

# La divulgación científica en México: ¡Una pasión, un reto, un arte..., una actividad incomprendida!

Aarón Pérez-Benítez\*

## ABSTRACT (Science popularization in Mexico: A passion, a challenge, an art..., an incomprehensive activity!)

Challenges, motivation and experiences of a person who has science popularization as a hobby are described. From the different manners in which this activity can be developed, the article's author has preferred the face-to-face work with children and young people, from preschool to secondary educational levels, carrying out workshops with which he wants to attract their attention and motivate them to the search for scientific knowledge. With a little more than twenty years of experience in this field, the article's author was awarded with state prize of science and technology 2010 at Puebla (Mexico), in popularization of science and technology category.

**KEYWORDS:** science popularization, Mexican divulgator's experiences

## Resumen

Se describen los retos, la motivación y las experiencias de una persona que tiene como pasatiempo la divulgación científica. De las diversas maneras en las que puede desarrollarse esta actividad, el autor ha preferido el trabajo cara a cara, con niños y jóvenes de preescolar a preparatoria, realizando talleres con materiales de bajo costo y/o de reciclaje, con los que busca captar su atención y motivarlos hacia la búsqueda del conocimiento científico.

Con poco más de 20 años de trabajo en este campo, el autor de este manuscrito fue galardonado con el premio estatal de ciencia y tecnología 2010 de Puebla (México), en la categoría de divulgación del conocimiento científico y tecnológico.

**Palabras clave:** Divulgación científica, vivencias divulgador mexicano.

## La divulgación científica: Un deber del que sabe

Hace mucho tiempo, sentado a la orilla de un lago vi a una garceta pescando de una manera muy peculiar: atrapaba moscas y las tiraba al agua. En el momento en que los peces salían a comerlas, la garceta los pescaba con el pico y se los tragaba. Repetía el procedimiento una y otra vez, hasta que de pronto se dio cuenta de mi presencia y se echó a volar.

Bueno, en realidad eso no ocurrió así, lo vi en un documental en la televisión, lo demás me lo imaginé; pero eso no im-



Garceta pescando. Foto tomada de: Berenguela. El periódico para turistas, peregrinos y viajeros. 3 de enero de 2010. Visitada el 28 de mayo de 2011 en: <http://www.berenguela.com/images/garceta.jpg>

porta, de todas formas el hecho me hizo pensar que si esa garceta transmitiera su experiencia a otras garcetas su especie estaría asegurada. Pero eso tendría consecuencias, muchas garcetas y pocos peces; depredadores de garcetas y depredadores de depredadores de garcetas y así sucesivamente hasta conseguir un nuevo balance en la cadena alimenticia asociada.

Desafortunadamente para las garcetas, y también para otros animales, sus formas de cazar y de enseñar a cazar y..., a otras cosas más, no son tan elaboradas. En cambio las de nosotros los humanos sí lo son: ¡Sin lugar a dudas la evolución nos favoreció! Y no solamente aprendemos a cazar; aprendemos de todo y de todos. Y gracias al espectacular desarrollo de

\* Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur y Av. San Claudio, Colonia San Manuel. 72570 Puebla, Pue. México.

**Correos electrónicos:** [aaron.perez@correo.buap.mx](mailto:aaron.perez@correo.buap.mx) y [aaronperezb@yahoo.com](mailto:aaronperezb@yahoo.com)

la ciencia y la tecnología en los dos últimos siglos, y a la increíble evolución de la red internacional de computadoras en las últimas décadas, la transmisión de conocimientos se ha potenciado formidablemente.

La misma evolución que nos hizo a todos iguales en lo general, también nos hizo diferentes en lo particular, a tal grado que aun los gemelos idénticos (monocigóticos) (Moore, 2008) criados en el mismo ambiente presentan comportamientos distintos debidos incluso, quizás, a una experiencia uterínica más traumática o más feliz para un gemelo que para el otro (Phelps, 1997). Así, como un todo, nuestra herencia, nuestro entorno socioeconómico y nuestras experiencias en la vida, nos llevan a desarrollar habilidades cualitativa y cuantitativamente diferentes, que nos forman como personas más o menos capacitadas para enfrentar la vida.

En particular, nuestro desarrollo personal multifactorial hace que unos tengamos más conocimiento de nuestro mundo físico que otros. Y la tarea de los que saben más debería ser bastante clara: ¡Enseñar a los que saben menos para que tengan una calidad de vida mejor! Pero esto que parece natural no lo es, ni para los unos ni para los otros; es decir, a los que saben más no siempre les gusta enseñar y a los que saben menos no siempre les gusta aprender, sobre todo cuando se trata de las mal afamadas “ciencias duras”, grupo en el que varios autores incluyen a la química, la física y las matemáticas (Ardila, 2005; Biglan, 1973).

Así, la transmisión de conocimientos tiene su chiste; presenta retos y dificultades que se pueden vencer si el receptor y el emisor ponen de su parte. El emisor debe tener un amplio conocimiento o cierta especialización en el tema que va a tratar para poder explicarlo a cualquier nivel y el receptor debe tener cuando menos el interés por recibir una explicación. Pero esto tampoco quiere decir que el emisor deba tener un doctorado o una super-especialización para poder ser emisor de conocimiento científico; de hecho en ciertos momentos de la vida diaria somos emisores de conocimientos y en otros somos receptores. Por ejemplo, mi madre que únicamente cursó estudios hasta tercero de primaria me enseñó las operaciones algebraicas fundamentales con mucha paciencia y mucho amor; en cambio cuando yo pretendí, siendo un preparatoriano, hablarle del parto psicoprofiláctico o “parto sin dolor”, recibí simplemente una sonrisa y un reto para la joven maestra de psicología que me estaba enseñando ese tema: “Dile a tu maestra que cuando tenga un hijo te diga si le dolió o no le dolió”. El argumento de mi madre me dejó sin palabras: con ocho partos de experiencia de un total de trece contra ninguno de mi maestra y ninguno del mismo Fernando Lamaze, promotor del parto psicoprofiláctico (Melzac, 1984), fue más que inobjetable.

### **La divulgación científica: Un gusto y una necesidad personal**

Afortunada o desafortunadamente para mí, en mi juventud tuve amigos menos preparados que yo; y de mi gusto por enseñarles o por corregirles sus errores me vino el mote de

“dios II”, que dicho por ellos era un gratamente envidiable reconocimiento a mis incipientes estudios.

Así que por experiencia propia sé que algunos somos divulgadores por afición y otros son divulgadores por profesión, con lo que simplemente quiero decir que unos cobran por esta labor y otros lo hacemos de manera altruista, sólo por “amor al arte”; bueno, quizá no del todo, pues cuando menos necesitamos el consabido reconocimiento social, si bien en lo personal, con o sin él, yo seguiría criticando, corrigiendo y divulgando, porque siento que mi formación científica me lo exige. Por ejemplo, siento la necesidad de corregir los errores que veo en la televisión, sobre todo en “canales culturales” que anuncian su programación en “hrs.” o sus recetas de cocina en “grs.”, pues la notación aceptada en el Sistema Internacional de Unidades es “h” y “g”, respectivamente (Thompson, 2011). Y es que es difícil entender cómo es que empresas tan grandes no invierten en la revisión de los preceptos científicos y literarios de sus anuncios, pues su información errónea llega a millones de personas dentro y fuera de nuestro país, aun cuando para muchos la pantalla chica es el único medio de adquirir cultura.

Entonces es cuando pienso que muchas veces el conocimiento científico está muy alejado de la gente común y que en gran parte los mismos científicos somos los culpables, por no manifestar hechos tan simples pero tan trascendentes como ése. Sin lugar a dudas nos falta interés, motivación o simplemente es que no estamos acostumbrados a hacer pública nuestra opinión por diversas causas, entre ellas las culturales y/o el temor a equivocarnos.

Pero y que tal si tenemos razón y nuestra idea es buena. Se me ocurre cuestionar por ejemplo el tan mencionado hecho de que la mayor parte del átomo es espacio vacío y decir que esa aseveración es tan sólo parcialmente correcta, ya que el rápido y caótico movimiento de los electrones en sus orbitales es lo que finalmente conforma el volumen de un átomo. De tal manera que cierta región del espacio de un átomo está periódicamente ocupado, por brevísimos momentos, por uno o dos electrones, lo que hace del volumen atómico una función en la que debería de considerarse al tiempo como parámetro. En otras palabras, la idea inicial podría sustituirse por algo como: “La mayor parte del volumen de un átomo está temporalmente ocupado por sus electrones”, o mejor aún: “La mayor parte del volumen de un átomo está periódica o intermitentemente ocupado por electrones”. Algo semejante ocurre con el espacio/trayectoria que ocupa la delgada cuerda de una desbrozadora en funcionamiento. Su rápido movimiento nos impide meter un dedo en la trayectoria de la cuerda a menos que intencionalmente deseemos perderlo o causarnos un fuerte daño.

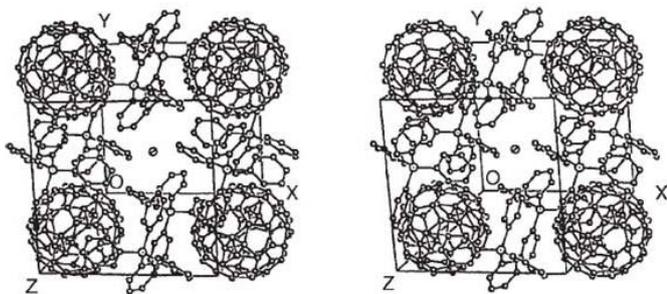


A quien corresponda. Logotipo tomado de: <http://www.tvazteca.com/notas/a-quien-corresponda/41781/>



House. Colección personal de Patricia Elizabeth Pérez Ortiz. Buzón electrónico: hygiea@hotmail.com

Esas ideas se deben a los paseos diurnos y nocturnos a los que House (sí, House, como el Dr. House), mi perro, me obliga a dar diariamente. En ellos va elucubrando un químico con poca física y poco físico; unas veces atrás y otras veces delante de mi Schnauzer miniatura sal y pimienta, como si a ratos yo lo llevara a él y otros él me llevara a mí. El día que tuve esas ideas terminé pensando que quizás en el futuro, el Principio de Indeterminación de Heisenberg (que indica la imposibilidad técnica de determinar simultáneamente y con precisión la posición y el momentum de un electrón (Alonso, 2009), dejará de tener razón de ser, cuando menos para el caso del electrón en un átomo. Sé que muchos físicos se reirán de mí, pero no me importa, estoy seguro que cuando menos House quedó contento con el paseo. Y yo en todo caso, podré echarle la culpa a él y a su perruna costumbre de despertarme cada día más temprano.



Sal fullerénica  $[(C_6H_5)_4P]_2[C_{60}][I]_x$ . Vista estereoscópica tomada de: Hirsh, A.; Brettreich, M. *Fullerenes. Chemistry and reactions*. Alemania: Wiley-VCH, 2005, p. 56.

## En la guerra y en el amor, y en la divulgación científica, ¡todo se vale!

—QUIETOS TODOS,—tronó una voz a mis espaldas.

—ESTO ES UN ASALTO CABRONES. SIGAN EN LO QUE ESTÁN HACIENDO Y NO LES PASARÁ NADA.

La conciencia de lo que estaba sucediendo tardó varios segundos en llegar a mi cerebro. ¡Estábamos siendo asaltados en el mismísimo interior del Instituto de Química de la UNAM! Y yo, junto con las secretarías, la contadora y algunos doctores, intentamos continuar con lo que estábamos haciendo ese jueves de quincena por la tarde. Yo sacando copias, de espaldas a los sujetos que irrumpieron en la Dirección del Instituto, hasta que la misma voz gritó:

—Y TÚ PENDEJA,—dijo dirigiéndose a una de las secretarías—, A VER SI DEJAS DE ESTAR ESCRIBIENDO. ¿QUÉ, NO TE DAS CUENTA DE LO QUE ESTÁ PASANDO?

Ante esa evidente contradicción me quedé paralizado. Ya sin sacar copias, estático, casi sin respirar... mirando fijamente a la fotocopidora. Tratando de pasar inadvertido... Pero de nada me valió. Quizá no recé lo suficiente o lo hice muy mal en esos momentos de presión, pues uno de los asaltantes me agarró por el brazo y me jaló a la oficina de la contadora, una mujer muy guapa a quien nunca me atreví ni siquiera a hacerle la plática.

—Híncate güey,—me dijo el asaltante poniéndome una pistola en la nuca.

—Y tú pinche vieja—le dijo a la siempre guapa contadora, —Dame todo el dinero que tengan.

—Ya le dije que aquí no manejamos dinero en efectivo, sólo documentos,—suplicó la contadora.

—Me lleva la chingada,—dijo saliendo de la oficina y llevándose a la contadora del brazo.

Yo me quedé encerrado, hincado y sin saber qué hacer. Esperando una nueva orden que no llegaba. Pasó el tiempo en una escala que no conocía hasta que empecé a oír muchas voces fuera de la oficina. Entonces me puse de pie y salí. La Dirección del Instituto comenzó a llenarse de gente. Alguien llamaba a “seguridad”, pidiendo que cerraran las salidas de Ciudad Universitaria para detener a los asaltantes. Otros hacían inventario de las cosas que les habían quitado y alguien más dijo que al viejo portero, “Don Celes”, le habían pegado.

Nadie reparaba en mí, así que me fui a mi laboratorio, bueno a la parte de laboratorio que Alain Pènicaud, mi jefe, y yo compartíamos como invitados del Dr. Juan Manuel Fernández González. Llamé a mis amigos poblanos del Instituto con los que vivía en el DF, para decirles que nos fuéramos. Ya en casa les conté con lujo de detalles cómo fue el asalto y lo que me había tocado vivir. Hasta entonces reparé en que estaba temblando y que estuve a unas cuantas dinas de fuerza de la muerte.

Casi estoy seguro que mucha gente del Instituto me recuerda más por el asalto que por haber sido el estudiante que, trabajando con Alain logró sintetizar por electrocristalización, monocristales de la sal fullerénica  $[(C_6H_5)_4P]_2[C_{60}][I]_x$  que publicamos en el *JACS* (Pènicaud, 1993). Y mucha menos

gente aun sabe que gracias a la buena cantidad de citas que tuvo nuestro trabajo a nivel internacional, estamos catalogados en el Atlas de la Ciencia Mexicana (Pérez Angon, 2011).

Juro que todo pasó así, tal y como lo conté y luego repetí, con pelos y señales, en una conferencia de divulgación para niños, jóvenes y adultos. Si acaso me faltó agregar que por los nervios esa noche casi ni dormí y que al día siguiente llegué tarde al Instituto para enterarme que ya algunos habían preguntado por mí y que los demás asaltados habían estado en la Delegación declarando hasta pasadas las tres de la mañana.

En esa conferencia vi a los asistentes más impactados que nunca, pese a las groserías ajenas. Y yo... , yo la quise hacer así, porque pienso que la divulgación científica no tiene por qué ser ni dura ni fría como pretende serlo la ciencia misma. Creo que para que funcione, la divulgación científica debe tener una buena carga de emotividad, de pasión, de gusto por enseñar. Los relatos o experimentos que uno escoja deben de sorprender a los "divulgados", de arrancarles exclamaciones de admiración y de sembrar en ellos las ganas de saber y de hacer más de lo que uno les presenta. Y si para lograr ese efecto, uno tiene que vestirse de Mago Merlín como lo hacía el Dr. Jacobo Gómez Lara del Instituto de Química de la UNAM en su show de Magia Química o ponerse su botarga del Dr. Burbuja como lo hace el físico Pedro Ochoa Sánchez del Concytep en su taller de burbujas de jabón, pues entonces habrá que hacerlo si uno lleva el gusto. Si bien en general, con un buen montaje al estilo de Steve Spangler (Spangler, 2011) o una buena selección de experimentos es más que suficiente.

### La divulgación científica: A mi manera

Al igual que yo, un pequeño grupo de divulgadores (físicos, químicos, ingenieros químicos, biólogos, ingenieros en electrónica, ingenieros en computación y algunos cuantos más en Puebla) no tomamos ningún curso de divulgación de la ciencia en nuestra licenciatura simplemente porque no existen, ni siquiera como materias optativas. Así que la gran mayoría somos totalmente empíricos y enderezamos el camino atendiendo a las reacciones de nuestro público, sobre todo el infantil que generalmente responde y lo hace muy bien: ¡Nos enseñan a hacer divulgación a través de su interés! Es eso o de plano dejamos de tener público y de hacer divulgación.

Por mi parte, desde el inicio de mis conferencias o talleres de divulgación científica trato de impresionar a mis "divulgados" con algún modelo tridimensional auto-expandible (Pérez-Benítez, 2003), un experimento, una película o alguna canción. Aunque en muchas ocasiones el sorprendido he sido yo, como cuando fuimos a una escuela primaria e iniciamos nuestra presentación con un video en inglés de Shakira, el de moda en aquel entonces. Grande y grata fue mi sorpresa cuando los niños de cuarto de primaria cantaron a coro toda la canción y sobre todo al ver que ese fenómeno se repitió en otras escuelas más, con singular participación de las niñas que incluso reproducían los espectaculares movimientos de la artista.

En otra ocasión, frente a jóvenes preparatorianos inicié mi



Cristopher Cruz Pérez jugando con cubos de materiales reciclables. Colección personal de Patricia Elizabeth Pérez Ortiz. Dirección electrónica: hygiea@hotmail.com

presentación con la clásica ilusión óptica "mi esposa y mi suegra", que publicó el caricaturista W. E. Hill en la revista *Puck* en 1915 (VanGundy, 2005), tan sólo para comprobar que vemos lo que pensamos que vemos o sólo vemos lo que queremos o estamos condicionados para ver, dependiendo de diversas causas, entre las cuales algunos autores han citado incluso el estado de ánimo. Pues ese día en un local semejante a una sala de cine, los estudiantes empezaron a silbarle a la joven bonita que vieron en la pantalla; y sonriendo yo, antes de presentarme, les dije que le estaban silbando a una vieja que parecía una bruja y resalte los trazos que correspondían a "la suegra". Se oyeron expresiones de asombro y risas de los que rápidamente vieron lo explicado y voces de algunos alumnos tratando de explicar a los otros, que no acababan de visualizar la nueva perspectiva.

Por supuesto que yo también estaba sorprendido de su reacción y ahora me arrepiento de no haber hecho un pequeño estudio para saber si lo visto por ellos dependía del género; es decir, debí de haber comprobado si las mujeres también vieron a la mujer joven como lo habían hecho los hombres a juzgar por sus piro-

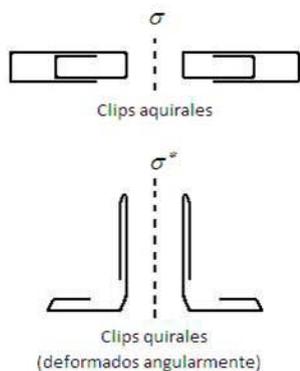


My Wife and My Mother-In-Law. Ilusión óptica tomada de Wikipedia - La enciclopedia libre. Visitada el 28 de mayo de 2011 en: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:My\\_Wife\\_and\\_My\\_Mother-In-Law\\_\(Hill\).svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:My_Wife_and_My_Mother-In-Law_(Hill).svg)

pos en forma de silbidos, ya que las mujeres tienden más a gritar que a silbar.

A propósito que, obligado por mi parte docente, en algunos talleres aplico reactivos de diagnóstico para conocer las ideas previas de los estudiantes. Así descubrí que aun los alumnos preparatorianos sobresalientes venidos de distintos estados de la República Mexicana a tomar un curso de verano en la Universidad de las Américas-Puebla, tenían ideas alternativas sobre la geometría del espacio de cuerpos geométricos comunes, pues desconocían o confundían su nombre con el de figuras planas o no tenían claro cuáles eran sus componentes (Arroyo-Carmona, 2005). Así nació una de mis líneas de investigación y de divulgación bien definida: la enseñanza de la geometría en niveles pre-universitarios con la idea de mejorar la enseñanza-aprendizaje de la geometría molecular y la estereoquímica en la licenciatura. Al respecto, dos de los artículos más representativos están disponibles en la web (Pérez-Benítez, 1991; Pérez-Benítez, 2008a). En más de 100 conferencias impartidas en niveles educativos pre-escolar a preparatoria, me di cuenta que nunca acabaría de enseñar a los niños y jóvenes lo que pretendía, puesto que la humanidad es un río viviente, así que la edición de un libro sobre cómo hacer poliedros a partir de popotes está en proceso.

Otro de los rasgos específicos en mis trabajos es el uso de materiales baratos, comunes y/o de reciclaje. Por ejemplo, he usado un clip para enseñar quiralidad (Pérez-Benítez, 2002) y un par de espejos para ilustrar el enantiomorfismo en mis cursos de estereoquímica (Pérez-Benítez, 2008b). He enseñado simetría con galletas y con flores de papel porque funciona muy bien en mis talleres de divulgación para niños y sus padres. Asimismo, en la parte experimental he usado una aspirina en la síntesis de aspirinato de cobre (Pérez-Benítez, 2008c), un foco en la síntesis de óxido de tungsteno(VI) y cascarones de huevo y sarricida para producir  $\text{CO}_2$  e inflar un guante de cirujano en representación de la mano de King-Kong, como alternativa al uso de vinagre y carbonato ácido de sodio descrita en la literatura (Treadwell, 2011; Loeschmig, 2005; Perez-Benítez, 2011). Puedo decir sin falsa modestia, que he logrado integrar la enseñanza, la investigación disciplinaria y la divulgación científica; como por ejemplo, en los talleres de divulgación para niños de primaria y en mis cursos



de actualización para maestros presento un foco funcionando para ilustrar un fenómeno físico, la oxidación por calentamiento resistivo del filamento del foco a 120 volts en presencia de aire como fenómeno químico y la caracterización del producto en revistas de investigación de buen nivel (Dorantes-García, 2008; Díaz-Reyes, 2008; Díaz-Reyes, 2010).

### La divulgación científica en México: Lo bueno, lo malo y lo feo

Como parte de mis actividades de divulgación, año con año participo en los eventos nacionales que promueven el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT (La semana nacional de ciencia y tecnología) y la Academia Mexicana de Ciencias, AMC (La semana de la investigación científica). Y en los estatales promovidos por El consejo Puebla de Lectura, CPL (Baños de ciencia), el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, Concytep (El tráiler de la ciencia y los veranos de ciencia), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP (Miércoles en la ciencia), el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, INAO (La noche de estrellas, la feria internacional de lectura y los talleres de ciencia para jóvenes y profesores) y ferias escolares en distintos centros educativos de Puebla.

Lo bueno de todos estos eventos es que casi todos ellos son gratuitos y el público frecuentemente se lleva, no solamente el conocimiento que hayan adquirido, sino también el producto de sus actividades cuando el trabajo es práctico. Lo malo es que normalmente somos los divulgadores mismos quienes pagamos de nuestro bolsillo, no sólo el costo de los materiales de trabajo, sino también los viáticos correspondientes.

Quizá hago mal en generalizar, pero seguramente otros divulgadores de la ciencia en México han vivido experiencias semejantes a las que hemos tenido en Puebla en este sinuoso camino de la divulgación científica. Cuando inicié mi participación en las “semanas” que mencione arriba, recuerdo una organización casi excelente por parte de los involucrados en estas jornadas de divulgación. Casi siempre había alguien en la puerta esperando para conducir al divulgador al espacio asignado para el trabajo, ya fuera un salón o un laboratorio. Los alumnos ya estaban listos para el trabajo y el equipo multimedia en marcha.

Siento que con el paso del tiempo, el engranaje se fue desgastando y la disciplina se fue relajando, al punto que alguna o varias de las partes fallan a menudo afectando el buen desempeño de una actividad de divulgación. Así que en varias ocasiones a mi grupo de divulgación y a mí nos ha tocado vivir cosas feas y desagradables. Recuerdo que en una ocasión Rosa Elena Arroyo Carmona y yo estuvimos tocando el portón de uno de los centros escolares de Puebla durante 15 minutos para impartir una conferencia; cuando al fin nos abrieron la puerta nos preguntaron que a qué íbamos y que si cobrábamos por el taller que íbamos a impartir. Cuando explicamos el motivo de nuestra visita programada por la vicerrectoría de investigación de la BUAP nos dijeron que buscarían a la maestra de quinto grado para que nos “prestaran a sus



Trailer de la ciencia. Tomada del sitio oficial del Concytep. Visitada el 28 de mayo de 2011 en: [http://www.rednacecyt.org/concytep/index.php?option=com\\_content&view=article&id=124:trailer-de-la-ciencia&catid=42:programas&Itemid=184](http://www.rednacecyt.org/concytep/index.php?option=com_content&view=article&id=124:trailer-de-la-ciencia&catid=42:programas&Itemid=184)



El biblioburro. Foto tomada de: Biblioburro – Biblioteca ambulante. Visitada el 28 de mayo de 2011 en: <http://elbiblioburro.blogspot.com/search?updated-max=2007-07-31T04%3A03%3A00-07%3A00&max-results=7>

niños” a lo que la maestra accedió para irse a desayunar, dejándonos a 30 niños sin materiales de trabajo y sin ningún control. Como regularmente asistimos con nuestro propio material para casos de emergencia como éste, impartimos el taller lo más corto y rápido posible ante un grupo de niños ansiosos por salir a su hora de recreo. Al terminar y presentarnos en la dirección para dar por terminada nuestra visita nos dijeron que teníamos que salir por la parte de los campos de fútbol porque no estaba el portero (sí claro, el que abre la puerta). Así que con una terrible polvareda y los incómodos reclamos de Rosa Elena por sus altísimos tacones, prometimos no regresar ahí jamás.

Afortunadamente esa afrenta se vio recompensada cuando en la preparatoria del Centro Escolar Manuel Espinosa Yglesias, CEMEY-Puebla, una maestra la puso de ejemplo ante las alumnas diciéndoles: “Muchachas, esto es para que vean que la belleza no está peleada con la inteligencia”.

En fin que como nunca se acabará la ciencia y la tecnología, ni las desigualdades socio-económicas y de conocimientos que de ellas se deriven, es tarea de todos, en la medida de nuestras posibilidades, tratar de nivelar la balanza (en lo que a conocimientos se refiere). Y es fundamental para el trabajo de los divulgadores que el gobierno designe mayores recursos etiquetados para divulgación de la ciencia. Y por supuesto, que los encargados de administrar dichos recursos en las universidades tengan la sensibilidad suficiente para otorgarlos sin tantas trabas burocráticas: ¡Porque esfuerzos los hay, lo que falta son los recursos! Pongo en contraste dos casos: 1) A los investigadores de distintas instituciones de Puebla que conjuntamente con el Concytep desarrollan el proyecto “El Tráiler de la Ciencia de Puebla”, el cual está por dar a luz a “El Tráiler de la Ciencia de Morelos”; 2) El de Luis Soriano, maestro de primaria de la Gloria, Colombia, inventor del Biblioburro, quien con diez “patas” (Dos de él y ocho de los burros

Alfa y Beto) y un acervo inicial de 70 libros, se aventura cada fin de semana desde finales de los 90 a través de la sierra Colombiana para apoyar a los niños con sus tareas (Romero, 2008). Sin lugar a dudas este último caso demuestra que cuando se quiere se puede, pero los divulgadores tampoco tenemos por qué andar sufriendo, ¿no?

Mi padre y mis hermanos siempre me preguntaban que cuánto ganaba por mis talleres de divulgación. Cuando les decía que nada me miraban sorprendidos, pues no comprendían que enseñar a otros, sobre todo a aquellos que tienen la capacidad de maravillarse con lo que uno les enseña, también causa placer. Por eso, cuando recibí el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología en la categoría de Divulgación Científica, de manos del Gobernador de Puebla, me sentí como un retador que vapuleado por el campeón recibía un vasito de agua en su esquina al final del séptimo round: muy cansado pero con muchas ganas de llegar hasta el décimo segundo, gracias a los vótores de nuestro público; las francas sonrisas de los niños que recibimos como el más alentador de los vótores.

A esos niños de aquí y de allá (y para quienes todavía se sientan niños) dedico este taller de flores con el que pueden desarrollar intuitivamente su noción de simetría.

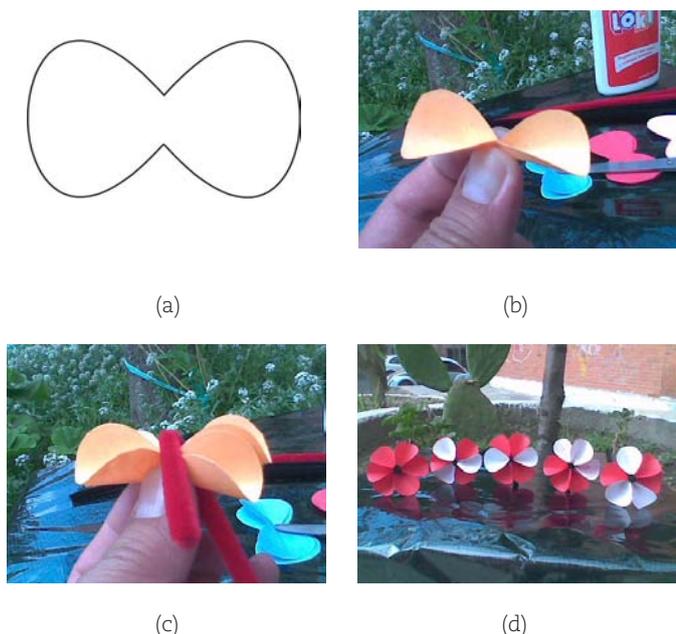
1) Dobra una hoja de papel blanco tamaño carta en cuatro partes y sobre la parte superior dibuja el molde que se presenta en el esquema 1a.

2) Repite el procedimiento usando esta vez una hoja de color y sin desdoblar la hoja, recorta los moldes para tener varios de ellos.

3) Presiona los moldes por la parte central para queden en forma de moño (esquema 1b).

4) Colócalos uno junto al otro y usa un limpiapipas en forma de gancho para sujetarlos haciendo un torniquete por la parte inferior (esquema 1c).

5) Para hacer la flor a dos colores, corta los moldes blancos



**Esquema 1.** (a-c) Procedimiento para la construcción de flores de papel; d) Reducción de la simetría  $C_{6v}$  a las simetrías  $C_{3v}$ ,  $C_{2v}$ ,  $C_s$  y  $C_1$  (Pérez-Benítez, 2011).

por la mitad y pega una mitad blanca sobre un molde a color. Dos o más moldes bicolor te permitirán hacer flores simétricas como las que aparecen en el esquema 1d.

### Conclusión: Un llamado a la divulgación científica

La divulgación de la ciencia es un arte que todos debemos cultivar; no sólo por gusto sino también por obligación moral, porque es una forma de retribuir a la sociedad lo que ha invertido e invierte en nuestra educación y en nuestra investigación, a través de becas, de financiamiento para nuestros proyectos y hasta de nuestro salario.

Por otro lado, en contraste con la costumbre generalizada de considerar únicamente los artículos en revistas especializadas o de alto impacto, los evaluadores de los organismos institucionales deberían de considerar seriamente a los artículos en revistas locales y nacionales que lleguen al grueso de nuestra población. Además, el gobierno debería de impulsar una política de divulgación bien estructurada que incluyera a los medios masivos de comunicación y especialmente a la televisión abierta.

Pensándolo bien, divulgar o aprender a divulgar no es tan complicado como parece, sobre todo para quien ya de por sí enseña; es decir, para quien es un maestro consumado cualquiera que sea su nivel de estudios y el nivel de estudios al que esté impartiendo su enseñanza. Para un investigador, con más costumbre de publicar sus resultados y de impartir conferencias para difundirlos, el asunto parece más sencillo aún. Sin embargo, hay dos problemas más que algunos importantísi-

mos investigadores deben vencer: primero aprender a expresar su enseñanza a un nivel de conocimientos apropiado al ciudadano común y, segundo, aprender a vencer su arrogancia y su desdén por la divulgación.

Termino con una anécdota más. Un día Raúl Mujica García del INAOE, otro romántico de la divulgación en Puebla, me dijo en un taller de ciencia populachero: "Si de cada 100 chicos a los que les impartimos un taller, uno se hiciera científico, nuestra labor estaría cumplida". A lo que yo le conteste: "No hacemos divulgación científica sólo por eso. Mira —le dije señalando al público—, con haber logrado que los niños hayan pasado un tiempo de calidad con sus padres y con aumentar un poco el nivel cultural de la población, estamos más que pagados".

### Referencias

- Alonso, M.; Valk, H.; Martín, M. J. *Mecánica cuántica: Fundamentos y aplicaciones*. España: Ediciones Universidad de Salamanca, Caja Duero, p. 45, 2009.
- Ardila, R. *La ciencia y los científicos. Una perspectiva psicológica*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, p. 5, 2005.
- Arroyo-Carmona, R. E.; Fuentes López, H.; Méndez-Rojas, M. A.; Pérez Benítez, A. *La geometría: ¡Un pie que cojea en la enseñanza de la estereoquímica*, *Educ. quím.*, **16**(número extraordinario), 184-191, 2005.
- Biglan, A. The characteristics of subject matter in different scientific areas. *Journal of Applied Psychology*, **57**, 195-203, 1973.
- Díaz-Reyes, J.; Dorantes-García, V.; Pérez-Benítez, A.; Balderas-López, J. A. Obtaining of films of tungsten trioxide ( $WO_3$ ) by resistive heating of a tungsten filament, *Surfaces y Vacío*, **21**(2) 12-17, 2008. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: [http://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/21\\_2/SV2121208.pdf](http://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/21_2/SV2121208.pdf)
- Díaz-Reyes, J.; Delgado-Macuil, R. J.; Dorantes-García, V.; Pérez-Benítez, A.; Balderas-López, J. A.; Ariza-Ortega, J.A. Physical properties characterization of  $WO_3$  films grown by hot-filament metal oxide deposition, *Materials Science and Engineering: B* (April 10, 2010).
- Dorantes-García, V.; Díaz Reyes, J.; Pérez-Benítez A. Síntesis sencilla de óxido de tungsteno(VI) a partir del filamento de un foco, *Educ. quím.*, **19**(3) 341-348, 2008.
- Loeschig, L. V.; Gallagher, J. *Chemistry Experiments. No-Sweat Science*. Estados Unidos: Sterling Publishing Company, Inc., pp. 73-74, 2005.
- Melzac, F. The myth of painless childbirth (The John J. Bonica lecture). *Pain*, **19**(4), 321-337, 1984.
- Moore, K. L.; Persaud, T. V. N. *Embriología Clínica*. 8ava. ed. España: Elsevier, p. 137, 2008.
- Pènicaud, A.; Pérez-Benítez, A.; Gleason V. R.; Muñoz P. E.; Escudero, R. Electrocrystallizing  $C_{60}$ : Synthesis, Single Crystal X-Ray Structure, and Magnetic (ESR, SQUID) Characterization of  $[(C_6H_5)_4P]_2[C_{60}][I]_x$ . *Journal of the American Chemical Society*, **115**, 10392-10393, 1993.

- Consulte la primera página en: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ja00075a078>
- Pérez Angón, M. Á. Tabla 17: *Atlas de la ciencia mexicana. Academia Mexicana de Ciencias*. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: <http://www.amc.unam.mx/atlas/cquimicas/tabla17.htm>
- Pérez-Benítez, A. y González Vergara E. Un tetraedro (o un tetraedro alargado) a partir de un popote y un cordel, *Educ. quim.*, **2**(4), 198-200, 1991. Disponible en línea en: [http://educacionquimica.info/articulos.php?Id\\_articulo=115](http://educacionquimica.info/articulos.php?Id_articulo=115)
- Pérez-Benítez, A. Ejemplificando la quiralidad con un clip. *Educ. quim.*, **13**(1), 33-36, 2002. Consultado el 26 de julio de 2011: [http://www.educacionquimica.info/download.php?Id\\_articulo=662](http://www.educacionquimica.info/download.php?Id_articulo=662)
- Pérez-Benítez, A. y Arroyo, R. E. Simetría para principiantes con un modelo octaédrico plegable, *Educ. quim.* **14**(4), 225-231, 2003. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: [http://educacionquimica.info/articulos.php?Id\\_articulo=746](http://educacionquimica.info/articulos.php?Id_articulo=746)
- Pérez-Benítez, A.; Arroyo-Carmona, R. E.; González-Vergara, E. A simple system (named polifácil) for building three-dimensional models of polyhedra starting from drinking straws and raffia, *Chemical Education Journal*, **12**(1) Registration No. 12-1, 2008(a). Disponible en línea en: [http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v12n1/Perez\\_Benitez8013/Perez8013.html](http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v12n1/Perez_Benitez8013/Perez8013.html)
- Pérez-Benítez, A. La equivalencia entre las paridades de los intercambios de dos sustituyentes y las reflexiones especulares en la determinación de la quiralidad en átomos tetraédricos: ¡Una demostración con espejos, *Educ. quim.*, **19**(2), 146-151, 2008(b).
- Pérez-Benítez, A.; Méndez-Rojas, M. A.; Bernes, S.; González-Vergara, E. Hybrid (Electrochemical-Chemical) Single Crystal Synthesis of Copper Aspirinate Starting from an Aspirin Tablet: an Undergraduate Bioinorganic Experiment, *Chemical Education Journal*, **11**:2 (Serial No. 21), 2008(c). Consultado el 28 de mayo de 2011 en: [http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v11n2/PerezBenitez/PE-REZ\\_BODY.html#Anchor1726768](http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v11n2/PerezBenitez/PE-REZ_BODY.html#Anchor1726768)
- Pérez-Benítez. Teaching symmetry descending in a science popularization workshop for children, *Chemical Education Journal*, (sometido), 2011.
- Phelps, J. A.; Davis, J. O.; Schartz, K. M. Nature, Nurture and Twin Research Strategies, *Current Directions in Psychological Science*, **6**(5), 117-121, 1997.
- Romero, S. Acclaimed Colombian Institution Has 4,800 Books and 10 Legs. *The New York Times*: October 19, 2008. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: <http://www.nytimes.com/2008/10/20/world/americas/20burro.html>
- Spangler, S. *Science Projects Experiments, Educational Toys & Science Toys*. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: <http://www.stevespanglerscience.com/>
- Thompson A. y Taylor B. N. *The NIST guide for use of the International System of Units*. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: <http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/sec05.html>
- Treadwell, M. *King Kong's Hand*. Consultado el 28 de mayo de 2011 en: <http://www.elmhurst.edu/~chm/demos/KingKong.html>
- VanGundy, A. B. *101 activities for teaching creativity and problem solving*. Estados Unidos: Pfeiffer, A Wiley Imprint, p. 13, 2005.