 1, pag. 4
4. *Ibid*, Cap. 1, pags 4-11.
5. *Ibid*, Cap . 1 pag. 11
6. Ver *Museos Interactivos: Comunicación y Educación*, ponencia que el autor presentó en Foro sobre Educación que organizó la Academia latinoamericana de Ciencias, ACAL, en Caracas en noviembre de 1997. Las memorias del evento están en preparación.



¿CIENCIA?
¿TECNOLOGÍA?

No sólo de pan vive el hombre



Museo de la Ciencia y el Juego * diseño & fotografía: G. Giovanni / rodriquez * 1999

Diviértete en el museo

efectividad

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende ofrecer una visión integral — basada en el Enfoque de Sistemas— de las herramientas conceptuales que pueden fundamentar un proceso objetivo y sistemático para evaluar de manera continua el funcionamiento de los museos y centros interactivos de ciencias, tanto desde una perspectiva organizacional interna, como desde un enfoque sobre su rol y su impacto social.

Jorge Padilla G. del C.
Director General, Centro de Ciencias Explora
León, Gto. — MEXICO

*Ponencia presentada por el autor. En la VI
reunión General de la Red-Pop, Rio de Janeiro
Junio de 1999.*

de los centros

1. LOS CENTROS DE CIENCIAS COMO «SISTEMAS ABIERTOS»

Como toda organización humana, los museos y centros de ciencias constituyen “sistemas”; es decir, conjuntos estructurados de elementos que actúan interdependientemente para lograr un objetivo o realizar una función determinada. Pero los centros interactivos — al igual que las empresas, los gobiernos, los sindicatos, las universidades, etc.— constituyen una clase especial de sistemas: son “sistemas organizacionales”, y como tales, son esencialmente:

- Sistemas **sociotécnicos** (conjuntos interactuantes de personas, recursos físicos, elementos abstractos, etc.)
- Sistemas **teleológicos** (cuyos existencia y funcionamiento buscan activamente la obtención de fines predeterminados)
- Sistemas **activos** (realizan procesos de conversión que transforman insumos o flujos “de entrada” en productos o “flujos de salida”)
- Sistemas **dinámicos regulados** (son cambiantes y contienen mecanismos de ajuste que los mantienen direccionados hacia sus objetivos)
- Sistemas **abiertos** (interactúan con su entorno o medio ambiente: afectan a su entorno y son afectados por éste)

de ciencias



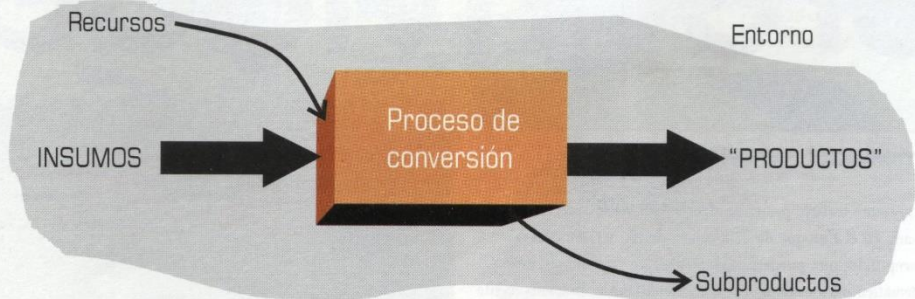


FIGURA 1

En cuanto sistema *abierto y teleológico*, todo centro interactivo de ciencias existe y funciona en un cierto entorno social. De éste, el centro “importa” los insumos y recursos que requiere para generar —mediante sus procesos y actividades propias— los “productos” y resultados educativos, recreativos y de popularización de ciencia y tecnología, que ha de “exportar” o proporcionar al

sistema social mayor al cual pertenece. Aunque pueden ser identificados muchos “productos” y “sub-productos” de un museo o centro interactivo, de una manera simplificada puede decirse que un centro interactivo de ciencias es esencialmente un sistema productor de experiencias de aprendizaje y de estímulos para la comprensión pública de la ciencia y la tecnología:



FIGURA 2

Así, un museo o centro interactivo desempeña un cierto rol, que debe responder a necesidades manifiestas o sentidas en el contexto social en el cual existe y opera. Del rol y las funciones del centro de ciencias en el sistema social, se desprenden su misión y objetivos permanentes; y en relación con éstos —y por tanto con el impacto social que pretende tener el museo o centro—, es como debe concebirse todo intento por determinar y evaluar su efectividad.

Aunque no es tarea fácil, un esfuerzo serio por tratar de medir y evaluar el desempeño de los museos y centros de ciencias, puede ayudar a orientar, reorientar y racionalizar sus recursos, procesos y actividades, para el mejor cumplimiento de la misión que le da su razón de ser; y también, para lograr una permanente legitimación por parte del sistema social mayor del cual forman parte.

2. MEDICION DEL DESEMPEÑO

Los propósitos o fines de un sistema de *actividad humana* -como por ejemplo, las organizaciones- dan lugar a la realización de *funciones*

(conjuntos de actividades afines) y a la ejecución de procesos que producen los productos o resultados deseados del sistema.



FIGURA 3

Así, los procesos y actividades del sistema le permiten desarrollar sus funciones; y éstas, lograr sus propósitos, que pueden expresarse como objetivos y metas, es decir, como *estados deseados del desempeño* o funcionamiento del sistema. Estos objetivos suelen referirse a los *atributos* de los «productos» o resultados del sistema; o bien, de los procesos que los generan.

De este modo, para monitorear y evaluar adecuadamente el comportamiento de un sistema a fin de orientar su mejoramiento y desarrollo, es necesario establecer y valorar *medidas significativas de su desempeño*. Para ello, se definen, observan, «miden» y evalúan atributos representativos de éste.

→Por *atributo* se entiende una característica «medible» del funcionamiento del sistema.

Dependiendo del sistema y los propósitos de la evaluación, pueden definirse atributos de diversos tipos: físicos (temperatura, tamaño, ...), biológicos (variables vitales, por ejemplo), económicos (costo, precio, ...), de «juicios de valor» (calidad, confiabilidad, seguridad, ...). No todos los atributos identificables de un sistema son aptos para evaluar su desem-

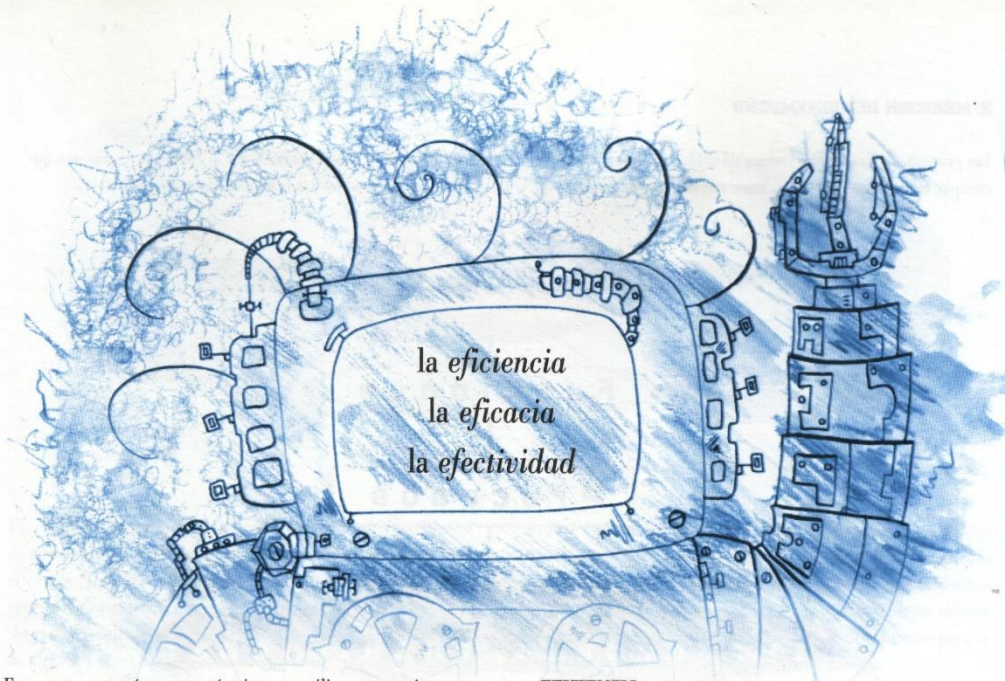
peño: los atributos «*de estructura*» (como el sexo de una persona) generalmente son parámetros constantes que revelan poco acerca del comportamiento cambiante del sistema; en cambio, los atributos «*de proceso*», relacionados con la actividad del sistema, suelen ser útiles para describir y evaluar su desempeño.

Por otra parte, no todos los atributos son «traducibles» a medidas cuantitativas o a escalas objetivas; a veces hay que recurrir a atributos cualitativos o a expresar valores en escalas arbitrarias. Más aún, con frecuencia se requieren varios atributos de distintas clases, para describir o evaluar en forma completa un sistema o proceso.

→Genéricamente, se llama *medidas del desempeño* a indicadores e índices referentes a los atributos relevantes de los procesos o los resultados del sistema, cuyos valores —cuantitativos o cualitativos— señalan el grado al cual el sistema logra los objetivos o cumple los estándares deseados.

Por lo general, el desempeño de los sistemas puede ser descrito, monitoreado y evaluado mediante las categorías conocidas como «*las tres E's*»: ¹





Frecuentemente, éstos tres términos se utilizan como si fueran sinónimos; en realidad no lo son. Cuando tratemos de medir y evaluar el funcionamiento y los resultados de un museo o centro de ciencias, conviene que tengamos una conciencia clara acerca de qué es lo que estamos tratando de medir y evaluar.

• **EFICIENCIA:**

→ La **eficiencia** —a veces llamada también «rendimiento» o «productividad»— es la relación existente entre los «productos» o resultados del sistema y los insumos (o recursos) empleados para generar esos resultados.



En situaciones en que rige la *Ley de Conservación* (flujos de materiales, de energía, de personas, ..) la eficiencia tiene un tope máximo, debido a la posibilidad de mermas en el proceso. Es, por ejemplo, el caso de un motor, donde la energía de salida jamás podrá ser mayor a la energía de entrada; y donde la eficiencia de conversión nunca podrá ser mayor al 100 %.

En cambio, cuando no rige la *Ley de Conservación*, sino la de *Incrementos*, no hay un tope pre-definido y la eficiencia puede

ser mayor al 100 %. Tal es el caso del rendimiento de una inversión a interés compuesto; o de la relación beneficio / costo de un programa educativo.

En el caso de un museo o centro interactivo de ciencias, pueden identificarse muchos atributos e indicadores de su eficiencia, desde diversos ángulos. Por ejemplo, varios indicadores generales de eficiencia o productividad podrían ser:

Rendimiento de la publicidad realizada:

$$R_1 = \frac{\text{Número de visitantes (público general), en (t)}}{\text{Gasto total en publicidad, en el período (t)}}$$

Eficiencia del esfuerzo promocional en escuelas:

$$R_2 = \frac{\text{Número de grupos escolares visitantes en el período (t)}}{\text{Número de visitas promocionales a escuelas}}$$

Contribución promedio (ingresos en \$) por visitante:

$$R_3 = \frac{\text{Ventas a visitantes por servicios (*), en el período (t), en \$}}{\text{Número de visitantes en el período (t)}}$$

(* Ingresos \$ por taquilla, tienda, cafetería, etc.

También pueden definirse indicadores relevantes de eficiencia, no sólo para el centro o museo como un todo, sino para alguna de sus funciones o unidades organizacionales. Por ejemplo:

Promedio de asistencia por taller educativo:

$$R_4 = \frac{\text{Suma total de alumnos participantes en talleres, en (t)}}{\text{Número de cursos o talleres en el período (t)}}$$

Promedio de asistentes por función /max:

$$R_5 = \frac{\text{Suma total de público asistente a funciones /max, en (t)}}{\text{Número de funciones proyectadas en el período (t)}}$$

Al margen del enorme número de expresiones e indicadores posibles de eficiencia para diversos casos específicos, hay tres estrategias genéricas para elevar la productividad de cualquier proceso de «transformación»:

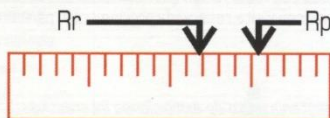
- Disminuir el monto (o el costo) de los insumos o recursos utilizados, en tanto se obtiene el mismo monto de «productos»
- Aumentar el monto (o el valor) de los «productos» obtenidos, manteniendo constante el monto de «recursos»
- Aumentar los «productos» o resultados y simultáneamente disminuir los «recursos»

Generalmente, en los museos y centros de ciencias los indicadores e índices de eficiencia se emplean más bien para el monitoreo y evaluación de aspectos y funciones relacionadas con procesos administrativos y de apoyo; como pueden ser las

de finanzas (ingresos y egresos), promoción y publicidad, mantenimiento, administración, recursos materiales, etc.

• EFICACIA:

→ La **eficacia** es el grado al cual los «resultados» reales de un sistema se acercan a los «resultados» planeados (metas del sistema). Es una comparación entre lo deseado y lo logrado.



$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultado real (Rr)}}{\text{Resultado planeado (Rp)}}$$

$$\text{Eficacia} = \text{Resultado planeado (Rp)} - \text{Resultado real (Rr)}$$

La medición de la eficacia de un sistema puede basarse en la comparación de cantidades (visitantes, participantes, costos, etc.); cualidades (tipo de público); tiempo (grado de avance en un cierto programa); o niveles ordinales o jerárquicos.

Para evaluar la eficacia, el resultado deseado (Rp) y el resultado real (Rr) deben ser medibles; y sus unidades de medición, del mismo tipo.

Algunos ejemplos de medidas de eficacia utilizables en museos y centros de ciencias son:

Afluencia de visitantes:

$$F_1 = \frac{\text{Visitantes reales en el período (t)}}{\text{Visitantes pronosticados para (t)}} \times 100$$

Ingresos:

$$F_2 = \frac{\text{Ingresos \$ reales del mes}}{\text{Ingresos \$ planeados para el mes}}$$

Afluencia relativa de escolares:

$$F_3 = \frac{\% \text{ real de grupos escolares en el total de visitantes, en (t)}}{\% \text{ deseado de grupos escolares en el total de visitantes}}$$



Evaluación de los visitantes acerca de la atención de los guías²:

$$F_4 = \frac{\text{Calificación promedio dada por visitantes a los guías, en (t)}}{\text{Calificación óptima (=10)}}$$

Eficacia de la reservación de grupos visitantes:

$$F_5 = \frac{\text{Nº de grupos con reservación que realizaron su visita el día (n)}}{\text{Nº de grupos con visita reservada previamente, para el día (n)}}$$

Eficacia del mantenimiento de exhibiciones interactivas:

$$F_6 = \frac{\% \text{ real de exhibiciones fuera de servicio, en (t)}}{\% \text{ Standard internacional de exhibiciones fuera de servicio}}$$

Como medida del desempeño, el concepto de eficacia puede aplicarse a muchas facetas del quehacer de los centros de ciencias: tanto a diversos aspectos de las funciones y unidades organizacionales de apoyo (adjetivas)—, como a programas y procesos sustantivos; como por ejemplo, a las actividades de educación no-formal, acciones específicas de popularización de ciencia y tecnología, al avance de proyectos de desarrollo, etc..

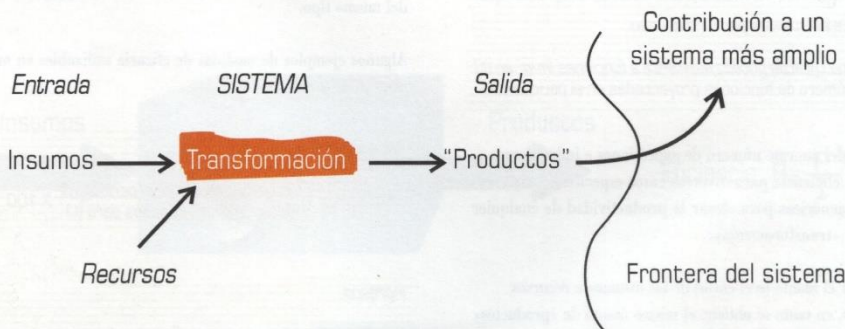


FIGURA 4

La actividad de transformación realizada por un sistema dado podría fallar de tres maneras posibles:

- Podría producir la salida, pero consumir recursos excesivos (baja eficiencia)
- Podría fallar al producir la salida (baja eficacia)

• EFECTIVIDAD:

Stephen Covey, el conocido autor del popular libro «Los 7 hábitos de la gente efectiva», señala una diferencia fundamental entre las medidas que se enfocan a los medios (como la eficiencia) y las que se enfocan a los fines (como la eficacia y la efectividad). De acuerdo con Covey:

- La *eficiencia* consiste en *hacer las cosas bien*
- La *efectividad* consiste en *hacer las cosas correctas* (esto es, las cosas que deben hacerse)

En este mismo sentido, puede decirse que:

→ La **efectividad** es el grado al cual un sistema (o subsistema) cumple su rol o misión en el contexto del sistema más amplio al cual pertenece: es una medida de la *relevancia de su aportación o contribución al sistema mayor*.

A diferencia de la *eficiencia* y de la *eficacia*—que se enfocan a una «visión interna» del desempeño del sistema—, la *efectividad* corresponde a una «visión externa», pues se relaciona más con la finalidad del sistema ante sus usuarios, clientes o «propietarios», que con las metas inmediatas de los procesos del sistema o con el grado en que éste aprovecha sus recursos.

La salida podría no producir la contribución requerida por el sistema más amplio (baja efectividad)

En el tercer caso la cuestión es si el proceso de transformación o de actividad es o no adecuado con respecto a las expectativas del sistema mayor «propietario»; o para lograr los propósitos

(misión) para los cuales existe el sistema.³

Así, la efectividad es en última instancia un *juicio de valor* de los «propietarios», clientes, usuarios o «víctimas» del sistema en cuestión, acerca del grado al cual ellos consideran que éste cumple la misión para la cual fue creado y su rol en el contexto más amplio. La efectividad no es algo que deba ser calificado o valorado por los integrantes del sistema a ser evaluado, sino por *actores externos* que tienen relación directa con los efectos de su funcionamiento.

3. LA EFECTIVIDAD DE LOS CENTROS DE CIENCIAS

• Los «Qué» de la efectividad

Para aspirar a «medir» de alguna manera la efectividad de un centro de ciencias, hay que hacer referencia al «por qué» y «para lograr qué» fue creado; es decir, a su misión y sus objetivos permanentes. Cada museo o centro tiene su propia formulación de éstos; no obstante,

→... en general, las **misiones** de los museos y centros interactivos de ciencias apuntan a promover *el acercamiento a y la comprensión pública de la ciencia y la tecnología*, mediante actividades de popularización y de experiencias educativas no formales basadas en enfoques experimentales, lúdicos y participativos.

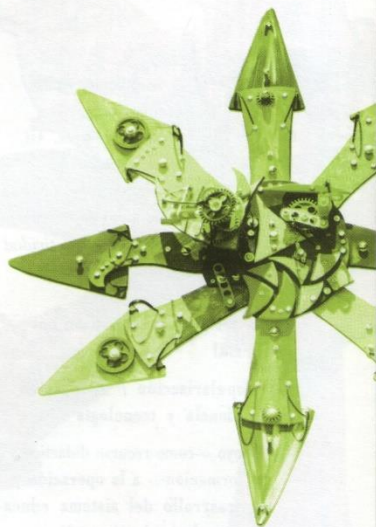
De aquí pueden desprenderse los **objetivos permanentes** de los centros de ciencias, algunos de los cuales podrían ser formulados de la siguiente manera:⁴

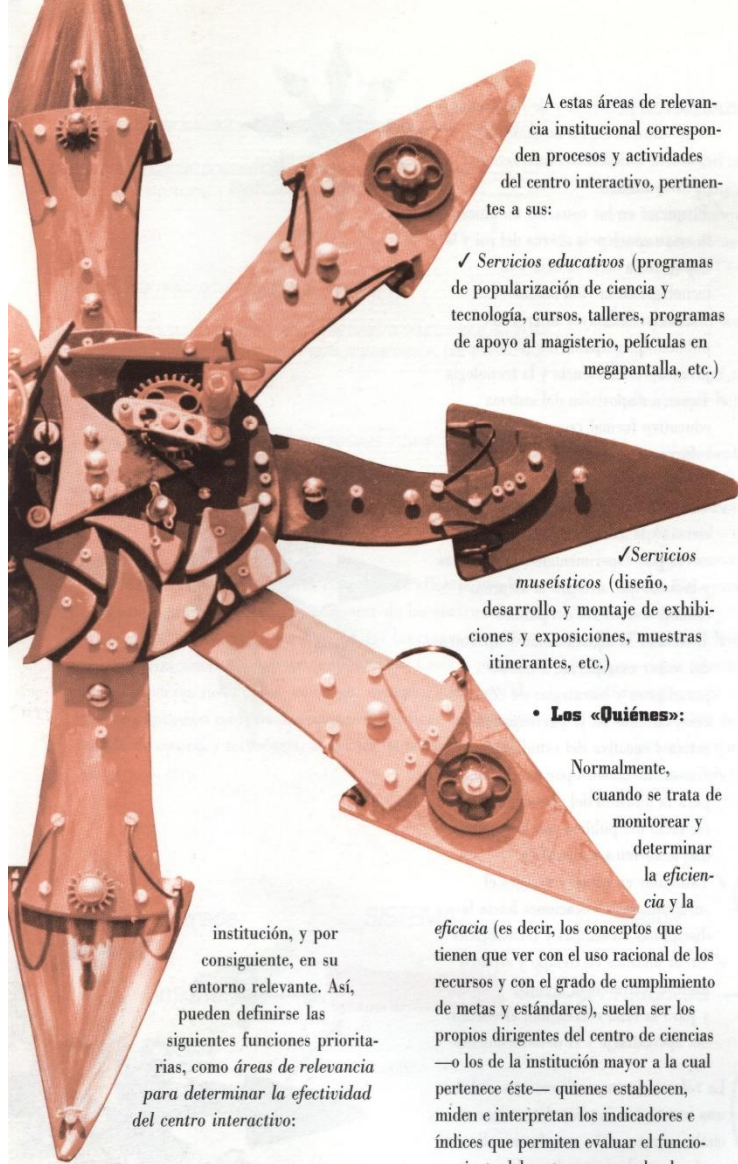
✓ Proporcionar a los usuarios experiencias educativas alrededor de

tópicos de la ciencia y de fenómenos de la naturaleza, en un ambiente creativo, estimulante, interactivo y participativo

- ✓ Propiciar en los usuarios un aumento en su conciencia acerca del rol y la importancia de la ciencia y la tecnología en la vida actual
- ✓ Estimular un mayor interés del público —principalmente de niños y jóvenes— en la ciencia y la tecnología
- ✓ Poner a disposición del sistema educativo formal recursos que refuercen y complementen la enseñanza impartida en las aulas
- ✓ Contribuir a la popularización de la ciencia y la tecnología, a través de estrategias experimentales, interactivas y lúdicas, que atraigan la atención y estimulen el interés del público
- ✓ Estimular la actualización y apertura del sector magisterial, a nuevos paradigmas y estrategias de educación, basados en la participación activa y creativa del estudiante
- ✓ Constituir un foro por excelencia para la difusión del conocimiento y el contacto del público con la comunidad académica y científica
- ✓ Estimular en niños y jóvenes el surgimiento de vocaciones hacia las disciplinas científicas y tecnológicas
- ✓ Crear ámbitos en tiempo y espacio para la convivencia familiar y social, y para la sana recreación, alrededor del aprendizaje y el descubrimiento

La *relevancia* (o *pertinencia*) social de una institución implica determinar en cuáles asuntos debe ser efectiva. De este modo, es evidente que los esfuerzos por monitorear y evaluar la efectividad de un centro de ciencias deben enfocarse a la “medición” de atributos relacionados con sus funciones *sustantivas*, que son las que convierten la misión y los objetivos permanentes del centro en acciones concretas que tienen incidencia e impacto en los públicos de la





A estas áreas de relevancia institucional corresponden procesos y actividades del centro interactivo, pertinentes a sus:

✓ *Servicios educativos* (programas de popularización de ciencia y tecnología, cursos, talleres, programas de apoyo al magisterio, películas en megapantalla, etc.)

✓ *Servicios museísticos* (diseño, desarrollo y montaje de exhibiciones y exposiciones, muestras itinerantes, etc.)

• **Los «Quiénes»:**

Normalmente, cuando se trata de monitorear y determinar la *eficiencia* y la

eficacia (es decir, los conceptos que tienen que ver con el uso racional de los recursos y con el grado de cumplimiento de metas y estándares), suelen ser los propios dirigentes del centro de ciencias —o los de la institución mayor a la cual pertenece éste— quienes establecen, miden e interpretan los indicadores e índices que permiten evaluar el funcionamiento del centro en general o de diversos aspectos específicos del mismo. Cuando se trata de determinar y evaluar la *efectividad* (concepto que tiene que ver con la pertinencia y utilidad social del centro), puede surgir la tentación o la tendencia de hacer algo similar; es decir, de que sean los agentes del propio sistema quienes evalúen su relevancia.

institución, y por consiguiente, en su entorno relevante. Así, pueden definirse las siguientes funciones prioritarias, como *áreas de relevancia para determinar la efectividad del centro interactivo*:

- Servicios de **educación no formal**
- Popularización / divulgación de ciencia y tecnología**
- Apoyo** —como recurso didáctico y de formación— **a la operación y el desarrollo del sistema educativo escolarizado** (formal)

Esta tentación debería ser resistida, para poner, en cambio, los instrumentos de valoración y las decisiones sobre la relevancia del centro en manos de aquellos a quienes pretende servir: de la sociedad en general, y de sus usuarios o «clientes», en particular.

Por supuesto, los dirigentes y el personal del propio centro de ciencias pueden —y deben— tener visiones muy claras acerca de la incidencia social que el centro pretende; de sus objetivos y de la pertinencia y el potencial de sus recursos, estrategias, procesos y servicios. Pueden tener suficientes conocimientos, referencias, razones y evidencias para suponer que lo que se hace es lo correcto; y también, que es valioso y es lo que la sociedad o los usuarios necesitan. No obstante, al igual que en el caso de otras organizaciones, la evaluación final —la que realmente cuenta—, queda a cargo del público destinatario de los servicios. Este es quien en última instancia decide si lo que recibe le es valioso y útil, si vale la pena y el costo (en tiempo, esfuerzo o dinero); y es el sistema social mayor el que al final va a determinar si la inversión y los recursos sociales dedicados al centro, están mejor aplicados allí que en otro sitio, si el centro aporta un beneficio distintivo que no puede ser proveído mejor por ningún otro ente social.

En el mundo del futuro, toda institución —incluyendo los museos— deberá ser juzgada por su habilidad distintiva para aportar valor a una sociedad, con base en fortalezas y capacidades singulares que resuelvan necesidades y expectativas sociales singulares (The Franklin Institute).

El quehacer de los centros de ciencias se dirige evidentemente a la población

en general; sin embargo, pueden destacarse determinados “públicos-meta” o sectores poblacionales sobre los cuales de manera natural o preferencial se busca incidir. La Figura # 5 describe los principales sectores específicos del «mercado» de los centros de ciencias:



FIGURA 5

Así, si se trata de medir la efectividad de los resultados o «productos» de un objetivo básico o de un servicio en particular, primero deben ser identificados los beneficiarios o usuarios del mismo; y después, debe ponerse en ellos la capacidad y la posibilidad de estructurar y expresar su evaluación acerca de la efectividad del servicio. Por ejemplo:

- ✓ La valoración sobre la efectividad del centro de ciencias como apoyo y recurso didáctico para el sistema educativo formal, debería ser determinada no por el propio centro, sino por las diversas instancias pertinentes de este sector (los maestros y directores de escuelas, los funcionarios del sistema).
- ✓ La determinación de la efectividad del centro de ciencias como foro viable para la popularización de ciencia por parte de la comunidad científica y académica, debería quedar a cargo de los científicos y académicos que acuden al centro a realizar actividades de divulgación.
- ✓ La efectividad del centro de ciencias como «producto turístico» debería ser evaluada a través de la proporción de población foránea no escolar, que acude a la ciudad para visitarlo.





Los propios dirigentes o especialistas del centro de ciencias por sus conocimientos del quehacer y los fines institucionales, pueden ser quienes definan, propongan, diseñen e implanten los medios específicos para detectar y «medir» la efectividad de los programas y servicios de éste; pero la valoración que los públicos del centro hagan a través de los medios que sean propuestos, constituye de hecho la evaluación de la efectividad que se busca. En términos de la Ingeniería de Calidad, de lo que se trata es de dar «voz al cliente» y de «escuchar» ésta con toda la consideración que merece.

Los «Cómos»:

Hablar del concepto de la efectividad o la relevancia es mucho más fácil que intentar medirla. El Dr. Ernst W. Hamburger, Coordinador de la Estação Ciência de la Universidad de São Paulo afirma que «las cosas poco importantes son siempre más fáciles de medir y evaluar que aquellas que realmente son importantes»⁵. La realidad, particularmente cuando se trata de los resultados de los centros interactivos en cuanto a educación no formal y popularización de ciencia y tecnología, parece darle la razón. De por sí, el tema de la evalua-

ción de la efectividad de la educación en sistemas escolarizados es muy controvertido y poco accesible; con mayor razón parece serlo en el caso de la popularización de la ciencia y de la educación no formal, en contextos donde predominan la presencia eventual del usuario y las experiencias educativas menos estructuradas, que también son ocasionales o «puntuales».

→ Por una parte, la efectividad no puede ser «medida» de modo similar a los casos de la eficiencia o de la eficacia, esto es, a través de índices resultantes de ecuaciones o expresiones matemáticas. La valoración que el público (o el sistema mayor) de un centro de ciencias pueda hacer del quehacer y los servicios de éste, es



esencialmente una apreciación **cualitativa**, por más que en ocasiones pueda ser expresada numéricamente en forma de datos estadísticos (como los que resultan, por ejemplo, de encuestas de opinión).

→ Una segunda dificultad para medir la efectividad de los centros interactivos de ciencias surge del hecho de que —salvo en el caso de unos cuantos servicios o programas muy específicos—, implica la valoración de resultados de procesos de cambio cultural de muy **largo plazo**, dado que un impacto educativo que incide en los conocimientos, las habilidades, los paradigmas y en última instancia, en los valores culturales de grandes sectores de la población, no es algo que ocurra en lapsos cortos; mucho menos si los sujetos del proceso son personas que no están expuestas de manera permanente o continua a la acción del centro.

→ Por otra parte, el hecho de que diferentes tipos de públicos posean distintas **necesidades y expectativas** acerca de lo que el centro de ciencias puede proporcionarles —ya sea en una visita ocasional, o en un programa con un período más largo—, hace que la «medición» de la efectividad o la relevancia tenga que enfocarse desde muy diferentes perspectivas. Así, tendría que abordarse la relevancia del centro como un todo no sólo desde diversos marcos referenciales, sino también de la efectividad de sus servicios y programas por separado, a partir de la valoración realizada por distintos sectores y tipos de públicos.

→ A todo esto hay que agregar la **heterogeneidad** en la exposición de los distintos



visitantes y usuarios individuales, a la acción de los recursos museísticos y los programas educativos y de popularización que realizan los centros de ciencias. Esta variedad va desde el caso de las personas que visitan durante unas horas y probablemente por única vez en su vida el centro de ciencias, hasta aquellas que se convierten en visitantes recurrentes o en usuarios permanentes, adscritos a alguno de los programas de larga duración del centro. Evidentemente, la efectividad tiene que ser entendida de distinta manera en uno o en otros casos.

Para evaluar la efectividad de la visita a los museos u centros interactivos, algunos destacados investigadores⁶, han propuesto y aplicado cuestionarios post-visita a usuarios ocasionales. Mediante estos instrumentos, han tratado de indagar principalmente: (1) el impacto que la visita causó en el interés de los visitantes por los temas científicos; (2) cambios en los conocimientos de los visitantes, como resultado de la visita; y (3) cambios en la conciencia de los visitantes acerca del rol de la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Por supuesto, los instrumentos distan mucho de ser perfectos; y contienen las limitaciones y deficiencias inherentes a herramientas de su tipo. No obstante, representan esfuerzos y búsquedas plausibles por «medir» de alguna manera la efectividad de los principales enfoques y de los recursos y servicios típicos de los centros interactivos.

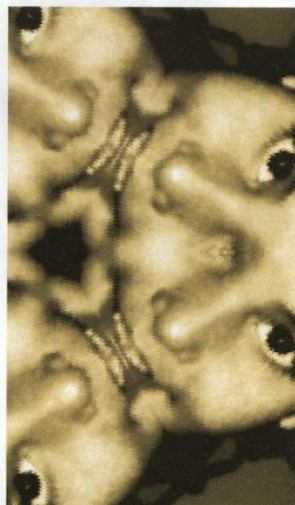


También se han hecho esfuerzos por evaluar la efectividad de programas y servicios específicos, de manera



«longitudinal»; esto es, dando seguimiento a un grupo seleccionado de usuarios, a lo largo de un cierto período de tiempo. En esta categoría de iniciativas caen, entre otras, las evaluaciones de efectividad de cursos, talleres educativos y programas de alcance a comunidades especiales (como el caso del Proyecto Clicar, de la Estação Ciência de la U.S.P.).

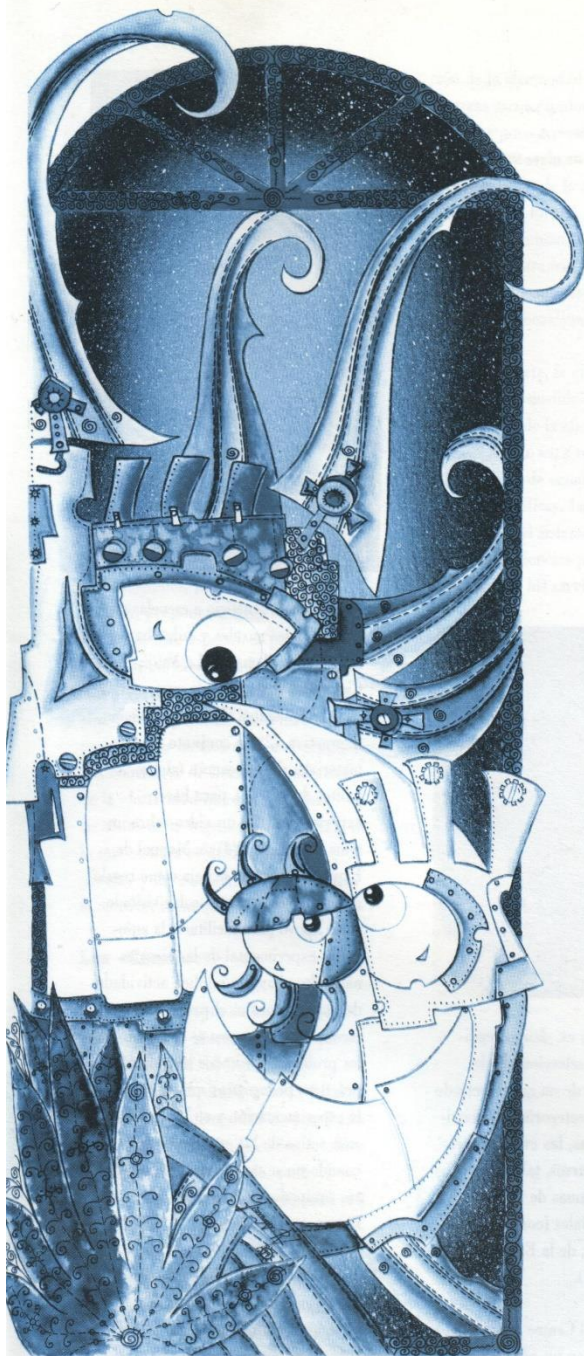
✓ Como ejemplo: El Centro de Ciencias Explora cuenta con un programa



itinerante de beneficio a escuelas de comunidades rurales y suburbanas marginadas, llamado «La Valija Científica». Este recurso comprende cuatro elementos: (1) Una exhibición interactiva, (2) un conjunto de materiales de uso común (globos, palitos, latas, etc.), para hacer experimentos, (3) un video sobre un tema científico; y (4) un Manual de Experimentos que se deja como regalo al maestro del grupo escolar visitado, como apoyo para facilitarle la enseñanza experimental de las ciencias naturales. Aunque implica actividades de popularización, el propósito esencial del programa es estimular en los profesores visitados la adopción de prácticas pedagógicas que se basen en la experimentación y en la participación activa de los estudiantes, aún cuando no se cuente con un laboratorio equipado con materiales especiales ni aparatos costosos.

La evaluación de la efectividad de «La Valija Científica» requiere que se realice un seguimiento longitudinal, a través de un monitoreo directo





posterior, varios meses después de la visita inicial de «La Valija» a la escuela. El objetivo de esta segunda visita de evaluación, sería detectar si en efecto el profesor cambió en alguna medida su práctica docente en la enseñanza de las ciencias; o bien, si todo siguió como antes... Un segundo objetivo podría ser la detección de un mayor interés de los estudiantes en los temas de sus materias de ciencias; y una elevación consecuente de su rendimiento escolar en ellas.

Más allá de los intentos por medir y evaluar la efectividad de servicios y programas concretos, persiste la cuestión de cómo evaluar la relevancia del centro interactivo de ciencias como un todo. En este sentido, son más abundantes las preguntas que las respuestas. Puede decirse, sin temor a equivocarse, que el tema aún no ha sido plenamente resuelto y que probablemente se tratará de una búsqueda permanente. Quizás se puedan en el largo plazo detectar aspectos observables de la «cultura científica» de las poblaciones (o de grupos de edades) sujetas durante muchos años al influjo de centros interactivos de ciencias y hacer comparaciones con poblaciones que no han tenido la oportunidad de disponer de un centro a su alcance, para detectar posibles diferencias. Pero como la presencia y la acción del centro de ciencias podría no ser la única variable en la formación de la cultura científica de la población, el problema de evaluar su aportación al sistema social puede verse complicado más aún.

A pesar de su dificultad, la búsqueda por evaluar la relevancia habrá de continuar: a las experiencias particulares de personas e instituciones habrán de sumarse los esfuerzos colaborativos que otros realizan. En este sentido, durante la Conferencia ASTC 1999, a celebrarse el próximo mes de Octubre en Tampa (Estados Unidos), la Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología (ASTC) y el Colaborativo Europeo para Exhibiciones de Ciencia, Industria y Tecnología (ECSITE), presentarán el protocolo de un proyecto global para investigar y determinar la efectividad de los centros de ciencias. Este proyecto de investigación se realizará en todo el mundo, y sus resultados serán presentados en el 3er Congreso Mundial de Centros de Ciencia que se llevará a cabo en Canberra (Australia), en el año 2001.

4. HACIA LA EXCELENCIA DE LOS CENTROS DE CIENCIAS

Hemos hablado de «las 3 E's», mediante las cuales puede ser caracterizado y evaluado el desempeño de un centro de ciencias, para contar con bases que permitan mejorar su funcionamiento y orientar su quehacer:

- ✓ La **eficiencia** (el grado al cual se utilizan bien los recursos para lograr los resultados)
- ✓ La **eficacia** (el grado al cual se logran los estándares u objetivos planeados).
- ✓ La **efectividad** (el grado al cual el centro cumple su misión y su rol social, mediante sus aportaciones y beneficios a los usuarios).

Podría asumirse que un centro interactivo de ciencias que opere con elevadas eficiencia y eficacia, y que logre una efectividad reconocida por los actores relevantes de su entorno social, sería un centro *de excelencia*, entendida ésta como un alto nivel de productividad, calidad y relevancia. Habría que añadir, sin embargo, al menos dos «ingredientes» más: la *estética* y la *ética*.

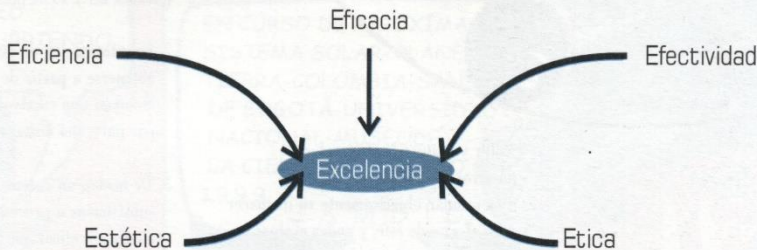
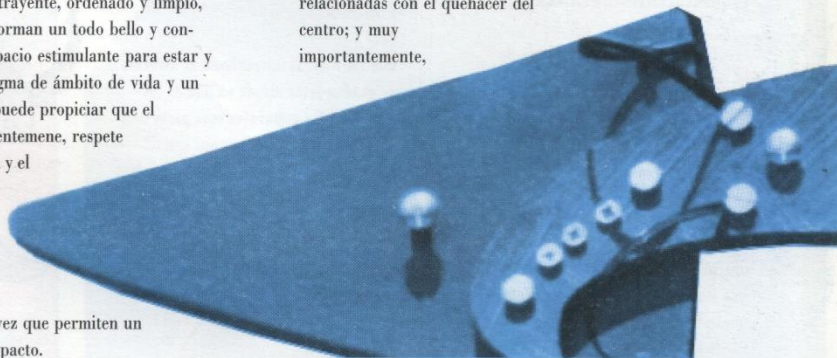
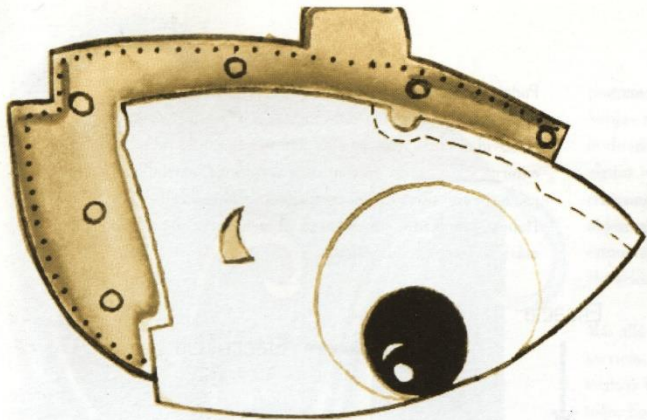


FIGURA 6

→ Aunque a alguien pueda parecerle intrascendente, el componente **estético** adquiere importancia si atendemos a los diversos efectos que sobre los visitantes y usuarios del centro de ciencias pueden tener la belleza, la armonía, el orden y la limpieza de instalaciones, exhibiciones y demás elementos. Por una parte, el concepto de centro interactivo se basa en gran medida en recursos y estrategias con alto potencial de *atracción* para el público (la más típica es la interactividad de las exhibiciones). En este sentido, al lado de la atracción que por sí misma tiene la posibilidad de manipular exhibiciones y su consecuente funcionamiento, debe considerarse también el potencial de atracción implicado en la belleza de las formas, en la combinación de colores y de materiales, en la escenografía y en la disposición armónica de los elementos museísticos. Por otra parte, un ambiente atrayente, ordenado y limpio, integrado por elementos que forman un todo bello y congruente, resulta no sólo un espacio estimulante para estar y aprender; también, un paradigma de ámbito de vida y un referente que implícitamente puede propiciar que el público, consciente o inconscientemente, respete y aprecie la belleza, la limpieza y el orden en los espacios y objetos con los que tiene contacto. Así, la estética del centro de ciencias y de su contenido vienen a ser medios educativos en sí mismos; a la vez que permiten un servicio de mayor calidad e impacto.

→ Por su parte, el carácter **ético** del centro de ciencias resulta de los actos humanos de sus integrantes, que se derivan tanto de los valores institucionales y la «cultura» organizacional prevaleciente, como de sus propios valores y cosmovisiones personales. La ética institucional del centro se refleja «ad intra», en los estilos de liderazgo participativos e incluyentes; en el ejercicio humanista de la autoridad; en la equidad; en el respeto; en la honestidad en el manejo de la información, los recursos y las relaciones; en la responsabilidad profesional y en muchas otras de los actos humanos de quienes integran el sistema social del centro de ciencias. La ética institucional también se concretiza «ad extra», en las decisiones de negocios y en el comportamiento comercial con proveedores, beneficiarios y otras entidades relacionadas con el quehacer del centro; y muy importantemente,





en las actitudes y en los actos humanos del personal del centro de ciencias para con los visitantes y usuarios. En este sentido, la práctica de la calidad y la calidez en el servicio, el cumplimiento de lo que se le ofrece, la objetividad y el respeto implícito en la información que se da, y la equidad en el trato sin distinciones de raza, sexo, religión, edad o condición social, son junto con otros —por política interna, por convicción y por manera de ser permanente—, elementos distintivos de la ética organizacional del centro de ciencias.

5. COMENTARIOS FINALES

Por todo lo anterior, los centros de ciencias no solamente deben ser sistemas productivos, eficaces y pertinentes en el desarrollo de sus funciones en beneficio de la sociedad a la cual pretenden servir. Deben ser también, modelos físicos, técnicos y humanos de las organizaciones al mismo tiempo efectivas y humanistas, que serán requeridas por el mundo del nuevo milenio, si han de tener una verdadera relevancia social.

Medir y evaluar la efectividad de nuestros centros de ciencias, dimensionar objetivamente su quehacer y los efectos de éste, y poder evaluar y demostrar su relevancia social no son tareas fáciles ni de corto plazo. Pero hemos de creer que son posibles, al margen de las evidentes dificultades y aún divergencias en la instrumentación de sus «cómos». Esta convicción se convierte en condición indispensable, aunque no suficiente, para estimular nuestros esfuerzos por monitorear, reorientar y mejorar lo que hacen nuestros centros, de modo que logren relevancia a través del mejor cumplimiento de sus propósitos fundantes; también, si de verdad creemos que lo que hacemos es valioso para la gente, para ser capaces de hacer ver a otros —al menos a nuestros usuarios y patrocinadores— lo que para nosotros es evidente:

Que los centros interactivos de ciencias pueden estar siendo ya una de las herramientas culturales más poderosas al servicio de la civilización científico-tecnológica de nuestros días y de los días por venir.

1. Ver: Wilson Brian: *Sistemas: Conceptos, metodologías y aplicaciones*. Megabyte – Grupo Noriega Editores (México, D.F.), 1993, pp. 275 – 276.

2. La información de este tipo puede obtenerse a partir de encuestas que incluyan una escala de calificación por parte del visitante o usuario

3. De hecho, un sistema o alguno de sus subsistemas o procesos, puede ser eficiente y eficaz, pero *no* efectivo

4. Los objetivos permanentes anotados pertenecen al Centro de Ciencias Explora (León, México)

5. Comunicación personal al autor

6. Rennie J. Léonie, Peter Falk, Elsa Feher, Hannu Salmi





...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-MUSEODE
LA CIENCIA Y EL JUEGO.
1.9.9.9.

C A M B I O .



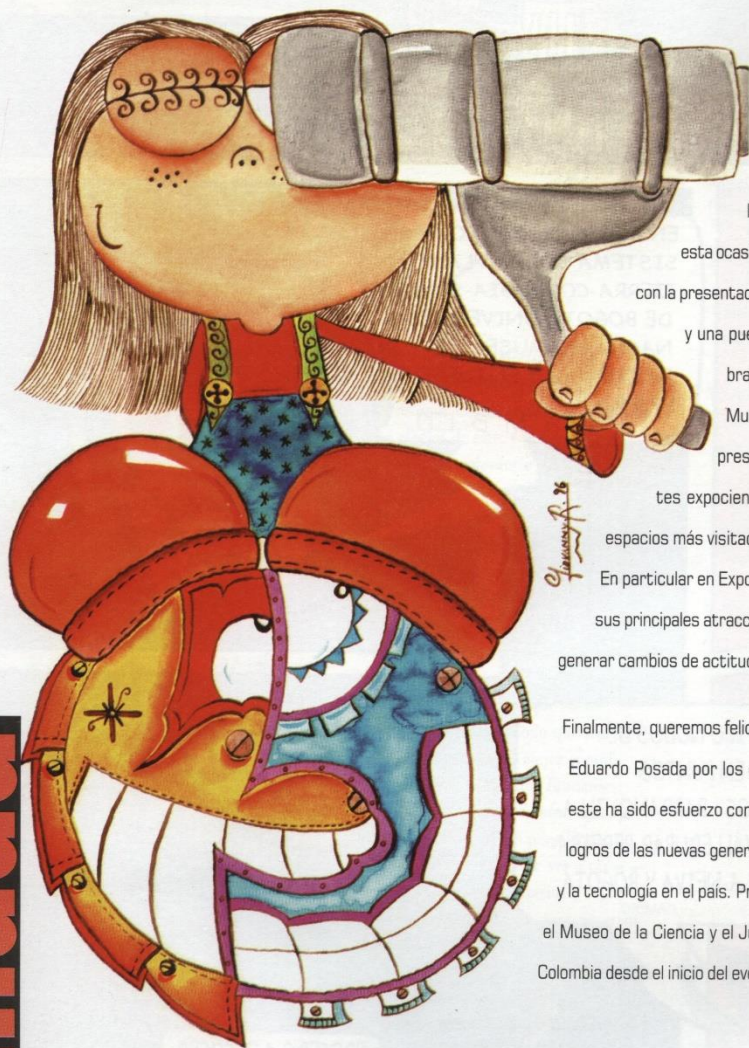
IDENTIFICO NODOS DE
ENLACE EN PUNTOS
LLAMADOS : BARRANQUILLA-
PASTO-VALLEDUPAR-PEREIRA-
MARSELLA-NEIVA Y BOGOTÁ.

CAMBIO.



PROCEDO A ESCOGER
NODO DE ENLACE.
FUERA.





Expociencia/ Expotecnología

Entre el 24 de Septiembre y el 3 de Octubre se realizó en Corferias la sexta versión de este evento. En esta ocasión el Museo participó, exitosamente, con la presentación de nuevos montajes interactivos y una puesta en escena acorde con la celebración de los quince años de vida del Museo. Es de resaltar que en todas las presentaciones –incluyendo las diferentes expociencias–, el Museo ha sido uno de los espacios más visitados por el público en estos eventos. En particular en Expociencia se ha constituido en una de sus principales atracciones, cumpliendo con su objetivo de generar cambios de actitud positiva hacia la ciencia.

Finalmente, queremos felicitar a la ACAC y a su presidente Dr. Eduardo Posada por los diez años que cumple Expociencia, este ha sido esfuerzo continuado para motivar y resaltar los logros de las nuevas generaciones en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Proceso que ha sido acompañado por el Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia desde el inicio del evento en el año 89.

Noticias de la Red-Pop

El reconocimiento internacional al trabajo en la divulgación y popularización de la ciencia y la tecnología, del Museo de la Ciencia y el Juego, ha sido reconocido con el "Primer premio latinoameri-

cano a la popularización de la ciencia y la tecnología 1997/1998" y este año con la elección por parte de la asamblea general de la Red-Pop –por unanimidad- de nuestro director, el físico, Julián Betancourt M. Como Secretario Ejecutivo de la Red para el periodo 2000-2002.

Esta nueva proyección del Museo y de la Universidad Nacional de Colombia, nos permitirá establecer importantes relaciones de apoyo y cooperación entre los países de la región que pertenecen a la Red-Pop, que estamos seguros redundará en el mejoramiento de la calidad de los procesos educativos y culturales en que estamos empeñados.

Cátedra Fabio Chaparro

El Museo en memoria del profesor Fabio Chaparro (q. e. p. d.), compañero y amigo gestor del programa Re-Creo -programa de diseño y producción de material didáctico- y en su deseo de mantener el contacto con los docentes que han participado en los talleres de Re-Creo y cursos de Formación de Docentes, ha instituido la Cátedra Fabio Chaparro. A través de ella ofrecemos talleres sobre manejo y posibilidades del material didáctico produci-

do por el Museo y conferencias sobre diversos temas de la educación y su problemática. Los Talleres se realizan en nuestras instalaciones de la Universidad Nacional y las Conferencias se dictarán en los colegios de las diferentes localidades que estén interesados.

La Cátedra tiene una periodicidad bimensual con actividades que se alternan de acuerdo al cronograma anual. Queremos invitar a todos los docentes de Bogotá y el país a participar en esta actividad, por esta razón esperamos recibir todas sus sugerencias sobre los temas que más les interesen para ser tratados en la Cátedra.

Red Nacional de Museos y Centros Interactivos

Conforme a su plan quinquenal de apoyo y fortalecimiento a la Red, en su programa Red de Museos y Centros Interactivos, el Museo de la Ciencia y el Juego realizará en Bogotá, del 22 al 26 de Noviembre de 1999, el "Seminario Gestión y Diseño en Centros Interactivos" dirigido a las personas que conforman los equipos de trabajo en los diferentes Centros Interactivos instalados por el Museo en el país.

Pasto

El compromiso de la ciudadanía con el Museo y la necesidad de los espacios de recreación y cultura en el país....

La Casa de la Ciencia y el Juego, ubicada en la Casa de Don Lorenzo en la ciudad de Pasto, ha recibido una gran muestra del afecto que, en tan corto tiempo de existencia, ha generado en la comunidad. Ante la decisión de la Alcaldía de Pasto de conceder vacaciones a los encargados del manejo del Centro Interactivo, la comunidad en cabeza de los niños protestó por el cierre del centro mediante una Acción de Reclamo, que suscitó la inmediata reapertura de la Sala.

El Centro Interactivo más reciente: Pereira

El Centro Interactivo de la ciudad de Pereira se encuentra funcionando ya en el edificio de la Gobernación del Departamento de Risaralda. En el funcionamiento de este Centro se hayan involucrados con su apoyo decidido: El Señor Gobernador Carlos Arturo López y La Secretaría de Educación Departamental. A ellos nuestras felicitaciones. Los estaremos acompañando en el largo camino que se inicia.



EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL JUEGO Y SU PROGRAMA RE-CREO DISEÑAN Y DESARROLLAN MATERIALES DIDÁCTICOS, LAS CAJAS DE LA CIENCIA. EN CADA CAJA DE LA CIENCIA SE AGRUPA MATERIAL DIDÁCTICO DE UNA DE LAS SEIS ÁREAS: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA, MATEMÁTICAS, SALUD Y ECOLOGÍA. ESTE MATERIAL FUNCIONA 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 ELLAS SE DESARROLLA LA MOTRICIDAD GRUESA Y FINA, ADEMÁS DE PERMITIR UNA APROXIMACIÓN A LA TECNOLOGÍA: LA PALANCA, LA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO, EL USO DE LOS FLUIDOS, LA TEORÍA DE LOS COLORES Y LAS MARAVILLAS DE LAS LUPAS, SON ALGUNOS DE LOS CAMPOS QUE SE PUEDEN EXPLORAR Y 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 Recreo incluye: formación de docentes y dotación para primaria



Programa RE-CREO



Las **cajas** 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)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias

* Teléfono : 3165413 * Telefax : 3165441

* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11858

* Apartado Aéreo : 59541 de Santafé de Bogotá - Colombia

* Correos electrónicos : mludus@interred.net.co

mludus@yahoo.com

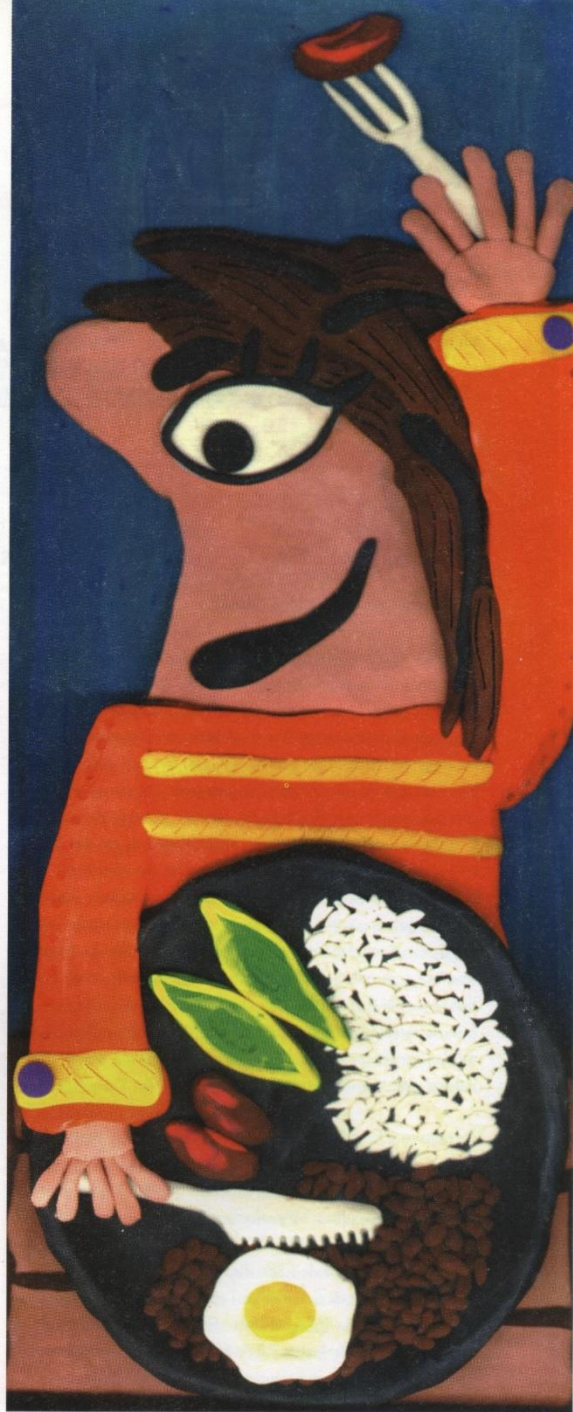
recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Miguel Angel Montero
Químico
Coordinador Area de química

Tradicionalmente en la enseñanza de las ciencias en la escuela, existen ciertos temas considerados “duros” y otros “suaves”, es decir algunos que causan dificultad para su comunicación por parte del educador y otros que son fácilmente apropiados por parte del estudiante. Los pedagogos han ideado un buen número de posibilidades para la enseñanza de los primeros, algunas afortunadas, otras no tanto; sin embargo casi siempre el resultado es similar: el estudiante no encuentra útil o interesante el conocimiento de unos y otros; una propuesta para salvar esta dificultad es la combinación de diversas temáticas aparentemente inconexas, con el objeto de generar sorpresa e interés en el estudiante.

Continuamos en este número con la serie “Química, nutrición y Física nuclear” que pretende un acercamiento a algunos de los temas “duros” de la enseñanza de las ciencias en la secundaria. Los temas relacionados con la nutrición hacen parte de esos que se pueden denominar “suaves” debido a su cercanía con la cotidianidad; por tanto y aprovechando la abundancia de información al respecto pueden emplearse como vehículo para introducir un tema “duro” como es el manejo y conversión de las diferentes unidades empleadas en física y química.

Almuerzo ejecutivo



- ¿Que tiene hoy vecina?

- La especialidad de la casa mijo: frijoles con garra

- ¿Con qué vienen?

- Su buen platao de frijoles, porción de arroz, huevo frito, carne molida y gaseosa, todo por los mismos devaluados tres mil pesitos

- Tráigame a mi unos

- y a mi otro plato...

bla bla bla

(5 minutos)

- Aquí están sus frijoles bien calienticos

En efecto estaban bien calienticos, a ojo pude calcular algo así como unos 60°C; mientras disfrutaba de aquel almuerzo estuve pensando cuantas personas más, solo en Colombia estarían comiendo el mismo menú que yo, debían ser cientos de miles, creo que los frijoles (con garra o sin ella) son uno de los platos más comunes en nuestro país; no por nada, los paisas se enorgullecen de comerlos a diario, también en el eje cafetero, en la costa, los vallunos, bogotanos, santandereanos etc. los tienen en sus diversas preparaciones como uno de sus alimentos predilectos. No es necesario hablar de las cualidades culinarias de los frijoles, casi todos las conocemos: bien preparados son exquisitos; pero debe haber otras razones para que los frijoles sean tan apetecidos en nuestra tierra. En medio de estas reflexiones se fueron los frijoles con todo y arroz, carne y gaseosa rematada con un dulce de menta de muy dudosa calidad; pense que de cualquier forma mis tres mil pesitos habían sido bien invertidos.

De regreso a la universidad, decidí hacer una corta visita a la biblioteca para averiguar que tan nutritivos son los frijoles, pues había escuchado hasta la saciedad que los frijoles eran “de un alimento uhh...” Y realmente lo son. Encontré que contienen mas o menos 19% de proteína, 1.5% de lípidos, 60% de carbohidratos, 7% de fibra sin contar con calcio, hierro, fósforo etc...que aportan 330 kcal en 100 g de frijol seco, comparados con las 158 kcal/100g, el 21.3% de proteína, 7.4 de lípidos, 0 de carbohidratos y 0 de fibra del lomo de res hacían a primera vista una buena competencia (los \$3000.00 del kilo de frijol en el supermercado, quedaban muy lejos de los \$8000.00/

kilo de lomo); con estos datos, me decidí a hacer un pequeño experimento: voy a prepararme unos frijoles, como me los enseñó a hacer mi mamá:

Tomé 380g de frijol y después de lavarlos les agregué 1500cc de agua, en la que permanecieron algo así como 12 horas, pues recordé el consejo de mi mamá: “tiene que dejarlos en remojo unas horas porque o si no, le quedan como una piedra”; ya a estas alturas de mi vida sabía que los frijoles y en general la mayoría de las leguminosas (frijol, garbanzo, lentejas, arvejas, habas etc.) se dejan en remojo para aprovechar un pequeño truco bioquímico (que mas adelante retomaré, pues es de gran ayuda).

A la mañana siguiente los puse en la olla a presión a cocinar en “alto” durante 75 minutos. Como mi estufa es eléctrica, pude tomar algunas interesantes medidas: la hornilla dice trabajar a 208Volts y 1100Watts, está construida con lo que podría aproximarse a tres anillos concéntricos, el mayor tiene 15 cm de diámetro, el segundo 11 y el tercero 8.5 (que en la posición “alto” están trabajando a plena capacidad), la sección transversal de cada anillo tiene un perímetro de 2.5cm pero en realidad con la olla solo hace contacto una pequeña fracción del anillo (0.5cm); anoté cuidadosamente todos estos datos con la idea de que me serían útiles en algún momento.

Regresando a mis frijoles, luego de 15 minutos de haberlos puesto en la estufa, empezaron a hervir y recordé ponerles 2 cucharaditas de sal (cerca de 5g) tras lo cual los tapé y luego de 10 minutos empezaron a “pitar”; mientras escuchaba este “pitar” de la olla en medio de añoranzas de la vieja y obscura cocina de mi abuela, recordé que muy juiciosamente había tomado algunas medidas previas: el “pito” de la tapa pesa 65.7g y el hueco por donde sale el vapor tiene 3mm de diámetro (supongo que esto dependerá de la marca de la olla que en mi caso es de 4 litros “Universal”) la olla es de aluminio y debe pesar cerca de 2.5kg. (tapa incluida), seguro que esa información sería útil también.

Luego de tres “pitazos” la destapé, agregué ½lb de tocino cortado en cubitos, ½ plátano “pintón” cortado de idéntica forma y un guiso hecho con ½lb de tomates, 100g de cebolla y un par de dientes de ajo, una cucharada de margarina, unas gotas de salsa negra y una hojita de laurel, volví a tapar la olla y esperé un último pitazo, total poco menos de una hora; destapé, deje cocinar otros 15 minutos y listos mis frijolitos. Los acompañé de la consabida porción de arroz, carne molida, un huevo frito, una tajada de aguacate y un vaso de limonada, resultado: un suculento almuerzo.

Mientras reposaba este opíparo almuerzo (hay que aclarar que el menú lo compartí con tres amigos) planifiqué los siguientes pasos del experimento (que aún no sabía hacia donde me conduciría)

- Entender que pasa con el remojo, la cocción y la digestión.
- De donde viene la energía de estos frijoles y hacia donde va.

Dos puntos que encerraban un trabajo bastante grande.

Para comenzar, decidí que sólo me interesaría por el proceso de los frijoles, pues ya sabía que, la porción de arroz blanco, la carne, el huevo, el aguacate y la limonada me dan:

TABLA 1

Alimento	tamaño de la porción	Proteína (g)	Lípidos (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Energía (kcal)
Arroz blanco	80 g	6.1	1.4	62	0.2	283
Carne molida	110 g	23.3	8.2	0	0	174
Huevo	60 g	7.8	7.2	0.36	0	97
Aguacate	50 g	1.1	8.2	2.4	1	104
Limonada (sin azúcar)	150 g	0.07	0.05	2.25	0	9.75
Total		38.37	25.05	67.01	1.2	667.75

Con los frijoles la cosa era diferente, tenía mucha información y la pensaba aprovechar.

Hasta ahora hemos visto que la preparación de nuestra receta tiene dos pasos: el remojo y la cocción. Vamos por partes: ¿para que se remojan los frijoles? o mejor, ¿qué pasa cuando remoamos los frijoles? Cuando el frijol está seco, las enzimas encargadas de la degradación del almidón (principal constituyente de los carbohidratos del frijol) llamadas amilasas, y que están presentes en el frijol se encuentran inactivas, ya que la energía de activación requerida para la oxidación de los enlaces glucídicos del almidón es en estas condiciones muy alta; al poner en remojo los frijoles, estos absorben agua, con lo que las enzimas presentes se activan, iniciándose la degradación (aunque en forma lenta) del almidón hacia el respectivo disacárido llamado maltosa. Así mismo, una pequeña cantidad de enzimas proteolíticas (es decir que rompen proteínas) conocidas con el nombre general de proteasas inician el proceso de degradación de las proteínas para dar diversos péptidos (trozos de proteína) de tamaño y composición variable.

Y ¿por qué es necesario el remojo? El almidón es un polímero formado por muchas moléculas de glucosa, la que es finalmente el nutriente que empleamos como fuente energética durante los procesos metabólicos; sin embargo, nuestro organismo no se encuentra preparado para realizar una hidrólisis eficiente de este polisacárido durante la digestión, razón por la que para obtener el máximo provecho de los alimentos energéticos (como leguminosas, cereales etc.) es necesario que antes de entrar al cuerpo hayan sido modificados químicamente rompiendo algunos

enlaces del polímero, con lo que la acción de las sustancias encargadas de hacer la digestión (llamadas enzimas) se facilita haciendo más eficientemente el proceso. Esto es lo que ocurre durante el remojo y posterior cocción de los frijoles: introducimos agua al medio, proporcionando las condiciones para que las enzimas actúen, luego durante la cocción, la actividad de las enzimas se incrementa, así que cuando finalmente comemos los frijoles, buena parte del trabajo ya está en proceso.

De forma similar, durante la cocción, por llevarse a cabo a temperaturas altas (cerca del punto de ebullición del agua) la mayor parte de las proteínas presentes se desnaturalizan (esto quiere decir que las cadenas que componen estas proteínas - que también son polímeros- se desenrollan) de esta forma les es más fácil a nuestras enzimas digestivas entrar a romper los enlaces entre los aminoácidos que constituyen estas cadenas, pues finalmente son los aminoácidos los que serán absorbidos en la digestión; primera enseñanza:

Mi mamá sabía (sin saberlo) un jurgo de bioquímica.

Por más que había buscado, no encontré en la biblioteca ningún dato nutricional sobre los frijoles con garra, pero sabía que una buena aproximación sería hacer un balance energético: sumar los aportes de cada uno de los ingredientes, pero más interesante sería hacer cuentas con la energía invertida en su preparación para obtener un balance energético más o menos completo (un buen dato para contarle a una cuñada nutricionista).



Manos a la obra, estos son los datos nutricionales de los ingredientes de mis frijoles:

TABLA 2

Alimento	Porción	Proteína (g)	Lípidos (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Energía (kcal)
Frijol	380 g	72.2	5.7	228	26.6	1254
Tocino	250 g	21	173.3	2.5	0	1662.5
Tomate	250 g	2.5	0.75	10	3.75	55
Cebolla	100 g	1.4	0.2	10	1	47
Plátano	100 g	1.4	0.5	20	3	90
Margarina	10 g	N.D.	8.3	0.04	0	75.2
Agua	1500 g	-	-	-	-	-
Total	2590 g	98.5	188.75	270.54	33.35	3183.7

No tomé en consideración las gotas de salsa negra, los ajos ni la hojita de laurel, pero creo que no aportan mucho a la cuenta.

Este es el total de lo que cociné, pero como tamaño frijolada debí compartirla con mis tres amigos, en realidad el total de mi porción fue:

TABLA 3

Alimento	Porción	Proteína (g)	Lípidos (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Energía (kcal)
Total	647.5 g	24.6	47.2	67.6	8.3	795.9

Si estos valores se suman a los de las porciones calculadas en la tabla 1, puede verse que se trató de un almuerzo bastante nutritivo:

TABLA 4

Nutriente	Frijoles	porciones		Dosis recomendada (g/día)
		Otras	Total	
Proteína (g)	24.6	38.37	63	49
Lípidos (g)	47.2	25.05	72.2	65
Carbohidratos (g)	67.6	67.01	134.6	450
Fibra (g)	8.3	1.2	9.5	(30*)
Energía (kcal)	795.9	667.75	1463.7	3000 (kcal/día)

Los valores listados como dosis recomendada, son calculados para un hombre entre 18 y 30 años de edad, 65kg. de peso, contextura normal y de actividad física en el rango moderado-alto.

*Aunque no existe una verdadera recomendación por grupos para la ingesta de fibra vegetal, se estima que un adulto debería consumir un mínimo de entre 20 y 30 g por día.

Segunda enseñanza: si requiero fibra, no puedo seguir esta dieta.

Tercera enseñanza: ya que la proteína es el componente más costoso de la dieta, estoy haciendo un mal negocio, pues con sólo esta comida ya rebasé el total de mis necesidades diarias y teniendo en cuenta que este nutriente prácticamente no se almacena en el organismo, estoy desperdiciando más del 22% de la proteína que consumo. Adicionalmente, ya tengo un pequeño exceso de lípidos (10%) y eso que no he contado con el desayuno, onces, comida y hasta las medias nueves...

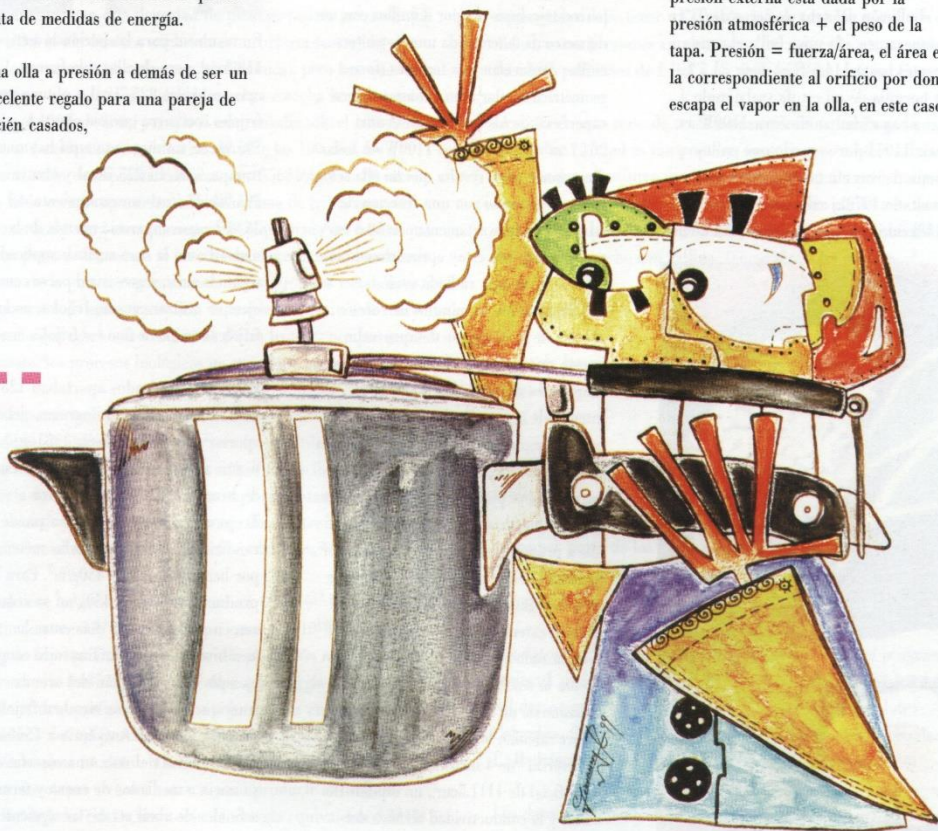
Bien, este almuerzo me ha aportado 1463.7 kilocalorías que en el lenguaje de los nutricionistas se escribiría como 1463.7Cal. Pero ¿cuántas he consumido para prepararlos?

Primero unifiquemos lenguaje: Una Cal es lo mismo que una kcal es decir 1000 calorías que equivalen a 4.18kJ que es lo mismo que 4180 joules (o Julios como casi todos los llaman), pero también igual a 0.001163 kilovatios-hora (palabreja que seguro le sonará conocida) y así podemos seguir un buen rato buscando equivalencias, pero antes de que se aburra, contentémonos por ahora tan solo con saber que se trata de medidas de energía.

Una olla a presión a demás de ser un excelente regalo para una pareja de recién casados,

también es un ingenioso artefacto que nos ayuda a ahorrar tiempo y energía (en otras palabras: dinero); basta decir que la olla a presión me permitió cocinar mis frijoles remojados en cerca de 75 minutos, mientras que si hubiese empleado una olla tradicional, por lo menos hubiese gastado 2 horas o más, y si mira su cuenta de energía verá que mantener encendida su estufa esos 45 minutos extra vale DINERO; ¿Cómo ahorramos tiempo y energía? La pesa o "pito" de la olla a presión ayuda a mantener una presión regulada dentro de la olla -superior a la presión atmosférica-, al aumentar la presión interna,

la temperatura de ebullición del líquido que contiene (que en general es agua) aumenta y al aumentar la temperatura la cocción es más eficiente. En el caso de mi olla las cuentas son más o menos así: la masa de la pesa o "pito" de la tapa es 65.71 g o 0.0657 kg. Así, $0.0657 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ cm/s}^2$ (valor de g o aceleración debida a la gravedad terrestre) = 0.644 N (newton medida de fuerza). Para que la olla "píte" se requiere que la presión interna sea suficiente para levantar la pesa de la olla; esto es $p_{\text{interna}} = p_{\text{externa}}$; la presión interna está dada por la presión que ejerce el vapor de agua en el interior de la olla, mientras que la presión externa está dada por la presión atmosférica + el peso de la tapa. $\text{Presión} = \text{fuerza}/\text{área}$, el área es la correspondiente al orificio por donde escapa el vapor en la olla, en este caso



teniendo 3mm de diámetro, el área es de 7.07mm^2 ($7.07 \times 10^{-6} \text{m}^2$) y la fuerza, la ejercida por la pesa (0.644N) $0.644\text{N} / 7.07 \times 10^{-6} \text{m}^2 = 91115$ pascales (unidad de presión)

1 pascal equivale a 9.87×10^{-6} atmósferas (otra unidad de presión)

la presión externa total es (91115 pascales $\times 9.87 \times 10^{-6} \text{ atm/pascal}$) + 0.74 atmósferas (presión atmosférica en Bogotá) = 1.64 atmósferas). A esta presión el agua ebulle a 114.5°C.

Otro dato: para ahorrarme 45 minutos de cocción debí elevar la temperatura de ebullición del agua de cerca de 93°C (temperatura a la que ebulle el agua en Bogotá) hasta 114.5°C es decir 21.5°C. La hornilla de mi estufa trabajando a plena capacidad suministra 1100W es decir 1105J por segundo que en los 75min de cocción (4500s) dan como resultado 4972kj algo así como 1188kcal invertidas en la cocción de mis

modestos frijoles, y que comparadas con las 795.9kcal que su consumo aporta a mi organismo, me da una perdida de 392.1kcal. La cuenta no es muy satisfactoria -estoy perdiendo algo así como el 33% de la energía invertida- y eso que no he tenido en cuenta la energía que me ahorré con el remojo y con el uso de la olla a presión.

Pero tranquilos, la culpa no ha sido totalmente mía; resulta que he vuelto a revisar las medidas de mi hornilla y me he dado cuenta que sólo es posible aprovechar en el mejor de los casos una pequeña fracción: Si la hornilla fuese un disco plano, su área sería de 176.7cm^2 , pero está compuesta por 3 anillos con un diámetro de 0.8cm cada uno; estos tres anillos conforman tres toroides (forma geométrica similar a una donna) el área superficial de los tres toroides suma 264.7cm^2 que radian los 1100W en todas direcciones, pero resulta que mi olla sólo entra en contacto con una fracción de esta superficie exactamente con 50.4cm^2 , es decir que sólo estoy aprovechando el 19% de la energía radiada unas 225.7kcal en los 75 minutos de cocción; el resto de la energía se desaprovecha puesto que por una extraña razón los fabricantes de mi estufa pintaron el interior de la parrilla de color negro y con ello impidieron aprovechar la energía que podría reflejarse hacia la olla si la parrilla fuese plateada (por otra extraña razón la mayoría de las ollas incluida mi olla a presión tiene su superficie exterior brillante, lo que provoca que una parte de la energía que recibe sea reflejada hacia el exterior); para no seguir complicando el asunto no voy a tener en cuenta la conductividad térmica del aluminio de mi olla, pero si usted la quiere calcular, le diré que mi olla "Universal" de 4 litros tiene un área superficial de 1111.5cm^2 , un espesor de 0.2cm y la conductividad térmica del aluminio es 0.49 a 100°C.



En resumen: para la cocción invertí 1188kcal, pero de ellas solo fueron aprovechables 225.7kcal y obtuve unos frijoles con garra que me aportan 795.9kcal; un momento aquí hay una trampa, ¿invertí 225.7kcal y obtuve 795.9kcal? ¿tuvo un rendimiento del 353%? acaso ¿apareció energía de la nada? Como la cosa suena complicada será necesario regresar un poco: como ejemplo utilizaremos los frijoles, no los frijoles con garra sino los frijoles crudos.

Los 380 g empleados aportaban 1254 kcal es decir que un kilogramo debe aportar 3300kcal es decir 13810kj. Según algunos datos del CIAT (Centro de Investigación en Agricultura Tropical) una buena cosecha puede rendir cerca de 4.5 toneladas métricas por hectárea es decir $450\text{g}/\text{m}^2$. Para la producción de estos $450\text{g}/\text{m}^2$ se requieren en promedio 100 días entre la siembra y la cosecha. Tomando como ejemplo una población del oriente Antioqueño donde se siembra frijol, digamos Buriticá Antioquia a 1540m sobre el nivel del mar; una cosecha que se inicia a mediados de enero y termina a finales de abril recibe las siguientes cantidades de radiación solar:

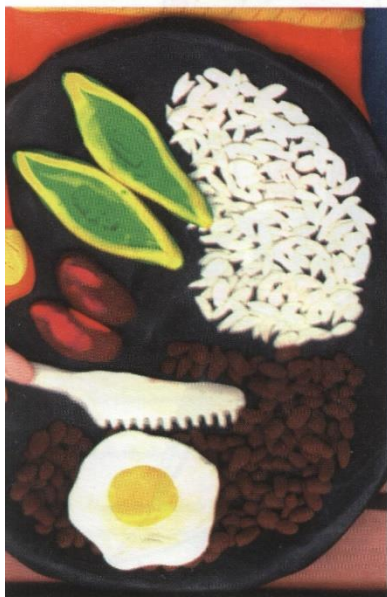


TABLA 5

Mes	Radiación solar promedio (Mj/m2/día)	Base de calculo (días)	Radiación total (Mj/m2)
Enero	16.34	15	245.1
Febrero	16.81	28	478.68
Marzo	15.98	31	495.38
Abril	14.87	26	386.62
Total		100	1605.8

De acuerdo con los datos del CIAT, un kg de frijol se produce en promedio en 2.22 m²; en la región considerada esta área recibe en 100 días 3568.4Mj (tres millones quinientos sesenta y ocho mil cuatrocientos kilo joules!) 258 veces más que la energía aportada por el kilogramo de frijol (13810kj/kg) un gran desperdicio de energía si se tiene en cuenta que una planta adulta tiene en promedio 2.5m de altura (en estaca) y se siembran cerca de 20plantas/m² con esta densidad de plantas, podría pensarse que cerca del 100% del área sembrada está cubierta por tejido vivo (es decir capaz de absorber energía lumínica), pero hay que tener en cuenta que a lo largo del ciclo siembra-cosecha la planta no ocupa el 100% de área, por ello si en promedio sólo el 10% del área está cubierta por tejido vivo durante los 100 días, las plantas están en capacidad de absorber 356840kj casi 26 veces mas de la energía aportada por el kilogramo de frijol; una aproximación muy alentadora pues hay que tener en cuenta que buena parte de la energía se invierte en el crecimiento y mantenimiento de la planta, crecimiento de hojas, procesos metabólicos, evaporación de agua, transporte de nutrientes, etc. y solo una pequeña fracción en el crecimiento de los frutos y porque, por supuesto, los procesos biológicos no son 100% eficientes.

Supongamos que nuestra plantación de nutritivo frijol que produce 6215kj/m² (1485kcal/m²) en frutos útiles y que sólo absorbe 160580kj/m² durante su ciclo vital recibe toda su energía de lumínica del sol, ¿A que equivale esta energía en términos de los procesos que ocurren en el astro rey quien es finalmente el responsable de la vida en la tierra?

El sol tiene un área superficial cercana a 6.08*10¹² km² e irradia continuamente 3.9*10²³kj/s, algo así como 6.4*10¹⁰kj/km²/s; los 450g de frijol producidos en un m² de plantación requirieron en promedio de 0.0372kj/s que equivalen a la energía radiada por 0.58mm² de superficie solar en un segundo. La energía que recibimos del sol proviene principalmente de un proceso de fusión nuclear en donde 4 núcleos de hidrógeno (H) a lo largo de varias etapas se unen entre sí para producir al final un núcleo de helio (He) y un exceso de energía equivalente 4.2*10⁻¹⁵kj por cada núcleo de helio formado¹; nuestro cultivo requirió

en promedio de la producción de 8.86*10¹² átomos de He/s y en los 100 días del periodo siembra-cosecha, con 12 horas/día de sol la astronómica suma de 3.82*10¹⁹ reacciones de formación del He. Claro que esta suma no nos debe asustar pues tal cantidad de He solo equivale a 0.254mg de este gas, que en las condiciones de Bogotá es un poco menos que el volumen de una canica grande; esta pelotita de helio que en las condiciones del núcleo solar debe tener un tamaño ínfimo (debido a las monstruosas presiones en el interior del sol) es la responsable de casi 5 porciones de frijol y un montón de energía sobrante.

Después de esta serie de truculentas reflexiones tenía ya la respuesta: el frijol es tan popular, no solo por su buen sabor, sino porque constituye una muy buena fuente de proteína y calorías a un precio bajo. Tras esta conclusión me levanté aún satisfecho de la mesa y llegué a mi mente una nueva inquietud: ...y con el sancocho con gallina, ¿cómo serán las cuentas...?

1. Ver de las estrellas a tu plato de sopa. revista Museológica
Vol. 2 No. 2 1999

Bibliografía

La mayor parte de los datos nutricionales fueron adaptados del libro: Alimentación y Dietoterapia de Cervera, P., Clapes, J., Rigolfas, R. Mc. Graw-Hill, Madrid. 1993.

Los datos de radiación solar fueron calculados con el programa Inclínad. de los Físicos Fabio González y Humberto Rodríguez del departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia. (Manual de Radiación solar en Colombia. González, F., Rodríguez, H. Rodríguez & González eds. Bogotá, 1994).

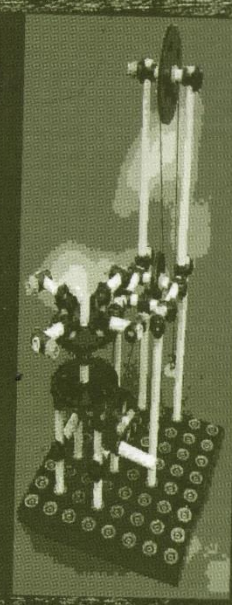
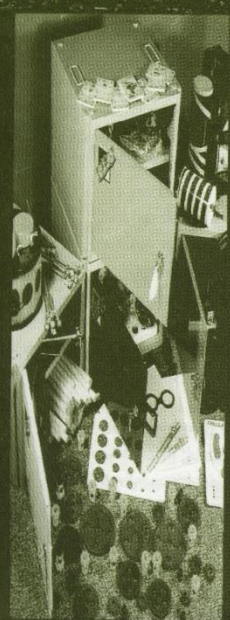
Los datos astronómicos fueron adaptados de Kepler, E. Sol, Luna y Planetas. Salvat, Barcelona. 1986.



¿Muy serios?

Seguramente les falta

RECIBO



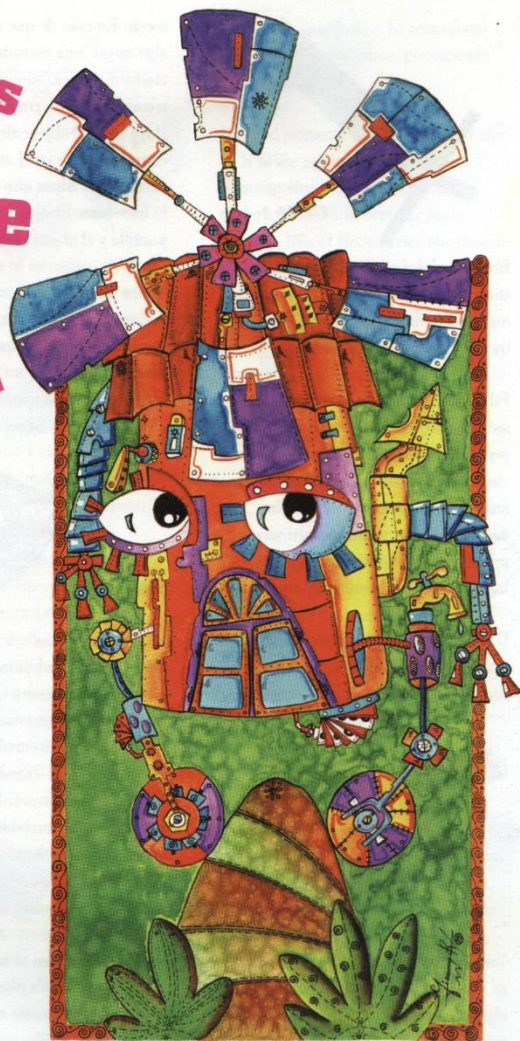
Los secretos de la hélice mágica

Julían Betancourt
Director del Museo de la Ciencia y el Juego

¿Tiene un poco de tiempo? Lo pregunto porque los afanes de la vida moderna no dejan espacio para intentar hacer cosas que normalmente no hacemos. El tiempo que pido es para que usted se familiarice y pueda manipular apropiadamente un interesante juguete que el Museo de la Ciencia y el Juego ha popularizado en nuestro medio con el nombre de hélice mágica. Si usted quiere construir la hélice necesitará madera, puntillas de pulgada a pulgada y media con cabeza, palos de paleta. Una navaja, cortador o cuchillo y un martillo no muy pesado. Después de algunas vicisitudes usted tendrá su juguete. Solamente ha necesitado algo de paciencia y un poco de esfuerzo.

Si tiene la suerte de poder contar con la hélice mágica que viene con este número de *Museolúdica*, se ahorrará tiempo pero necesitará paciencia ya que tiene que aprender a manejar con propiedad el juguete. Para tal fin consiga un lápiz, un esfero o un destornillador, en fin, un objeto de forma cilíndrica de madera, plástico o metálico de aproximadamente 7mm de diámetro y frótelo a lo largo de las muescas (ver figura 2).

Observará que por más que se esfuerce, la hélice se agitará, vibrará, pero no girará. Ahora intente frotar simultáneamente el lápiz en la arista, y el dedo gordo en un lado (ver figura 3). Si la hélice aún no gira, presióné un poco más el dedo gordo y lo logrará. Ensaye varias veces hasta que lo pueda hacer de



manera fluida, sin esfuerzo. Hacer mover la hélice rápido es muy fácil, intente ahora moverla lentamente. Ensaye frotar una distancia corta 2, 3 o 4 muescas y no lo haga muy rápido. Inténtelo varias veces hasta que lo haga lo más lento posible.

Hasta ahora usted ha hecho mover la hélice en un sentido. Si se ve al juguete de frente, es el sentido de las manecillas del reloj. ¿Cómo hago mover la hélice en sentido contrario?. Bueno, si se la hizo mover frotando el dedo gordo en un lado, pues ensaye



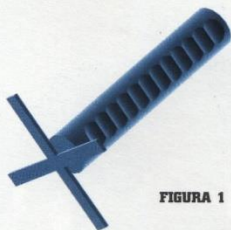


FIGURA 1

frotando el dedo índice en el lado contrario (ver figura 4). ¿Dio resultado? nuevamente inténtelo varias veces hasta que lo haga con propiedad.

Falta un último paso: hacer cambiar el sentido de giro a voluntad y sin que las personas que estén observando se den cuenta cómo lo hace. En la figura 4 se muestra cómo se deben colocar los dedos, basta un pequeño movimiento, prácticamente imperceptible, para lograr el cambio de sentido en el giro.

Hasta aquí usted, ya puede manejar con propiedad el juguete, pero... ¿cómo funciona?



FIGURA 2

Vamos a utilizar los juegos de semejanza y diferencia¹ para tratar de revelar algunos de los secretos de la hélice mágica. Estos juegos son una técnica diseñada con base en las comparaciones; la he aplicado en mis cursos y es uno de los pilares de nuestras exposiciones interactivas.

Busque un objeto que tenga un hueco redondo, cuyo diámetro sea aproximadamente el doble del dedo y que pueda hacer girar alrededor de su dedo índice, un llavero con pocas llaves puede

servir. En caso de que no encuentre algo mejor, una escuadra de dibujo también servirá, aunque su hueco es triangular y muy grande (ver figura 5). Haga girar el objeto alrededor del dedo, en un sentido y en el otro. Hágalo varias veces hasta que usted crea que lo hace bien. El dedo hará el papel de la puntilla y el objeto el de la hélice.

Ahora mueva el dedo continuamente para arriba y para abajo, en línea recta, sin girarlo. Después muévalo horizontalmente de un lado para el otro, estos movimientos se conocen como de vaivén. La escuadra o el llavero



FIGURA 3

se moverá vibrando, a veces girará una pequeña cantidad para un lado y para el otro, en fin, tendrá una serie de movimientos vibratorios, de vaivén, que usted no podrá controlar. Todo lo contrario sucede cuando hace girar la escuadra, o el llavero, la puede mantener fácilmente en el dedo y hacerla girar a su gusto: lento o rápido y cambiar el sentido de giro, es decir, usted tiene el control de la situación.

Ahora comparemos el caso de la hélice mágica, con el de la escuadra en el dedo. Recuerde que cuando no frotábamos el dedo gordo, la hélice no giraba y su movimiento no era controlable. Algo parecido sucede cuando le damos un movimiento de vaivén a nuestro dedo índice. Por el contrario, cuando frotamos

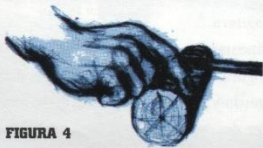


FIGURA 4



FIGURA 5

el dedo gordo, la hélice gira en el sentido de las manecillas del reloj, tal y como sucede cuando gira el dedo índice en ese sentido: la escuadra o el llavero girará en el sentido de las manecillas del reloj. Si cambiamos el sentido del giro de nuestro dedo, cambiará el sentido de giro del objeto que estemos usando. Este es el caso que se da cuando frotamos la hélice mágica y dejamos de frotar el dedo gordo, para frotar el índice.

De la comparación podemos decir que la puntilla y el dedo índice se mueven de manera semejante, que ese movimiento se transmite al llavero o escuadra de igual forma que la puntilla lo transmite a la hélice. La física nos dice que la transmisión del movimiento se hace vía fuerza de rozamiento. El

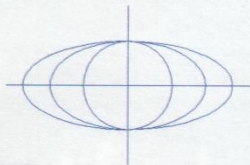


FIGURA 6

rozamiento es una fuerza muy importante que nos permite caminar (en un piso recién encerado no podemos caminar con facilidad y nos exponemos a deslizarnos y golpearlos), permanecer sentados, hace posible la existencia de los vestidos (los hilos se deslizarían unos respecto a otros, no existirían telas, ni costuras), en fin, en muchos sentidos la fuerza de rozamiento contribuye a la comodidad de la vida cotidiana.

Ahora bien, al hacer girar el dedo, es difícil que haga una circunferencia, mas bien realiza una curva denominada elipse. La circunferencia es un caso particular de ella, al igual que la línea recta (ver figura 6). Entonces tendremos algunos elipses que a veces tendrán la forma de línea recta y a veces de circunferencia, pero por lo general tendremos formas ovaladas, características de las elipses.



FIGURA 7

Si usted le acopla un lápiz a la hélice mágica —puede ser utilizando cinta pegante—, y pone en contacto suavemente, la punta del lápiz, con un papel; entonces, podrá obtener segmentos rectos o curvas cerradas, óvalos algo distorsionados, según frote el dedo gordo o no lo haga.

Así como la puntilla le transmite el movimiento a la hélice, la madera le transmite el movimiento a la puntilla. Cuando se frota, se introducen vibraciones a lo largo y ancho de la madera, es decir, a lo largo de los tres ejes coordenados X,Y,Z. De acuerdo a la



FIGURA 8

figura 7, el eje Y coincide con la dirección de la puntilla y los ejes X,Z son perpendiculares a ella. Como el movimiento de giro se hace en el plano normal a la puntilla, me indica que las vibraciones que componen el movimiento elíptico se realizan a lo largo de X y Z. Esto también indica que se pueden escoger las vibraciones (XY y YZ) poniendo convenientemente las puntillas (ver figura 8) ¡Incluso puedo poner tres puntillas mutuamente

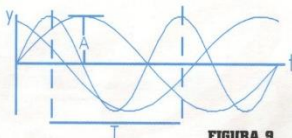


FIGURA 9

perpendiculares en la madera y hacer mover las hélices simultáneamente!

El movimiento que se introduce al frotar en la madera, es entonces dividido en tres componentes, un movimiento en X, otro en Y y el tercero en Z. Estos movimientos vibratorios son de la misma frecuencia. Tendremos que a veces al sumarlos nos dan líneas rectas, otras veces circunferencias y casi siempre formas ovaladas ¿De que depende la forma? Las vibraciones se caracterizan por tres parámetros: amplitud A, período T y fase (ver figura 9). Las vibraciones que se superponen en una puntilla pueden tener amplitudes diferentes y estar desfasadas. Cuando están en fase tendremos una línea recta, cuando están desfasadas 90 grados y las amplitudes son iguales tendremos una circunferencia, al igual que cuando el desfase es de 270 grados, sólo que la circunferencia es recorrida en sentido contrario. Obtenemos nuevamente una recta cuando el desfase es de 180 grados (ver figura 10).

En otras palabras, cuando la elipse es muy cerrada tenemos una línea recta, y la hélice no gira, sólo vibra. Para abrir la elipse o volverla más gorda necesitamos desfasar los movimientos vibratorios y eso es justamente lo que hacemos cuando frotamos el dedo

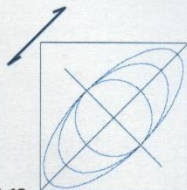


FIGURA 10

gordo o el dedo índice. El rozamiento desfasa los movimientos, permitiendo que la hélice gire.

Hasta el momento hemos aprendido algo de la hélice mágica. Sólo una última cuestión: ¿frotar el lápiz sobre la madera, es la única forma de hacer mover la hélice? Recurramos nuevamente a los juegos de semejanza y diferencia. Al frotar el lápiz tenemos lo siguiente: deslizamos el lápiz y ¡pun! una muesca, nuevamente deslizamos y ¡pun! otra muesca y así sucesivamente. Y si damos el ¡pun! en un sólo sitio, en vez de diferentes lugares ¿podremos hacer mover la hélice? Efectivamente así es, la podemos hacer mover golpeando en un sitio, quizás sea conveniente cambiar el lápiz por un objeto más contundente, un destornillador por ejemplo y tener el extremo que no tiene hélice con la mano, presionado firmemente ya que si se mueve se dificulta el movimiento de ella. Ud. puede ensayar en diferentes sitios y encontrar en donde es más fácil hacer girar la hélice golpeándola.

Los que llegaron a estas alturas del escrito, ya conocen algunos de los secretos del juguete y si siguen el viaje por las hélices mágicas pueden encontrar otros misterios y tratar de revelarlos. Que tal, ensayar a hacerlas con plástico o metal o poner tres puntillas mutuamente perpendiculares con sus correspondientes hélices, espaciadas convenientemente para que no se estorben o que tal hacer un tetramotor, o montar dos hélices sobre un mismo eje y hacerlas mover en sentidos contrarios. Sea lo que usted quiera ¡ánimo y suerte!

1. En *Museolúdica 1*, Hans Infante, físico de la UN y colaborador nuestro hace un acercamiento a los juegos de semejanza y diferencia, inspirado en la forma en que los juegos se presentaban en mis clases.



Anotaciones respecto a la investigación de imágenes e imaginarios sobre la Ciencia y la tecnología III

Julián Betancourt

En los dos números anteriores de Museolúdica se había publicado las dos primeras partes de las Anotaciones respecto a la investigación de imágenes e imaginarios sobre la ciencia y la tecnología. Aquí continuamos con la tercera parte, en donde se sigue trabajando sobre El Tiempo y el Espectador, en este caso teniendo en cuenta los titulares que aparecieron durante 5 semanas -y que fueron analizados- en los dos periódicos entre agosto y septiembre de 1998. Debo recordar que nuestra investigación al ser de carácter preliminar, no pretende agotar el tema, simplemente llamar la atención sobre algunos aspectos que pasan desapercibidos y que por simple reiteración van construyendo sensibilidades negativas hacia la ciencia y la tecnología.

La parte III se denomina ¿Qué hay detrás de un titular? Pregunta, ésta, que admite respuestas variadísimas y no siempre congruentes, en especial cuando se trata de la ciencia cuyo nivel noticioso es bajo. Detrás de un titular existen criterios de noticiabilidad, edición y producción y a veces criterios de gusto o capricho de los responsables de la edición. Miremos, entonces, los titulares y tratemos de explorar que hay detrás de ellos.

Como se mencionó en Museolúdica 2, en el período contemplado El espectador presentó 17 titulares y El Tiempo 30. A continuación se transcriben dichos titulares, acompañados de frases explicativas o aclaratorias que los mismos diarios han puesto en cada artículo.

EL ESPECTADOR

Pescadores de estrellas (sobre astrónomos aficionados colombianos) Bogotá

La ciencia es incapaz y aliena (comentarios sobre la carta del Papa a la 19 Reunión de Amistad entre los Pueblos) Ciudad del Vaticano, Efe.

Conocimiento propio (Seminario Internacional sobre Nuevas formas de apropiación del conocimiento) Bogotá.

Convención científica (convención anual de la Acac)

Neardentales parlantes. Proyecto Atapuerca. (habitantes del norte de España de hace 3000.000 años tenían aparato fonador parecido al nuestro) España, Efe.

Premio a las ciencias (premios Alejandro Angel Escobar) Bogotá.

El arca de Margarita (Margarita Perea, Premio Nacional a la obra integral de un científico) Bogotá.

Premio joven (Premio a la joven investigadora Adriana Sánchez por su trabajo en el campo de la superconductividad) Bogotá.

Premio a mujeres científicas. Bogotá

Dinosaurios en México, agencia Ansa. Notas cortas, Breves.

Dinosaurios en España, agencia Ansa. Notas cortas, Breves.

Texto antes de Cristo, Atenas, agencia Ansa. Notas cortas, Breves.

La clave del cuerpo (trabajando con ratones de laboratorio los científicos avanzan en la investigación genética) Efe y redacción local.

No estamos solos quizás (lo cierto es que son demasiadas evidencias de que algo ocurre. Luces, destellos, alucinaciones, el fenómeno ovni aumenta sus manifestaciones alrededor del mundo) Bogotá.

Tortículis colectiva (I congreso iberoamericano de astronomía) Cali.

Escuadrón de emergencia (El origen del cáncer está en las mutaciones genéticas. Científicos israelíes descubrieron cómo se desarrollan esos defectos y una posible manera de repararlos) Bogotá. Trabajo realizado por la redacción del periódico con base en artículo de la revista Molecular Cell y con apoyo de científico colombiano.

¿Por qué las mujeres no son hombres? (Algo más sobre la pequeña diferencia. Las causas y las consecuencias de las peculiaridades de cada sexo no se limitan a las formas que saltan a la vista) El País, Madrid.

vacacio s de titular?

Los anteriores titulares están agrupados en temas tales como: astronomía (1), crítica a la ciencia (1), eventos científicos (3), premios (4), paleontología (3), lingüística (1), genética (1), ovni (1), otros (1). ¿Qué ha hecho noticable cada tema? Es fácil responder cuando se trata de los eventos y los premios científicos, son cuestiones del momento que llaman la atención a un grupo de personas local que se interesa en ellos: sectores de la comunidad científica y académica. La crítica a la ciencia es noticia dependiendo de quien la hace, en este caso el Papa. Quizá la genética llama la atención ya que remite de alguna manera al cuerpo a nuestra salud. La astronomía quizá... la paleontología quizá... y así nos vamos llenando de posibles y quizás. Si miramos respecto a lo "nacional" los eventos y premios tienen razón de ser. El artículo sobre astrónomos aficionados también ¿y lo demás?. Alguien dirá que la ciencia es universal y por lo tanto todo es posible, hasta la pequeña diferencia, pero seguramente no estará muy contento con "No estamos solos quizás" en donde el fenómeno ovni hace presencia en la sección científica. Tal parece que son muchos los criterios para que algo aparezca en dicha sección. No deja rondar por la mente que muchos están allí por llenar sólo un espacio ¿criterio del editor? Miremos los titulares de El Tiempo.



EL TIEMPO

Extinción atribuida al efecto invernadero (Muchos animales murieron como resultado del anhídrido carbónico, aunque de manera indirecta. El gas emergió y calentó la atmósfera- Artículo sobre el incidente que acabó con los dinosaurios. The New York Service, E.U)

La ingeniería genética nos lleva al 'Mundo feliz' de Huxley (científico colombiano reflexiona sobre el Homo Infor genético) Bogotá

Mucha agua y núcleo de hierro (el Lunar Prospector envió datos recientemente que afirmarían que el satélite natural de la tierra tendría cerca de 6.000 millones de toneladas de agua y un núcleo de 300 Km de diámetro) Washington, Efe.

Confirman origen genético de la esquizofrenia, Washington, Efe.

La música disminuye la necesidad de usar anestesia (teoría dice que distraería la atención del cerebro) Londres Efe.

¡Qué oso! El del "Yeti" del Himalaya, Efe.

A la conquista del planeta Rojo (Rodolfo Llinás científico clave en la investigación) Redacción Bogotá.

Meteorito de Marte no tiene indicios de vida (temperaturas eran muy altas como para permitirlos) E. U AP.

Da Vinci estudiaba los orgasmos (Polémica sobre su presunta sexualidad) Roma Efe.

"Jurassic Park" de Bolivia (hallan nuevas huellas de dinosaurios) La Paz Reuters.

Buenas mujeres, por ende buenas investigadoras (Premios concedidos por la Academia) Bogotá.

La "dama de Panamá" (Hallazgo de patrimonio arqueológico) Panamá, Efe.

Estudian el habla en el "Hombre de Atapuerca". Madrid, Efe.

Un burócrata de alto vuelo (político entra en estación Mir) Moscú AFP.

Gusanos y viejitos (conocimiento de un gen que contribuye al envejecimiento en la lombriz ascáride) Con base en Nature, los Angeles, AP. Notas cortas E=mc2

Crecimiento (los esteroides pueden frenar el crecimiento infantil) Washington AP. Notas cortas E=mc2.



Mozart y las ratas (las ratas que oyeron a Mozart antes de nacer son capaces de aprender más rápidamente) Washington, Reuters. Notas cortas E=mc2.

Cuando el corazón está al lado derecho (investigadores hallan gen que determina colocación de las vísceras) España Efe.

Primates con inteligencia dentro de 50 años (descubrimiento revolucionario en el ADN) España Efe.

En busca del movimiento perfecto (El Laboratorio de Robótica de la Universidad del Valle hace estudios del diseño dinámico, los cuales se aplican en la construcción de robots) Aupec, Cali.

Prueban con éxito vacuna contra la rabia (basada en Nature Medicine) Washington AFP.

ADN, juez de la naturaleza (Clinton en manos de la ciencia. Caso trivial, pero magnificado por los medios, es la oportunidad para que la biología sea un recurso clave en el sexgate) redacción Bogotá.

Congreso Iberoamericano de astronomía (Astrofísico de la Nasa presentará conferencia en Cali) Bogotá.

Corrosión, problema que se puede evitar (La Corporación para la Investigación de la Corrosión (Cic) investiga para saber el alcance de este fenómeno. Gracias a estos proyectos, en el futuro, la corrosión no afectará la pintura de carros) Especial de Colciencias, Bogotá.

Nueva Técnica de clonación (primer experimento con células adultas) E.U Efe.

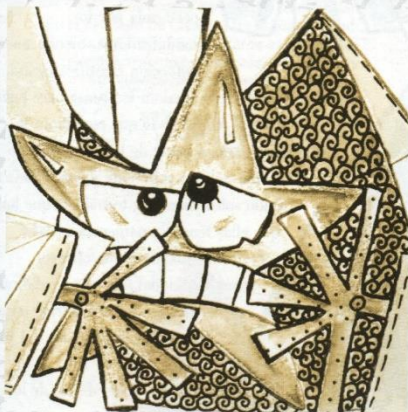
La faja "milagrosa". Nueva York, Efe. Notas cortas E=mc²

Arboles en probeta. Montréal, Canadá, Efe. Notas cortas E=mc²

Ser científico es un estado de ánimo (En Antioquia se discutió sobre la ciencia que muestra el periodismo científico) Bogotá.

"Tsunami", el azote del pacífico. (la mejor forma de prevenir sigue siendo no vivir en zonas expuestas del litoral) Redacción Bogotá.

Investigadores bajo la lupa (se inaugura el observatorio de Ciencia y Tecnología. Ahora los colombianos podrán disponer de una completa base de datos sobre las diferentes experiencias de los investigadores del país) Conresponsal Medellín.



Los titulares de El Tiempo se pueden agrupar en los siguientes temas: Astronomía y astronáutica, (4), eventos (3), premios (1), paleontología (5), genética y biotecnología (9), sicología experimental (2), salud (2), tecnología (2), desastres (1). Como es obvio se pueden hacer las mismas anotaciones que se hicieron a los titulares de El Espectador. Basta agregar que desde una perspectiva nacional los artículos sobre desastres tienen un público potencial amplio que puede ser afectado. En este caso las regiones costeras del país, en especial del Pacífico, tienen interés en el "Tsunami" ya que han sido afectadas por este tipo de fenómenos.

Es interesante comparar los temas tratados por los dos periódicos y la forma cómo cada uno ha titulado el mismo suceso.

En cuanto eventos prácticamente los dos periódicos resaltan los mismos. Sin embargo El Tiempo es bastante parco con los premios, sólo aparece 1, en tanto que El Espectador dedica 4. Caso contrario pasa con la astronomía en donde El Tiempo publicó 4 y El Espectador 1. El Tiempo realiza la participación de Rodolfo Llinás en la expedición a Marte por parte de la Nasa. Este parece ser un criterio utilizado con relativa frecuencia: la participación de un colombiano en una empresa internacional que se origina fuera del país.

El Espectador titula el artículo sobre el I congreso iberoamericano de astronomía Tortculis colectiva, en tanto El Tiempo usa como titular el mismo nombre del evento y le da realce en la medida que un experto de la Nasa participará en él. No deja de ser curioso que el titular mencionado de El Espectador puede ser intercambiado por el de Pescadores de estrellas usado por el mismo periódico para la nota sobre los astrónomos aficionados de Colombia.

Buenas mujeres, por ende buenas investigadoras es el titular que El Tiempo dedica a los premios concedidos por la Academia de Ciencias Exactas y Naturales. El Espectador tituló Premio a mujeres científicas. En ambos casos la noticia se dirige



a que son mujeres, cuestión impensable con los hombres: Buenos hombres, por ende buenos investigadores o Premio a hombres científicos. Ya Dorothy Nelkin en *Selling Science*¹ había observado, respecto a los premios Nobel, que los periodistas los describían como superestrellas, seres que están por encima del resto de la humanidad. Pero que cuando eran mujeres las ganadoras el tratamiento era diferente: fulana de tal, justamente una persona como ud y como yo, que cocina, limpia y gana el Nobel. La imagen de la ciencia de que es una actividad superior es reforzada por la vía de recalcar que un ser común y corriente, la mujer, haya sido capaz de semejar hazaña destinada sólo a hombres. El caso colombiano no está alejado del análisis de Nelkin.

¿QUÉ HAY DETRÁS DE UN TITULAR?

Criterios variados. En unos casos debidos a los personajes involucrados importantes para el país o el mundo, casos Llinás, Clinton y el Papa, que justifican la noticia. O información sobre fenómenos que pueden ser desastrosos para el país. O a niveles locales eventos y premios.

Escoger entre astronomía y genética o paleontología, parece que no va más allá del gusto o capricho momentáneo por una de ellas y/o del espacio necesario para cerrar la edición. Extremando el análisis, se puede decir que detrás de un titular también se encuentra nuestra dependencia de los centros que distribuyen noticias y de los que hacen ciencia.

¿QUÉ NO HAY DETRÁS DE UN TITULAR?

Si descartamos los eventos, cuyas "oficinas de prensa" están interesadas en publicitarlos, y los premios por razones similares, es fácil constatar que no está nuestra comunidad científica.

Lo local pesa muy poco, me parece que la razón fundamental radica en que la ciencia sigue siendo marginal en nuestra sociedad; la comunidad científica local sigue siendo débil y no ha logrado, a pesar de los esfuerzos, ir más allá de su torre de marfil. Torre que aún no ha sido tomada por asalto, o por lo menos, permeada por los comunicadores. Siendo nuestra producción científica escasa, la pobre presencia de lo local en la prensa hace pensar que se produce menos de lo que realmente es.

Adicionalmente, a pesar de los esfuerzos, no existe una política coherente y continuada del Estado sobre ciencia y tecnología que haga que ellas tengan pertinencia social y cultural, sumada a una eficacia comunicacional, en otras palabras, que ellas sean significativas para diferentes comunidades del país.

Como se ve, detrás de los titulares de prensa existen

muchas cosas: desde los criterios que juzgan lo que es noticiable, hasta los de llenar simplemente el espacio. Desde la debilidad de nuestra comunidad científica y de nuestros comunicadores científicos, hasta la incoherencia de facto (el discurso sobre las bondades de la ciencia es mera retórica) de la política estatal en la materia. En fin, detrás de los titulares se encuentran carencias y debilidades de nuestra cultura. Ponerlas de manifiesto es materia de otra investigación.

1. Nelkin Dorothy. *Selling Science*. *Physics Today*, nov.1990. pgs.41 a 46.





Sala Interactiva

a c é r c a t e

De 8:00 a.m. a 12:00 a.m y de
1:30 a 5:00 p.m. de Lunes a Viernes.

Sábados de 9:00 a 2:00 p.m.

Los costos de la visita se cancelan
en la Facultad de Ciencias de la Universidad.

Los MIÉRCOLES en la tarde se 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.



atención

o b s e r v a

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias

* Teléfono : 3165413 * Telefax : 3165441

* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11858

* Apartado Aéreo : 59541 de Santafé de Bogotá - Colombia

* Correos electrónicos : mludus2@interred.net.co

mludus@yahoo.com

recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co




Museo de la Ciencia y el Juego

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

EL MUSEO BUSCA QUE LAS PERSONAS
QUE LO VISITAN, PUEDAN MANIPULAR SUS
MONTAJES LIBREMENTE, EXPERIMENTAR, JUGAR
Y ACERCARSE A LA CIENCIA, DE UNA
FORMA DIVERTIDA Y AMENA.
SE TRATA DE OFRECER EXPLICACIONES SENCILLAS
ACERCA DE LOS MONTAJES, USANDO
JUEGOS DE SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS,
ASIMILANDO FENÓMENOS NATURALES CON
FUNCIONAMIENTOS DE MECANISMOS O
APARATOS QUE UTILIZAMOS A DIARIO, COMO
UNA LICUADORA, UNA PARABÓLICA, UN ESPEJO.
PERO, ¡ OJO PROFESORES ! LA VISITA A LA SALA
NO DEBE SER ASUMIDA O IMPUESTA COMO UNA
TAREA. LOS ESTUDIANTES NO VAN A COPIAR
INFORMACIÓN PARA LUEGO RENDIR UN INFORME.
SE TRATA DE TODO LO CONTRARIO, QUE EL
ESTUDIANTE VAYA A DIVERTIRSE Y A APRENDER
EN UN ESPACIO DE LIBERTAD



D
C
O
t

No queremos Angeles...tan sólo maestros



Programa de formación de docentes

anotaciones sobre una exposición de ciencia

Hace un año, más exactamente en la tercera semana de agosto, fui invitado al Colegio Claustro Moderno en donde estudiaron mis hijos, a dictar una charla en el marco de la feria de la ciencia de la institución. La charla era un viaje de exploración por el comportamiento de varios objetos, de tal forma que fui acompañado por las piedras celtas, la hélice mágica, el cañón de humo, los anillos danzantes y varios tipos de péndulos.

El recinto era un lugar amplio utilizado para teatro y sitio de reunión de todo el Colegio. Después de arreglar mis cosas sobre una mesa, me dediqué a observar el sitio con más detenimiento. Estaba adornado por una serie de murales de 1.5x2m² hasta 2x4m² aproximadamente, en donde cada grupo, desde el grado 4, hasta el 11 había pintado lo que a su parecer era la ciencia para ellos.

Realizar cada mural exigió una labor colectiva enorme en donde la ingerencia de los profesores fue poca o ninguna, cuestión que era muy valiosa para mí ya que permitía visualizar imágenes e imaginarios que sobre la ciencia tienen los estudiantes de este colegio, seguramente no muy diferentes a otros colegios de la ciudad.

Terminada la charla volví a darle una ojeada a los murales. Para los propósitos de nuestro Programa de Investigación sobre Imágenes e Imaginarios de la ciencia y la tecnología era una muestra fascinante y una ocasión única para explorar lo que nos interesaba, así que

representación de los estudiantes? Realmente me apresto para un ejercicio de 'lectura densa'.

Veo montañas, mares y selvas. ¿Paisajes o ecosistemas? Quizás una mezcla entre los dos. Los de 4A pintan media casa campesina en el extremo derecho, en los alrededores no aparecen árboles, la montaña se ve deforestada, el verde es muy tenue, aparecen también un niño, un ovni y un pájaro. Hacia el centro aparecen matas con muchas flores, árboles, pájaros y un cerdo, la montaña tiene más verdor. En la parte izquierda aparecen dos señores con hachas, uno derramando sudor por la ardua labor y una muchacha. En esta parte no se aprecia mucha vegetación. Atrás muy atrás se observa una montaña muy verde. Me parece un paisaje montañoso en donde se aprecia la acción del hombre: una naturaleza deforestada.

le pregunté al Dr. Jorge Alejandro Medellín, quien me había invitado, si era posible filmar o fotografiar la muestra para que pudiéramos analizarla. Semanas después mi hijo Andrés me llevó las fotografías de la muestra, que gentilmente el Colegio Claustro Moderno había tomado para nosotros y que a continuación comentaré.

En total son 15 fotografías que dividí en tres grupos: 4 y 5 grado; 6, 7 y 8o grado; 9, 10 y 11o grado.

¿Qué representaron los niños y niñas del grupo de menor edad (9-10 años)? O mejor ¿Qué lectura hago de la

Los de 4B representan también un paisaje. La naturaleza como telón de fondo; en primer plano unos artefactos de esta época, ¿juguetes?: robots y similares en acción. Me pregunto si se tratará de una noción contemporánea de la naturaleza que nos rodea, en donde lo natural y lo artificial se funden. (Ver figura 1)

5A representa todo un ecosistema marino. Allí aparecen pulpos, tiburones, tortugas, delfines, estrellas y caballitos de mar; variados peces, y un buzo. En fin, la naturaleza marina en su esplendor. El texto dice "Al fondo del mar", posible-



mente allí todavía encontremos la riqueza representada en el mural.

El de 5B dice "Amazonas: un pulmón en vía de extinción". En primer plano aparecen árboles habitados por muchos animales, al fondo se ven montañas de verde tenue. Los animales son serpientes, ardillas, aves, monos y tortugas.

En estas 4 fotografías hay un factor común: la naturaleza. La naturaleza es entonces el referente primario de la ciencia. Ya sea ésta representada a través de paisajes o ecosistemas, la ciencia se remite a ella. La naturaleza es una preocupación de los niños y niñas de este grupo.

En el siguiente grupo tenemos 6 fotografías. Excepto por el mural del grado 8A, en donde se representa un paisaje con cascada, árboles, nubes y un pájaro cruzando entre el verde y el azul celeste, las demás representaciones son diferentes a las de los grados cuarto y quinto.

El mural de 6A parece un vitral de bastante colorido. En la parte superior se lee un texto: "no veamos la Tierra como un experimento" (Ver figura 2).

Un poco más abajo del texto, y en primer plano, se observa una probeta con un líquido que tiene burbujas y en medio de él, el planeta Tierra. Esta imagen está en concordancia con el texto. Todo indica una crítica, posiblemente se refiera a la pretensión de la ciencia de que todo puede ser objeto de estudio, o a que el exceso de experimentar con todo nos lleva a situaciones de desastre y arrasamos con lo que tenemos.

6B prefirió otro tipo de representación. En la parte inferior del mural se lee "La ciencia nos lleva a experimentar cosas nuevas". En primer plano aparece un

rostro con gesto de sorpresa, el rostro es de una persona mayor que el de un estudiante promedio de sexto grado (11-12 años), tiene barba y bigote, es pelirrojo, su pelo está desordenado y parado en mechones ondeantes. Tiene gafas azules, del tipo que antiguamente se llamaban 'quevedos'. En la parte inferior izquierda se encuentra algo parecido a una lata de gaseosa y de la cual salen bolas multicolores, seguramente burbujas que se esparcen en todas las direcciones conformando un telón de fondo.

En la parte inferior central, del mural de 7A, encontramos una doble hoja abierta en la cual se puede leer "En el 98 la ciencia se volverá tu conciencia e invadirá tu creatividad con gran emotividad para madurar tu conocimiento y reafirmar tu personalidad". Arriba de la doble hoja se encuentra un rostro blanco en forma de huevo, grandes ojos, cejas y pestañas. Boca pequeña y cerrada. En el cráneo se encuentra un paisaje conformado por un árbol, algunas zonas verdes, una cometa, dos erlenmeyer (recipiente usado en química) con líquidos de colores amarillo y rojo respectivamente y una probeta con un contenido de color azul, junto con unos objetos no identificados. Todo parece cubierto con nieve. El gesto es de seriedad y concentración, a veces me recuerda un zombi. El fondo está dividido en 4 partes desiguales de colores ocre, amarillo, verde y azul (Ver figura 3).

Los grafitis están por el lado de 7B, el mural representa una pared de ladrillos blancos con algunos signos y varios grafitis:

La ciencia y 7B van de la mano.

A la ciencia le quedó grande 7B.

!Es un genio! !No! Es Isaac Newton !No! Es 7B

El fútbol es mi pasión y expociencia mi inspiración.

Ciencia, 7B tu papá.

Albert Einstein the science's father.

El mural de 8B fue la carátula del No. 2 de *Museolúdica*, él se inspira en los dibujos animados del ratón Cerebro quien desea controlar el mundo y para ello se sirve de la ciencia. Sin embargo y a última hora todo falla. Tal pareciera que el mensaje fuera que la ciencia no sirve para nada y el científico (representado en Cerebro) fuera un fracasado. La puesta en escena es la siguiente: al fondo se encuentra un gran ventanal enrejado que tiene una cortina roja recogida. A fuera existe una tormenta eléctrica, se observan rayos y nubes. Adentro, cerca a la ventana se encuentra Cerebro, tiene un tapabocas en su cara y en la mano derecha sostiene un tubo de ensayo, está mirando hacia delante, sus ojos son amarillos y su nariz, roja. Frente al ratón hay una mesa con variados elementos de uso común en la química, erlenmeyers, tubos de ensayo, matraces, mecheros, serpentines. Además se encuentra una bandeja con un pescado y un pedazo de queso con gusano incorporado. En un atril se lee "experimento: Cerebro", el ratón se quiere transformar en un ratón de mayor poder, por esa razón en las fórmulas que se encuentran bajo el anterior título aparecen símbolos que representan al ratón elevado al cuadrado, mezclados con signos matemáticos. (Ver carátula *Museolúdica* No. 2)

La anterior escena recuerda las escenas cinematográficas de películas en donde aparecen científicos locos o medio locos. La tormenta nos indica que no es un buen momento para la humanidad.



FIGURA 1

Este grupo de murales presenta una mayor variedad de aspectos. Sólo aparece en un caso la naturaleza como referente. En dos aparecen rostros o

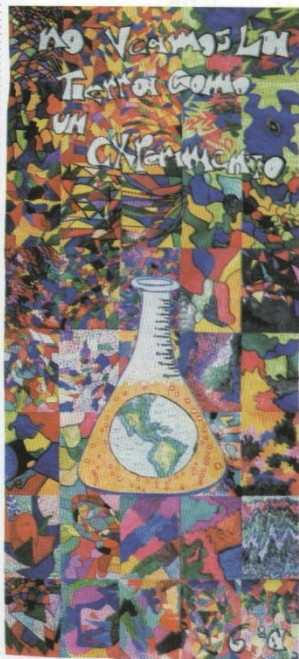


FIGURA 2

sorprendidos o absortos. En dos aparecen críticas explícitas o veladas a la ciencia, ver la figura 2 y los grafitis. En tres aparecen emblemas de la ciencia, en particular de la química. Se menciona a Einstein, figura emblemática de la ciencia moderna. Ninguna de los rostros aparece en un contexto de la vida cotidiana doméstica. En el caso del ratón Cerebro existe una referencia a la televisión como constructora de imágenes.

En el grupo final encontramos 5 murales. 9B tiene como referente el cosmos. Una galaxia espiral, estrellas y un planeta con un anillo aparecen rodeando la composición central que está compuesta por un gran sol y ocho órbitas ovaladas que salen, a manera de rayos, de la parte externa del sol.

El blanco y el negro son los colores que se utilizaron en el mural realizado por 10A. En la parte central se tiene una composición en donde aparece el cono de una explosión nuclear realizada en el agua, junto y al lado izquierdo aparece del mismo

tamaño la cascada y el puente del Claustro Moderno, arriba del puente se encuentran una cometa y un barrilete. Al lado de la cascada y en la parte media inferior aparece una calavera cuyo cráneo está lleno de una rueda con un ratón, frascos y una regla. En la parte inferior izquierda se encuentran una probeta, un erlenmeyer y un matraz. En toda la esquina un ave cuyo pico alcanza a un globo terráqueo y de nuestro país sale un largo tallo que termina en una hermosa flor en el costado superior izquierdo,

junto a un ojo. Al lado del globo terráqueo se encuentra un tablero con expresiones matemáticas y gráficos. En el lado derecho aparece un hombre, medio calvo, vestido con corbata y bata blanca, ¿un profesor o un científico? El cono representa para muchos las fuerzas destructivas liberadas por la ciencia, pero la cascada es un remanso de paz y de esperanza. ¿Contraste de imágenes o simplemente un collage de ellas?

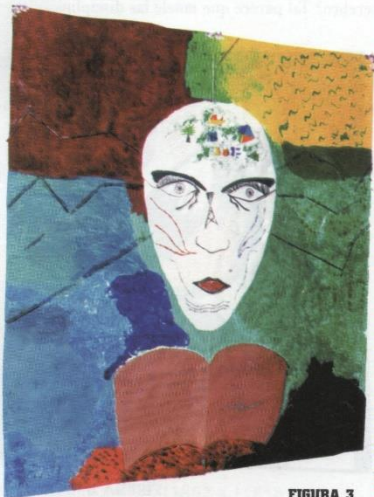


FIGURA 3





FIGURA 4

En el siguiente mural 10B representó toda una historia, desde el hombre de las cavernas, la invención de la rueda, las carretas, el tren, el ferrocarril y los transportes modernos. Todo ello está colocado en una secuencia. Es el imaginario de avance lineal y positivo: la ciencia es sinónimo de progreso es la lectura que hago de él.

En la fotografía de 11A se observa una figura masculina de saco azul con escudo del colegio y corbata roja, obviamente es un estudiante. La cabeza no tiene rasgos, está dividida en dos. La parte media inferior es la base en donde se encuentra una máquina que me parece un molino, accionado por un hombrecito. La parte superior es simplemente la tapa que está abierta y unida por un lado con la base. ¿Qué muele el cerebro? Tal parece que muele las disciplinas científicas



FIGURA 5

representadas por varios símbolos: ¿O será que la escuela muele la creatividad? En la parte media derecha está un microscopio -la biología-, arriba estructuras de moléculas -la química-, en la parte superior media el sistema solar -la astronomía- y en la parte media izquierda un símbolo del átomo -la física-.

El último que corresponde al grado 11B, representa a dos profesores, hombre y mujer, vestidos con las consabidas batas blancas y con pinta de nerds. No se debe olvidar que los profesores y los científicos son nerds adultos.

¿Qué lecturas he hecho de la exposición de murales con motivo de la feria de la ciencia del Colegio Claustro Moderno? Como hemos visto, a medida que se va avanzando en la escolaridad, el referente de la naturaleza (paisajes y/o ecosistemas) va desapareciendo y al mismo tiempo van apareciendo diferentes símbolos y emblemas, aprendidos en la escuela y en los medios de comunicación, mediante los cuales se identifica a las ciencias. Aparece también la figura del nerd representados en profesores, científicos y en el ratón Cerebro. No aparece la cotidianidad, la ciencia está remitida a la naturaleza o a ciertos símbolos y emblemas. Tampoco aparece la ciencia como proceso social y como valores, sin embargo la cuestión no están sencilla. Hay representaciones realmente complejas, ricas en aspectos. En los murales aparece el consciente colectivo y también el inconsciente colectivo, no sólo sobre la ciencia, si no también sobre la escuela. Todo esto merece un análisis más detallado que la descripción que aquí hemos ensayado.



Museo de la Ciencia y el Juego

icumplimos

15
años!

1984*1999



Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias

* Telefax : 3165441 * Tel.: 3165413 * Conmutador : 3165000 Extensiones : 11852 a 11858
Apartado Aéreo : 59541 de Santa Fe de Bogotá, D.C. - Colombia * e-mail : mludus2@interred.net.co
mludus@yahoo.com
recreo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

El Taller de Re-Creación

Más Sobre Pilas

En nuestro número anterior vimos como construir una pila -debió haber notado que no es muy eficiente- y en esta ocasión vamos a emplear una pila para un uso no muy tradicional LA ELECTROLISIS

¿QUE ES UNA ELECTROLISIS?

En términos sencillos una electrólisis es una reacción química que se lleva a cabo mediante un estímulo eléctrico. Recordará que algunas reacciones químicas ocurren espontáneamente -es decir que ocurren sin necesidad de estímulos externos- mientras que otras necesitan que les suministremos energía para ocurrir. Una pila es un ejemplo de un proceso químico que ocurre espontáneamente produciendo un exceso de energía que podemos aprovechar. Las reacciones no espontáneas requieren energía externa que puede ser suministrada calentando, sometiendo los reactivos a altas presiones, mediante luz, ondas de choque o eléctricamente. Aquí aplicaremos energía eléctrica (electricidad) para producir un cambio químico.



NECESITAMOS:

Una pila tipo B de 1,5 voltios (son las pilas grandes que se usan en las linternas)

Aproximadamente 40 cm de cable de cobre (como el que usan los aparatos eléctricos)

Un vasito pequeño de vidrio (una copita de las que se usan para aguardiente)

- Un lápiz
- Un cortador o cuchillo
- Un salero (icon sal!)
- Una esponjilla de brillo
- Un trozo pequeño de papel de aluminio
- Agua

PROCEDIMIENTO

Tome el lápiz y sáquele punta por ambos extremos (tal como muestra el dibujo)

Tome el cable de cobre y córtalo en dos trozos de igual longitud

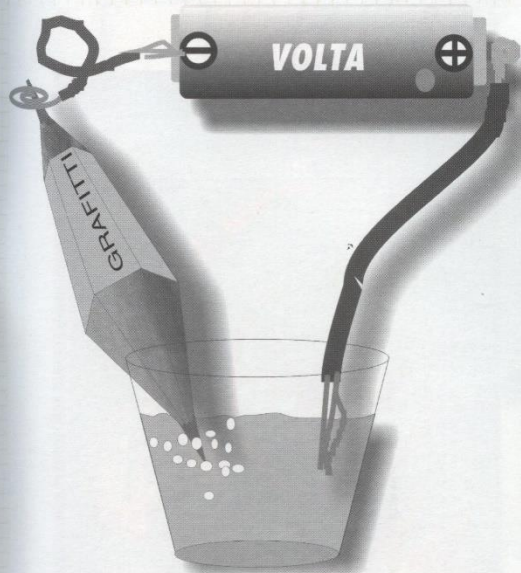
Pele las puntas de los dos trozos de cable

Tome uno de los trozos de cable y una uno de sus extremo al lápiz (amarrándolo fuertemente pero sin romper la mina) y el otro extremo péguelo con un trozo de cinta al polo negativo de la pila (el marcado con (-)) (asegúrese que el cobre haga buen contacto con la pila)

Tome el otro cable y pegue uno de los extremos al polo positivo de la pila (el marcado con (+))



¡Ya está listo EL SUPER REACTOR ELECTROQUIMICO!



Llene el vasito con agua y échele un poco de sal.

Introduzca la punta del lápiz y el extremo libre del otro cable en el vasito teniendo precaución de que no queden tocándose.

Espere un par de minutos ¿qué sucede?

¿Qué cree que serán esas burbujitas que se desprenden de la punta del lápiz?

Espere unos minutos más antes de retirar el lápiz del vasito, ¿qué color tiene ahora el agua? ¿a que cree que se deba el cambio de color?

Observe la punta del lápiz, ¿ha cambiado?, ¿que cree que ha pasado?



¿QUE SUCEDE?

La punta del lápiz y la del cable actúan como electrodos, es decir superficies sólidas que permiten el intercambio de electrones desde y hacia la solución. La pila actúa como fuente de energía para realizar este trabajo, los cables de cobre y el lápiz actúan como conductores de electrones y la solución de sal en agua actúa como conductor de iones.

En el número anterior de MUSEOLUDICA vimos que cuando una sustancia pierde electrones decimos que se oxida y cuando los gana se dice que se reduce, ¿pero quien pierde y quien gana electrones?

El cable de cobre está conectado al polo positivo de la pila, allí es donde se produce la oxidación, así que es el cobre el que dona sus electrones, estos viajan por el cable hasta la pila y de esta viajan a lo largo del cable y del lápiz hasta la solución. Mientras tanto los átomos de cobre que se han oxidado viajan a través de la solución hasta la punta del lápiz que al estar conectada con el polo negativo de la pila hace que los iones de cobre se reduzcan (es decir que nuevamente pasan a ser cobre metálico). Simultáneamente el hidrógeno constituyente del agua también se reduce sobre la punta del lápiz, formando las pequeñas burbujas que se pueden ver.

TAREAS PARA CLASE

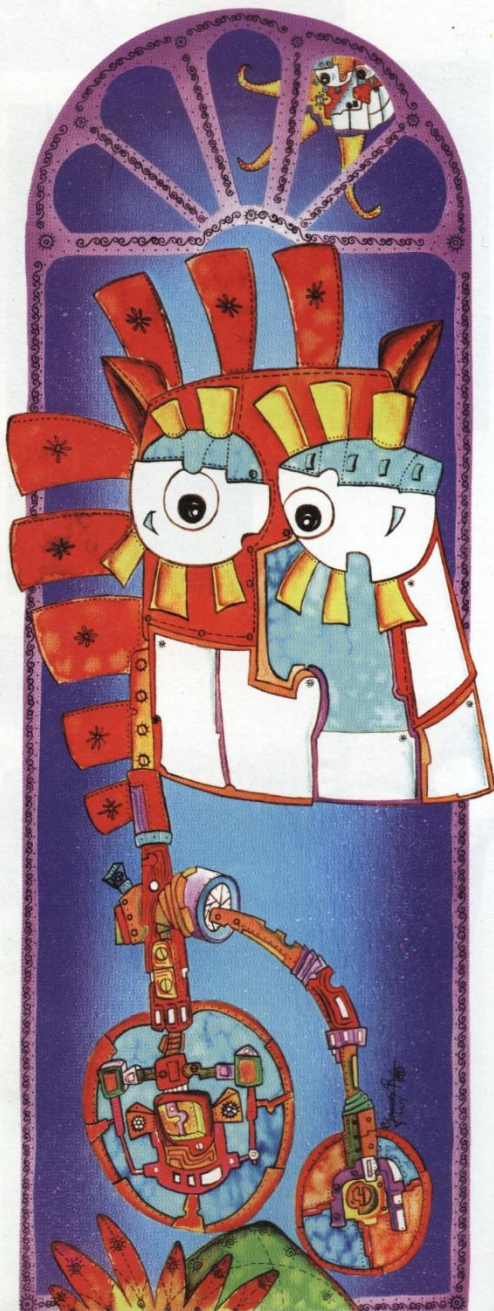
Pegue a la punta del cable unas cuantas hilachas de esponjilla de brillo, ¿qué sucede?

Pegue una tirita de papel de aluminio a la punta del cable, ¿qué sucede?

Ahora conecte el cable pegado al lápiz al polo positivo y el otro cable al polo negativo. ¿Qué sucede?

Repita todos los pasos anteriores cambiando el agua con sal por un poco de vinagre, un poco de agua con unas gotas de ácido muriático, solución destapa caños etc.

Averigüe qué compuestos se forman.



¿Crees que **NO** puedes proteger
la **NATURALEZA**?
¿...Acaso lo has **INTENTADO**?





Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

* Teléfono : 3165413 * Telefax : 3165441

* Conmutador : 3165000 extensiones : 11852 a 11858

* Aparado Aéreo : 59541 de Santafé de Bogotá - Colombia

* Correos electrónicos : mludus2@interred.net.co

mludus@yahoo.com

recreo@ciencias.unal.edu.co

