

Ciencia en escena: Tres acercamientos a la Química

Andrea Chapela y Andoni Garritz*

ABSTRACT (Science on Stage: Three Approaches to Chemistry)

Science outreach encloses any approach to the teaching of science for the general public. Nowadays, this integration is more important than before because it is necessary that a person develops the ability to understand and make decisions based on scientific knowledge. This article presents three different approaches to the teaching of chemistry in three countries. First, in Colorado State University a group of undergrads presents science shows with pop culture references to engage their audience. Then in Puerto Rico the program Science on Wheels has been functioning for the last 20 years, and it's looking to bring science to every school in the country. Finally, in Mexico a play with scientific overtones intents to motivate the public, and to educate them on the pivotal role of science in our everyday life. With these examples, the article aims to present the importance of this kind of programs in a community.

KEYWORDS: chemistry education, science outreach, science literacy

Parte del trabajo de un científico es formar nuevos científicos; sin embargo, actualmente es necesario educar al público en general y no solo a especialistas. Esta necesidad ha tomado fuerza y se ha organizado en los últimos años en los países anglosajones en la forma de *science outreach*, o *science literacy*, o *public understanding of science* que podría traducirse como ‘extensión científica’ o ‘alfabetización científica’ o ‘comprensión pública de la ciencia’, un acercamiento e integración de la ciencia con la comunidad no científica, para que se alcance su entendimiento y una conciencia pública sobre ella. El término engloba una cantidad diversa de actividades desde visitas a escuelas y conferencias hasta espectáculos, museos y ferias científicas. *Science outreach* nace de la preocupación de muchos científicos por compartir la actividad que aman y de educar a la sociedad sobre la importancia de la ciencia y la investigación. De esta forma la ciencia ha salido de las aulas en incontables formas y ha comenzado a permear la sociedad en muchos países.

Sin embargo, a pesar de la creciente ola de actividades científicas de acercamiento, no todos los científicos reconocen la importancia de divulgar y comunicar la ciencia. En muchos casos la combinación de falta de tiempo, fondos y apoyo por parte de la comunidad científica frena a muchos de los que les gustaría intentarlo. Asimismo, es difícil predecir los beneficios asociados a estas actividades, puesto que en muchos casos no son cuantificables.

Para remediar este último punto ya se han hecho estudios que intentan probar cómo un acercamiento a la ciencia

en niños y adolescentes despierta en ellos la idea de ser científicos y ayuda a su comprensión de temas científicos. En el artículo de Holly Walter Kerby y colaboradores (2010), se ilustra, por medio del análisis de encuestas, el efecto que su obra de teatro de corte científico provoca en el público. Antes de comenzar la función, reparte un cuestionario con preguntas sobre combustión y polímeros; al terminar la función entrega un segundo cuestionario. La evidencia apunta a que el *Amazing Chemical Circus* no solo educa al público, sino que también lo divierte. Además, de este análisis, el artículo presenta de forma sencilla las dificultades que Kerby *et al.* enfrentaron para crear el teatro químico y cómo superarlas. Aconseja combinar herramientas provenientes del teatro, así como de la educación tradicional de química para obtener un espectáculo que divierta y mantenga la atención de la audiencia.

Buenos recuerdos se tiene (Garritz) de algunos invitados a realizar espectáculos de química. Por dar solo dos ejemplos, en la figura 1a hemos colocado a Viktor Obendrauf de la Universität de Graz, en Suiza, que nos deleitó con su muestra en las V Jornadas Internacionales sobre Enseñanza Universitaria de la Química, en Santiago de Chile, cuando con Adela Castillejos auxiliamos en la organización a Juan Vargas y Tatiana Urzúa. En la figura 1b mostramos una foto de Christer Gruvberg, un buen amigo sueco del Swedish Microscale Chemistry Center en Göteborg.

Se habla en el debate existente de dos visiones con relación a la alfabetización científica (Loughran, 2011): La visión I se describe como una centrada en el científico, con un fuerte énfasis en el contenido. Por otra parte, la visión II se señala centrada en el estudiante y conducida por el contexto, es decir, que “conduce a elevar su capacidad como participante responsable, espabilado y por todo el tiempo en sus propias vidas, crecientemente influidas por la ciencia y la

*Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Av. Universidad # 3000, 04510, México, D.F. MÉXICO.

Correos electrónicos: alcs99@gmail.com; andoni@unam.mx



(a)



(b)

Figura 1. (a) Viktor Obendrauf; (b) Christer Gruvberg. Ambos con una llama en sus shows.

tecnología" (Aikenhead, 2005). Esta segunda visión resulta más atractiva para los docentes, porque va más allá de la transmisión de hechos y conocimientos. No obstante, son difíciles de ver los retos que representa aplicarla en la enseñanza, porque trae como pregunta no solo qué enseñar, sino cómo hacerlo. Y eso porque "la alfabetización científica no tiene un significado o definición fija. No es una noción simple. ¿Cómo van a definir los profesores eso de 'comprensión pública de la ciencia' y qué significa alrededor de cómo planificar y conducir su enseñanza?" (Fensham, 2008).

Las siguientes páginas de esta editorial presentan detalladamente tres esfuerzos muy distintos entre sí, que podemos clasificar como de la visión II. Cada uno de ellos proviene de un país distinto, pero los tres buscan acercar la química a niños y jóvenes. Primero se presenta un grupo de estudiantes de la Universidad Estatal de Colorado que a través de espectáculos químicos lograron revivir el club de química de su universidad y encontrar un espacio para divertirse con la ciencia. Después, se habla de un grupo de jóvenes en Puerto Rico que han continuado la larga tradición del proyecto *Ciencia sobre Ruedas*. Finalmente, el último ejemplo, es una obra de teatro, que se ha presentado los últimos 16 años en la Ciudad de México, co-escrita por Glinda Irazoqui, una profesora de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con la idea de emocionar a su audiencia más que de enseñarle. La forma varía en cada uno, pero la idea central de motivar, divertir y acercar a la audiencia a la ciencia se mantiene constante.

La química de Harry Potter e Indiana Jones

Cuando Garrett Wheeler, David Daily, Robin Ward y Kristin Olsson entraron a la Universidad Estatal de Colorado en 2009, el club de química de la universidad casi se había desmantelado. Sin embargo, estos cuatro estudiantes decidieron revivirlo para obtener un espacio donde los químicos pu-

dieran reunirse a hablar de su ciencia y hacer experimentos. Entre muchos esfuerzos, uno de los que más les ayudó fue continuar con la tradición de presentar espectáculos químicos en escuelas, desde primarias hasta preparatorias, para alentar a los niños y a los jóvenes a acercarse a la ciencia.

Actualmente, el club cuenta con varios espectáculos pequeños que realizan a lo largo del año y una gran gala para el día de *Halloween*. Sin embargo, sea el espectáculo pequeño o grande, la temática es la misma: mostrar experimentos emocionantes y lucidores con marcos narrativos que entretengan a los niños y, a su vez, explicarles la ciencia que hay detrás de cada experimento.

El año pasado para el *Halloween*, el espectáculo giró en torno a una historia de Indiana Jones, donde el famoso arqueólogo buscaba un artefacto luminoso, y para conseguirla debía superar distintas pruebas y así vencer a la malvada hada que lo guardaba. Cada experimento representó una de las pruebas y, en su camino, Indiana Jones explicó y utilizó cada uno de ellos para conseguir el artefacto. Entre los experimentos se encontraron polímeros que aumentaban de tamaño, reacciones oscilantes y volcanes.

Por su parte, los espectáculos más pequeños también cuentan con narrativas igual de imaginativas; por ejemplo, los espectáculos temáticos de laboratorios forenses y el de Harry Potter donde la audiencia puede participar activamente. En el laboratorio forense los niños intentan resolver un crimen ficticio por medio de pruebas químicas, mientras que en el de Harry Potter toman una clase de pociones donde observan cambios de colores y reacciones brillantes. Otro tipo de espectáculo es el de nitrógeno líquido donde los estudiantes no solo congelan frutas, sino que cuentan con un superconductor que uno de ellos sintetizó para usarlo durante la presentación. Dada la naturaleza del nitrógeno líquido, éste es uno de los pocos espectáculos donde la audiencia solo puede observar.

No obstante, sin importar la temática o duración del espectáculo, el trasfondo científico no se pierde. A lo largo de cada presentación los organizadores explican los fenómenos químicos y físicos vistos con el uso de todas las herramientas a su alcance y con la motivación a su audiencia para responder preguntas y acercarla con ello a la química.

Muchos de los espectáculos se presentan en escuelas primarias donde –Garrett Wheeler afirma– han tenido una respuesta favorable; sobre todo, cuando presentan experimentos lucidores donde queman dinero, hacen helado o muestran llamas de colores. Él cree que estos espectáculos representan una ruptura divertida de la rutina de los niños, que los hace interesarse en la ciencia.

Para asegurarse que sus experimentos y explicaciones tengan alguna relación con lo que su audiencia estudia en el momento, antes de presentarse frente al público el club contacta a los profesores en las escuelas para saber qué han aprendido los niños. Asimismo, intentan que las explicaciones se adapten al rango de edad del público, así como al número de personas y el espacio que se les proporciona.

Muchas veces usan un experimento para explicar distintos fenómenos. Por ejemplo, en una probeta colocan líquidos inmiscibles con distintas densidades y explican no solo qué es la densidad, sino también las interacciones de polaridad entre los líquidos. Asimismo, colocan agua y gasolina en otra probeta y la encienden; después, también prenden billetes humedecidos con etanol y los introducen en agua. Con este experimento tratan de nuevo el tema de la densidad, pero también hablan de la capacidad de distintos líquidos para encenderse y cómo esta propiedad permite realizar distintas cosas con las sustancias, como usar la gasolina en los motores de automóviles.

Para los miembros del club de química, ésta es una actividad extracurricular que les ocupa mucho tiempo, pero todos ellos se sienten comprometidos con la idea de comunicar la ciencia de una manera divertida para atraer a nuevas generaciones a la actividad que aman.

Para más información:

CSU Chemistry Club

<https://sites.google.com/site/csuchemistryclub/>

Colorado State University <http://www.colostate.edu/>

Garrett Wheeler, David Daily, Robin Ward, Kristin Olsson

Ciencia sobre ruedas

El grupo de Puerto Rico *Ciencia sobre ruedas* tiene una larga trayectoria. El doctor Juan López Garriga comenzó el programa hace 22 años como un esfuerzo para difundir la química fuera de la universidad y acercarla a la comunidad. En su automóvil viajaba desde Mayagüez y se detenía en los pueblos del camino hasta llegar a San Juan, para presentar actividades de química. Al notar la cantidad de gente que se acercaba a verlo, el doctor Garriga decidió que su esfuerzo necesitaba más personas y mejor organización, así que fue

en busca de ayuda a la Universidad de Puerto Rico (UPR) en Mayagüez para llevar su espectáculo y actividades químicas a tantas escuelas como fuera posible. Su meta siempre fue lograr llegar a cada escuela del país y compartir la química con tantos niños como fuera posible.

Casi 100 personas han participado en este esfuerzo y, actualmente, el grupo está conformado por diez estudiantes de licenciatura y doctorado de diversas carreras como química, ingeniería química y geología de la Universidad en Mayagüez.

Para pertenecer al grupo se debe ser un estudiante de ciencias con un promedio mínimo de tres puntos (*Grade Point Average*, GPA) y entrar al grupo desde el primer año de la carrera, para que durante los cuatro o cinco años de estudios logren adquirir las habilidades que necesitan, como lo son el hablar frente al público y ser capaces de explicar los experimentos.

Lo cierto es que los estudiantes que participan en *Ciencia sobre ruedas* ganan tanto del programa como de la audiencia, pero deben trabajar arduamente todo el año de forma voluntaria. El grupo trabaja entre 20 y 40 horas cada semana para preparar las distintas actividades, algunas veces incluso en sábado, por lo que el primer paso para cualquier primerizo es integrarse al grupo. Sin embargo, existen algunas ventajas. Los estudiantes que participan en *Ciencia sobre ruedas* pueden utilizar material especializado de laboratorio que no usarían en los primeros semestres o, a veces, a lo largo de toda su estancia universitaria; asimismo, tienen acceso a permanencia en “laboratorio e introducción a la investigación científica”, privilegios que la mayoría de los estudiantes no tienen.

Cada semestre *Ciencia sobre Ruedas* presenta entre 20 y 35 espectáculos para más de 100 estudiantes en cada uno. Existen varios formatos del espectáculo en función de dónde se lleva a cabo, si en una escuela o en un anfiteatro más grande. En las escuelas, los experimentos siempre son los mismos y lo que cambia es la explicación, puesto que depende del nivel educativo de la audiencia. Además, muchas veces la escuela le pide a *Ciencia sobre ruedas* una temática específica lo que también cambia la dinámica que utilizan. Por ejemplo, para una clase de química o física se habla de un volcán en términos de presión o energía; pero para geólogos o biólogos se habla de impactos ecológicos y ambientales.

Por tanto, el primer paso que toma el grupo cuando va a ir a una escuela es contactar al maestro para acordar una fecha y temática. El grupo puede presentarse en escuelas jueves o viernes y en la Universidad cualquier otro día de la semana. Una vez que se tenga claro a qué audiencia se dirigirán y el espacio que podrán usar, los estudiantes se dividen el trabajo. Un grupo monta y desmonta los experimentos con el cuidado de materiales y reactivos durante el espectáculo, mientras que el segundo grupo los realiza frente al público.

El espectáculo consiste generalmente de entre diez y doce experimentos, cada uno con una duración entre cinco

y diez minutos, por lo que la máxima duración de un espectáculo es de hora y media. En general, presentan cinco números o actos distintos: combustión, reacciones químicas, polímeros, presión y temperatura. La cantidad de actos y los experimentos que se presentan en cada uno cambia en términos de la audiencia.

En el acto de combustión los enfoques pueden variar. El grupo puede presentar una reacción, hablar de la rapidez de combustión en función del material o de la importancia del oxígeno durante el proceso. El número se basa en la modificación de uno o todos estos factores para iniciar o terminar la combustión. En todos los experimentos del acto existe algún flechazo importante que atrapa la atención de la audiencia como pueden ser explosiones o llamas. En reacciones químicas se puede ver la descomposición del peróxido de hidrógeno que forma una gran espuma o reacciones ácido-base que cambian de colores.

El acto de polímeros habla sobre la materia que nos rodea y sobre los distintos materiales que se utilizan; se hace hincapié en la composición. En el acto de presión o Bernoulli se habla de aviones, tuberías y flujos. En el de temperatura se utiliza nitrógeno líquido o hielo seco y se explican leyes como la de Boyle o Charles con la muestra de resultados experimentales en lugar de la fórmula.

Un ejemplo de un experimento que utilizan para comenzar el espectáculo es un globo lleno de aire al que se le acerca una llama para que se rompa. Después, se le acerca la misma llama a un globo lleno con agua, por lo que el globo no se rompe. Esto inicia una explicación sobre la capacidad calorífica del agua, pero aún más importante, sobre la importancia de la cantidad de agua en nuestro planeta. El grupo se esmera por encontrar la mayor cantidad de ejemplos reales, con los que el público pueda identificarse.

Los experimentos que hacen no son nuevos ni los inventó el grupo, lo novedoso de este proyecto son las explicaciones y diseños de las actividades. Por ejemplo, en un experimento se necesitaba una escalera, para colocar en su cima un bloque de hielo seco en agua y en los peldaños velas encendidas, que se apagan cuando el dióxido de carbono suplanta al oxígeno. El diseño de esta escalera lo realizó el grupo y necesitaron de muchas pruebas para que el experimento pudiera presentarse ante el público. Las explicaciones también son originales y se inventan y ensayan durante las reuniones del grupo. Cada persona puede opinar sobre la mejor forma de explicar un tema al emplear lo que ha aprendido en clase o lo que se ha hecho en otros espectáculos. Por esta razón, es importante que el grupo cuente con estudiantes de muchas áreas de la ciencia.

Se hace mucho hincapié en su uso de teorías pedagógicas y en su interés por aprenderlas y utilizarlas para fundamentar mejor los espectáculos y, de esta manera, acercarse mejor a los estudiantes en escuelas. La que utilizan actualmente es la mayéutica que hoy en día se conoce como "estíralo" y cuenta con técnicas basadas en preguntas y respuestas o donde los estudiantes no tienen otra opción más

que contestar. De esta manera logran captar la atención del público que interactúa con los experimentos y no es solo un observador.

Es importante denotar que dos de los integrantes del grupo presenciaron al espectáculo en su escuela cuando estaban en la preparatoria y creen que ésa es una de las razones por las que se acercaron a la ciencia y regresaron al programa. Existe una convivencia grande entre los estudiantes y la audiencia que observan la dinámica del grupo, puesto que transmiten que la ciencia no se trata solo de leer libros sino de explicar el mundo. Los niños y jóvenes en la audiencia pueden acercarse y hablar sobre lo que significa estudiar ciencia en Puerto Rico con gente que lo vive en ese momento.

Juan López Garriga es ahora el decano de la Facultad de Ciencias en UPR-Mayagüez. Sus esfuerzos para llevar la ciencia a lo largo de Puerto Rico han llegado muy lejos desde que comenzó el grupo con solo su automóvil. En los últimos cinco años, el grupo se ha presentado en por lo menos 52 de los 78 municipios de Puerto Rico, así como en localidades internacionales en España y Estados Unidos, en donde han visitado congresos, foros de televisión y universidades.

Los estudiantes del grupo afirman que han ganado muchas experiencias gratas al pertenecer a *Ciencia sobre Ruedas*, puesto que han tenido oportunidad de vencer su timidez al hablar en público, encontrar un grupo de amigos muy unido y, sobre todo, sentir que son parte de un esfuerzo capaz de provocar una diferencia en las nuevas generaciones de su país.

Los alumnos se encuentran comprometidos con la idea de fomentar la ciencia y los inquieta llevar este mensaje a los niños y jóvenes. Creen firmemente en que este tipo de actividades deben realizarse en más universidades puesto que no solo fomentan la ciencia, sino que ayudan a contrarrestar la educación insuficiente de países como Puerto Rico, al emocionar tanto a estudiantes y maestros. Además, el espectáculo se convierte en un enlace entre los científicos y las comunidades que los rodean. Este enlace, afirma Edgardo Quiñones, ayuda a la comunidad a entender el valor de la ciencia en sus vidas y, más importante, ayuda a los estudiantes a decidirse por una carrera científica, puesto que el espectáculo convierte una carrera profesional y científica en un objetivo palpable y alcanzable, pero sobre todo divertido e interesante.

Para más información:

Universidad:

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Tel: (787) 832-4040

Programa Ciencia sobre ruedas:

"Science on Wheels Educational Center" ó Centro Educativo Ciencia Sobre Ruedas

Tel. (787) 265-5453

Email: sonw.uprm@gmail.com



Página web: sonw.uprm.edu
Facebook: facebook.com/SONW20
YouTube Channel: youtube.com/scienceonwheels

Integrantes:

Edgardo Quiñones - Estudiante de Posgrado Geología
Lysmarie Santos - Estudiante de Posgrado Química
Hazel Borges - Estudiante de Posgrado Química
Angel Rodríguez - Estudiante de Posgrado Química
Brian Miranda - Estudiante de Ing. Química
Juan C. Silva - Estudiante de Ing. Química
Félix Rodríguez - Estudiante de Ing. Química
Suasy Acevedo - Estudiante de Química
Xavier Reyes - Estudiante de Química
Juan C. Santa - Estudiante de Química

Entre teatro y química

En México, la profesora Glinda Irazoque de la Facultad de Química de la UNAM tuvo la oportunidad única de co-escribir una obra de teatro con el dramaturgo Héctor Ortega. Todo comenzó cuando Martín Hernández Luna invitó a Irazoque a formar parte del grupo de asesores para la creación de la sala de química de UNIVERSUM, el museo de la ciencia de la Universidad Nacional. Durante este proyecto se intentó sumar esfuerzos no solo científicos, sino también artísticos, lo que le permitió a Irazoque conocer a Ortega, director, escritor y actor de teatro. Ella estaba encargada del foro de química, un pequeño anfiteatro dentro de la sala que tras bambalinas tiene no solo vestidores sino un laboratorio científico. La finalidad del foro era crear un espacio para realizar presentaciones químicas en vivo.

Fue durante este proceso que la obra de teatro *Realmente fantástico* tomó forma. En un principio, Irazoque solo armó tres espectáculos con experimentos que mostró al resto del grupo de asesores y los funcionarios de UNIVERSUM. Los experimentos causaron sensación y, sin duda, el más emocionado fue Ortega, quien le propuso que tomara los mejores experimentos y pensara situaciones para presentarlos y puntos de partida y anclaje para cada uno. Él tomó todos estos elementos que ella le entregó y los convirtió en una obra de teatro de un acto en cincuenta minutos.

La obra de teatro esta dirigida a niños a partir de la primaria, pero también es para sus padres.

La obra trata de un niño o niña (que en realidad son títeres) llamados Eugenio o Eugenia, respectivamente. Un día, Eugenio (o Eugenia) se encuentra en su cuarto aburrido y exclama que el mundo es muy predecible. Para demostrarle lo contrario se le presenta un genio que lo lleva por distintos momentos de la vida del planeta, que muestra en cada lugar un experimento que subraya lo divertida que puede ser la ciencia y lo emocionante que es la vida. La obra esta formada por nueve experimentos, entre los que se encuentra el viaje de Eugenio a la prehistoria, donde el genio le presenta dos volcanes, que muestran los cambios permanentes en la

naturaleza. Más tarde, construye frente a sus ojos un espejo de plata, para demostrarle que la ciencia puede crear y transformar su vida. Finalmente, el mensaje que la obra pretende es que en este mundo todo cambia y se necesita imaginación, creatividad y fantasía para entender lo que nos rodea y hacer ciencia.

La obra no explica la ciencia, pero sí motiva a la gente, les hace cuestionarse y los sorprende. Esta sorpresa provoca que comiencen a hacerse preguntas y se acerquen a la ciencia. El experimento más famoso es “la pasta de dientes para elefante”, que es una espuma que se forma cuando se descompone agua oxigenada con agua jabonosa. Esto deslumbra y divierte a la audiencia, que lo recuerda durante mucho tiempo. Algunas veces en la calle niños han detenido a Glinda para preguntarle si ella es la genio de la pasta de elefantes.

Debido a los experimentos, una de las condiciones de Irazoque durante la creación de la obra fue que durante su estreno la obra fuera actuada por químicos. Sin embargo, hasta este momento el papel de genio es interpretado todavía por un químico, debido a los reactivos que se tienen que manejar para cada uno de los nueve experimentos. Irazoque tiene mucho cuidado de que todos los experimentos se presenten cada vez que la obra se pone en escena. Cuida mucho la cantidad de reactivos que debe usarse en función del escenario y la audiencia con la que se cuenta y, a pesar de que ahora sabe exactamente qué reactivos comprar, en un principio reducir los costos de la obra fue uno de los mayores problemas.

A diferencia de los casos anteriores, en esta obra los experimentos solo se presentan y ninguno se explica. El montaje es totalmente lúdico y no tiene un motivo educativo en el centro, sino motivacional; puesto que busca acercarse a través de una educación no formal donde los asistentes se emocionan ante el tema y desean descubrir más por sí mismos.

No es extraño que Irazoque fuera quien coescribiera esta obra de teatro. Es su creencia que se debe aprovechar al máximo el carácter experimental de la química con experiencias de cátedra, y mostrar a los alumnos un ejemplo de lo que aprenden. Como maestra de termodinámica en la Facultad de Química de la UNAM y autora de libros de texto en química, lleva muchos años en la colección de experimentos que pueda usar en el salón de clases.

Asimismo, Glinda recalca la ventaja de que las nuevas generaciones de científicos tienen sobre la suya, puesto que antes de llegar a la universidad ella no tuvo la oportunidad de presenciar experimentos o hacerlos en un laboratorio en la preparatoria. Ella cree que es necesario continuar el acercamiento de la ciencia a la comunidad general, puesto que el conocimiento científico es cultura general tanto como lo es el teatro o la literatura. Para ella es sumamente importante combatir el analfabetismo científico en su país y dedicar tanto tiempo como puede a ello. Sin embargo, ha encontrado poco apoyo por parte de las autoridades y con poco tiempo para dedicarle a la comunicación de la ciencia. El SNI (Sistema Nacional de Investigadores en México) no

proporciona apoyos para los miembros que se dediquen a la comunicación, por lo que ésta se convierte en una actividad secundaria y menospreciada por los científicos.

Las situaciones anteriores no solo entorpecen la comunicación de la ciencia, sino que también son una traba en el mayor problema que tiene la obra: su difusión. Lamentablemente, Irazoque no tiene tiempo para dedicarle a una campaña de difusión, por lo que se ha apoyado de los recintos donde se presenta la obra en este aspecto.

La obra ha alcanzado las 500 representaciones en alrededor de 16 años y se presentó sin interrupción hasta el 2011 en el foro de UNIVERSUM. Se presenta todavía actualmente en escuelas y plazas comerciales.

Para más información sobre las fechas:

Ignacio Casas, director, en casasnacho@yahoo.com.mx

Los tres esfuerzos presentados en este artículo son apenas una pequeña parte de los que se realizan en el resto del mundo. Muchas universidades a todo lo largo de Estados Unidos, en India y Europa tienen proyectos parecidos. En muchos de estos proyectos se han realizado encuestas para medir si estos espectáculos causan el efecto deseado en la audiencia, sobre todo en los niños.

Los resultados son favorables. La mayoría de los niños en la audiencia de programas como Ciencia sobre ruedas y el Maravilloso Circo Químico demuestran un mejor entendimiento de la ciencia que se les mostró y, en general, un entusiasmo mayor por la ciencia.

La educación científica desde la primaria hasta la preparatoria es de suma importancia, no solo para formar nuevos científicos sino para combatir el analfabetismo científico. La alfabetización científica o *scientific literacy* es el conocimiento y entendimiento de procesos y conceptos científicos para tomar decisiones, participar en asuntos cívicos y culturales y generar productividad económica. Dado esto es importante educar al público en general para que no solo se realice más ciencia, pero para que la gente pueda tomar decisiones y posturas ilustradas ante el conocimiento que la ciencia genera. En Estados Unidos solo el 28% de la población puede tomar decisiones informadas acerca de la ciencia. Este número disminuye en países en vías de desarrollo como México y Puerto Rico.

Es necesario fomentar el acercamiento de la ciencia a todo público para que se pierda el recelo a la labor científica por parte del público general y, sobre todo, para animar a

los niños y jóvenes a estudiarla. Esto es importante, sobre todo actualmente, puesto que el progreso de un país depende de su avance científico y tecnológico. En países como México, esta integración puede educar a la población en la importancia de la ciencia y, así, fomentar su desarrollo.

Agradecimientos

Agradece (Andrea Chapela) al grupo *Ciencia sobre ruedas*, la profesora Glinda Irazoque y el estudiante Garrett Wheeler por concederle una entrevista y responder todas sus preguntas durante la escritura de esta editorial.

Referencias

- Aikenhead, G. S. Research into STS Science Education, *Educación Química*, **16**(3), 384-397, 2005.
- Fensham, P. J., *Science education policy making: Eleven emerging issues*. Commissioned by UNESCO, Section for Science technical and Vocational Education. Paris: UNESCO, 2008.
- Loughran, J., Chapter 15. Responding to the challenge of scientific literacy. En: John Loughran, Kathy Smith y Amanda Berry (eds.), *Scientific Literacy Under the Microscope: A Whole School Approach to Science Teaching and Learning*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2011, pp. 139-148.
- Mercado-Feliciano, S., Expository Programs: A Model to Improve the Teaching and Learning of High School Chemistry, Puerto Rico: s.n., 2007. Presentada en la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez para la obtención del grado de Maestro en Ciencias Químicas. Páginas consultadas: 1, 18, 23 y 24.
- Kerby, H. W., Cantor, J., Weiland, M., Babiarz, C., & Kerby, A. W. Fusion Science Theater Presents The Amazing Chemical Circus: A New Model of Outreach That Uses Theater To Engage Children in Learning, *Journal of Chemical Education*, **87**(10), 1024-1030, 2010.
- National Academy of Sciences (1996). National Science Education Standards (Report). National Academy Press. Aca- ban de diseminarse en abril 2013 los *Next Generation Science Standards* (NGSS), que pueden encontrarse en <http://www.nextgenscience.org/> o comprarse como libro en un par de meses en la URL <http://www.nap.edu/NGSS/>
- Raloff, J., Science literacy: U.S. college courses really count, en *sciencenews.org*. Disponible en: http://www.sciencenews.org/view/generic/id/56517/description/Science_literacy_US_college_courses_really_count. Consultado el 4 de mayo de 2013.