

Enseñanza de las ciencias físicas a estudiantes de primaria y secundaria por medio de sencillos talleres científicos



Remigio Cabral Dorado¹ y José Luis Maldonado Rivera²

¹ Universidad de Quintana Roo Campus Riviera Maya, 5^a Av. y calle 42, Edificio Tan IK, Col. Zazilha, C.P. 77710, Playa del Carmen Quintana Roo, México.

² Centro de Investigaciones en Óptica A.C., A.P. 1-948, 37000 León, Gto., México.

E-mail: remigio@uqroo.mx, jlmr@cio.mx

(Recibido el 3 de Marzo de 2010; aceptado el 12 de Mayo de 2010)

Resumen

En este trabajo de divulgación y enseñanza de las ciencias físicas, se comentan varios sencillos talleres dirigidos a niños de primaria y secundaria como parte de una actividad extra-escolar que motive a la población desde edades tempranas por el gusto de experimentos científicos relacionados con su vida cotidiana. Durante un año se elaboraron y expusieron alrededor de 524 sencillos talleres, realizados con diversos materiales didácticos fáciles de conseguir y/o fabricar. Con esta experiencia se espera que se induzca con mayor énfasis la realización sistemática a nivel nacional de actividades de difusión/enseñanza para promover en la población, principalmente infantil y juvenil, el gusto por las ciencias e inculcar en ella la noción de la estrecha relación con la vida diaria. Asimismo, que los motive en la elección posterior de carreras profesionales orientadas al área científico/tecnológica.

Palabras clave: Divulgación, enseñanza, ciencias físicas, niños y adolescentes.

Abstract

In this work is described an experience concerned with the popularization and teaching of physical sciences through the implementation of scientific workshops specifically designed for children of elementary and secondary school as a part of an external educative activity, which enhance students motivation, at early ages. This activity took place during one year period where about 524 simple workshops were imparted/realized; they were prepared by using different didactic materials easy to obtain or to make. With this experience, it is expected to effectively encourage the systematic realization in all across Mexico of this kind of popularization/teaching activities to promote, mainly to children and teenagers, the enjoyment of the physical sciences and the close relation with their current lives. Furthermore, these experiences could also motivate them for a later election of a scientific or a technological university studies.

Keywords: Popularizing, teaching, physical sciences, children and teenagers.

PACS: 01.10.Hx, 01.40.-d, 01.40.E-, 01.40.Ej, 01.40.gb, 01.50.-i, 01.50.My, 01.50.Wg

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

En general, en México y en otros países, al elegir una carrera universitaria, los estudiantes no están realmente informados de los alcances que pueden tener con las diferentes profesiones que les ofrecen las universidades, lo anterior es aún más notorio en el caso de las carreras de carácter científico tecnológico. Muchos escogen áreas y profesiones que no se relacionen con las matemáticas o la física ya que en nuestra sociedad se ha formado una especie de aversión o *tabú* hacia estas disciplinas. Las carreras más solicitadas son, por lo regular, también las más conocidas. En esta etapa de sus vidas, es sumamente importante una adecuada orientación para esta crucial

elección [1, 2]. Algunas de las personas que pueden ayudar son precisamente los profesores e investigadores afines a las distintas áreas de estudio, asimismo, los *divulgadores de la ciencia y la técnica* pueden influir grandemente en estas situaciones [1, 3]. La claridad de una comunicación pertinente sobre algún tópico científico debería de generar un mensaje atractivo, accesible y contextualizado que ponga a la cultura científica al alcance de públicos no especializados [2, 3]. Afortunadamente, cada vez más en nuestro país existe una mayor tendencia a divulgar la ciencia y la tecnología a un nivel comprensible para un mayor número de personas entre las que se encuentran niños y adolescentes de primaria, secundaria y preparatoria. Si a estas tempranas edades existiese una

orientación y aliento hacia las carreras científicas, habría un número mayor de estudiantes que quisieran estudiar este tipo de especialidades tan poco comunes en países en vías de desarrollo como lo es el nuestro. De aquí la importancia de estos sencillos talleres realizados y pensados para niños de primaria y secundaria que les ayude a incrementar su creatividad y que sea un referente para etapas posteriores de sus estudios. Las ciencias físicas, junto con el resto de las materias que componen el conocimiento científico, aparecen hoy en día como imprescindibles para una sociedad moderna donde cada uno de sus miembros y, en cualquier etapa de su vida, hace uso de una inmensa variedad de artículos científico-tecnológicos en el hogar, la oficina, el auto, el supermercado, la escuela, etc.

Para tener idea de la forma de transmitir el conocimiento científico, se debe trabajar en áreas de las habilidades didácticas, según los pedagogos, porque consideran que el aprendizaje es funcional cuando la persona que lo ha realizado puede utilizarlo efectivamente en una situación concreta para resolver un problema determinado [4], por ejemplo, cuando un niño aprende a sumar y entiende que si junta más monedas podrá comprar más y mejores dulces, es cuando se hace extensiva la posibilidad de usar lo aprendido para abordar nuevas situaciones hacia nuevos aprendizajes. La propuesta que se trabaja en diferentes países es la utilización de materiales o juguetes que de una forma sencilla expliquen un concepto científico [1]. Este tipo de trabajo se viene realizando en México desde la década de los 70s y se puede decir que un logro importante es la creación del Museo Universum de la UNAM [3, 5]. Por otra parte, paralelamente al Congreso Nacional de Física, que año con año realiza la Sociedad Mexicana de Física (SMF) en distintas sedes de nuestro país (Tabla I), se tiene el Encuentro Nacional de Divulgación Científica donde también se realizan trabajos de difusión variados.

TABLA I. Participación en algunos Encuentros Nacionales de Divulgación Científica en los 90s.

Ciudad	Año	Ref.
Zacatecas	1995	6
Guadalajara	1996	7
Monterrey	1997	8

En estos eventos y en otros se han realizado exitosos talleres de ciencias durante una semana para niños de diferentes escuelas. Cabe mencionar también la Semana de Ciencia y Tecnología que se organiza a nivel nacional por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) [9] y a algunos clubs de ciencias para niños de centros CONACyT como el del Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO) [10].

En los recientes trabajos de divulgación de los eventos de enseñanza científica de los congresos nacionales de física (Tabla II), se observó que en estos estados

TABLA II. Algunos congresos nacionales de Física en la década actual.

Ciudad	Año	Ref.
San Luis Potosí	2006	11
Veracruz	2007	12
Zacatecas	2008	13

mexicanos, parte de los nuevos *talleristas* [14] participaban porque cuando fueron niños/adolescentes tuvieron la oportunidad de estar en un evento científico como los mencionados, lo anterior es una de las consecuencias de impacto en la sociedad a que puede dar lugar lo mostrado en el presente trabajo y en otros, como la divulgación científica nacional que realiza el CONACyT [9]. Cabe hacer mención que los talleristas no son todos estudiantes de carreras científicas, hay personas de las áreas de leyes, administración, pedagogía, música, medios audiovisuales, etc.

La realización de diversas actividades educativas y de divulgación científica, particularmente talleres creativo/científicos, es muy importante para una elección posterior en la educación formal y contribuye en el desarrollo integral de una persona en una sociedad moderna. Lo anterior puede alentar de forma directa al desarrollo de futuros profesionistas en las disciplinas científico-tecnológicas de nuestro país.

En este trabajo se presentan y comentan una serie de sencillos talleres científicos, pensados y realizados para niños de primaria y secundaria que les ayude a incrementar su creatividad y que sea un referente para etapas posteriores de sus estudios. Se discute la forma de efectuarlos y las experiencias y resultados obtenidos así como el trabajo futuro a desarrollar. Estos talleres podrían ser considerados como material pedagógico para primarias y/o secundarias.

II. DESARROLLO Y ESTRUCTURA DE ESTE PROYECTO DE ENSEÑANZA

En ocasiones, para hacer comprensible la ciencia a un amplio público o a niños, deben omitirse ciertos aspectos técnicos formales [15]. Los talleres se pueden considerar como herramientas pedagógicas para que el alumno se motive a investigar y adquirir un aprendizaje de calidad [16], tener la libertad de expresarse y analizar ideas previas acerca de los temas, haciendo notar que el conocimiento puede estar en el público general y no sólo en los científicos y, que se puede participar interactivamente en la construcción y divulgación de él. Nos interesa que el público infantil aprenda, en primera instancia, que se divierta, y que el proceso haya tomado en cuenta los intereses, necesidades, inquietudes, motivaciones, al mismo tiempo las estructuras cognitivas del participante.

De esta forma, se logra que el mensaje de la divulgación sea bien expresado.

Con la inquietud de poner en práctica lo expuesto anteriormente, en agosto de 2008 iniciamos el trabajo de *talleristas* del ITESM-CEM (Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México) en la zona del Molinito, que pertenece a Naucalpan de Juárez, Estado de México. Cabe mencionar que la región en la que deberíamos de mostrar esta propuesta de difusión educativa, es una zona en la que difícilmente se tiene acceso a espacios culturales debido a las precarias condiciones socio-económicas.

A. Etapas del proyecto

Se optó por exponer nuestro trabajo durante los sábados de todo un año, se dividió en tres etapas, la primera fue en el verano del 2008, la siguiente fue de agosto a diciembre de 2008 y la última fue de enero a mayo del 2009, estos periodos coincidieron con las actividades escolares del ITESM-CEM.

A.1 Primer etapa

Comprendió del mes de junio al mes de julio del 2008. La metodología que se siguió en la planeación, construcción y pruebas de los talleres fue: Estudiantes del Servicio Social Universitario, planteaban un tema o juego y, entre todos se opinaba para hacer mejoras o modificarlo. En la figura (1) se muestran algunas imágenes de talleres que se mencionan en la gráfica (1), donde se representa la relación del taller con el número de participantes, llegando a tener un total de 114 talleres durante este periodo. Varios de estos talleres son comunes y distintos grupos de divulgación los realizan constantemente [10,14], otros fueron explícitamente desarrollados por los talleristas participantes, como lo es el taller “constelaciones” descrito más adelante.

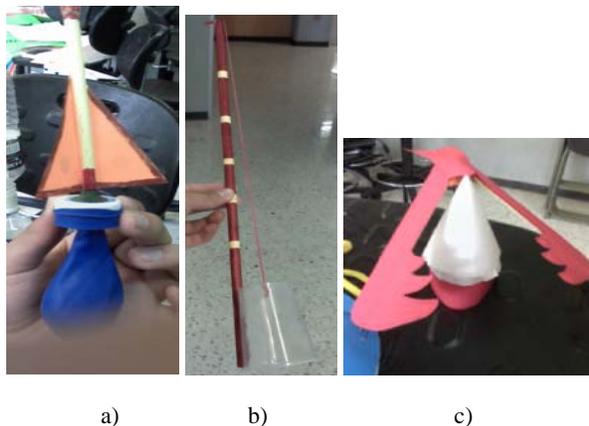
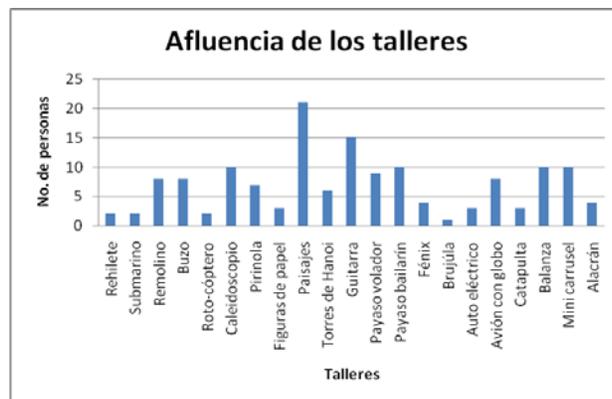


FIGURA 1. Ejemplos de talleres: a) “Avión con globo”, se desplaza por acción del flujo de aire en el globo al desinflarse, b) “Guitarra”, en función de la longitud en la liga y su perturbación, es el sonido que se escucha al colocar el oído sobre el vaso. c) “Fénix”, tiene la forma de un ave y su pico descansa sobre un vaso de papel debido al peso de las alas.



GRÁFICA 1. Relación de los talleres con el número de personas participantes en los mismos durante la primera etapa del proyecto educativo (junio-julio del 2008), el taller de mayor aceptación fue “Paisajes”, el de menor aceptación “Brújula”.

Para ejemplificar la estructura educativa implementada para los talleres se describe la realización del taller “Remolino”:

- Los *remolinos* o *vórtices* [17], algo muy común en nuestra naturaleza, se tienen cuando un fluido (agua, aire, etc.) tiene un movimiento en espiral alrededor de un eje, por ejemplo en un evento atmosférico, en un lavabo al estar descargándose el agua, etc.
- Para visualizar el vórtice de nuestro taller, se hace girar agua en el interior de una botella al pasarla a un segundo envase. Así se puede observar el fenómeno de la *espiral*, el paso del agua entre los envases se efectúa por una pequeña conexión entre sus tapas, ver figura (2).



FIGURA 2. Taller el “Remolino o Vórtice”, que es muy frecuente en temas de fluidos.

- El material para el taller es de fácil acceso, son dos botellas de plástico (transparentes), con sus respectivas tapas previamente perforadas por el centro y unidas con cinta de aislar.
- Al trabajar con el niño se le introduce al taller por medio de algunas preguntas: ¿Qué es un huracán o

remolino?, ¿Cómo se ven?, ¿Dónde se forman? ¿Qué pueden causar?

- Durante los minutos que dure el intercambio de información solo se usa el lenguaje científico acorde al nivel académico y edad del niño, procurando que no pierda el interés por hacer su juguete.
- Cuando se termina la construcción, pasamos a la etapa de juego, en la que se disfruta el juguete-taller. Lo que se pretende en esta parte es que se retenga el “aprendizaje adquirido por medio del juego”, aquí se describe el movimiento del agua, el giro de las botellas y se muestran las líneas que se forman en el vórtice. Cabe resaltar que en este punto algunos niños relacionaron su taller con un reloj de arena.
- Cuando el niño se retire posiblemente le explicará a sus padres o amigos de que es el “juguete”, pero usando el lenguaje científico que aprendió en la construcción del mismo, en este punto se despierta el interés para regresar en otra ocasión y también, el niño aprendió un nuevo tema que podrá reforzar por medio de la enseñanza formal.
- Recordemos que el tallerista debe de tener una investigación previa al tema porque posiblemente en muchas ocasiones surgirán preguntas que no esperaríamos y tal vez sean difíciles de contestar.

Como un segundo ejemplo de la forma de proceder con estas actividades de difusión, está el taller de *fractales*, el cual se presentó en uno de los congresos de la SMF y fue un gran éxito entre los alumnos que participaron (Zacatecas 2008). Brevemente, el taller inicia formando un triángulo equilátero con palillos de paleta, se les pide a los participantes que formen tres equipos para que cada uno trabaje en un lado del triángulo, ver figura (3a), al cual le llamaremos segmento inicial de la figura, se divide dicho segmento en cuatro piezas y cada una de las nuevas piezas se considerará como un nuevo segmento, figura (3b), se forma una estrella de seis picos. Se repite la división de cada segmento en cuatro partes respectivamente para obtener la figura (3c), se repite nuevamente el procedimiento de la división en los segmentos para poder observar el trabajo realizado con 192 palillos, figura (3d), que se le conoce como la *curva de Koch* [18], ver también figura 4.

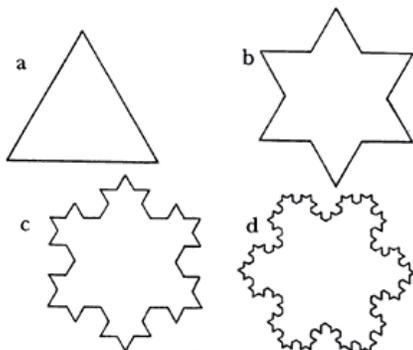


FIGURA 3. Se muestran las etapas para el taller de “Fractales” realizado en base a palillos de madera.

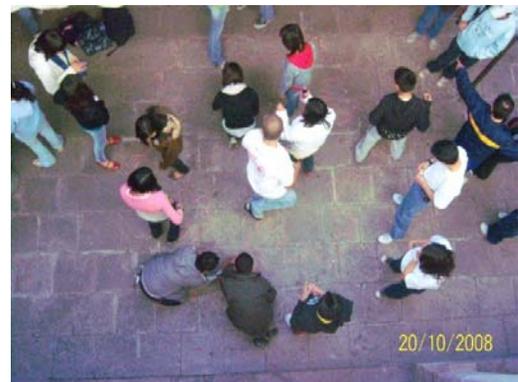


FIGURA 4. Realización del taller “fractales” para alumnos de preparatoria en la ciudad de Zacatecas durante las actividades del Congreso Nacional de Física en 2008.

Cada taller tiene su objetivo, desarrollo y área de apoyo en la educación formal, como es el caso de “Paisajes”, figura (5). Su objetivo es mostrar las figuras planas como apoyo en el tema de matemáticas para niños de 5 a 8 años. El taller se desarrolla con hojas de papel de diferentes colores, sobre una base de cartón, en la que se permite la creación de un paisaje formado principalmente por triángulos, cuadrados, círculos, etc. Aquí se explican y se identifican las formas geométricas planas.



FIGURA 5. “Paisajes”, taller de mayor aceptación para niños de 5 a 8 años.

A.2 Segunda etapa

Los meses comprendidos para esta etapa fueron de agosto a diciembre del 2008, atendiendo a 280 personas, entre niños y padres de familia, en el municipio de Naucalpan y conjuntamente participamos en ConCienciaTec [19] organizado por el ITESM-CEM.

ConCienciaTec [19], fue una propuesta para visualizar la aceptación y el interés por la ciencia en el Estado de México, formó parte de la Semana de Ciencia y Tecnología que se organizó a nivel nacional en el mes de octubre del año 2008 por parte del CONACyT [20]. Contamos con talleristas de otros estados de la república, como el grupo TIFE (Taller de Física Espacial de San Luis Potosí), el grupo RAMA del Edo. de México, PREDICE de la UNAM [21] y talleristas del ITESM-CEM, los cuales mostraron su trabajo con gran éxito a más de 5000 alumnos de diferentes instituciones del Estado de México que nos visitaron durante la semana del evento, donde se

pudo observar la gran aceptación de los alumnos visitantes.

Algunos de los primeros talleres expuestos con anterioridad son clásicos para divulgadores, sin embargo otros los creamos dentro de nuestra área de trabajo, como es el taller “constelaciones”. Para el taller “constelaciones”, nos enfocamos a reutilizar unas placas de rayos “X”, junto con tubos de cartón usados en las servilletas de papel para cocina o papel higiénico. La elaboración del taller consta de los siguientes procesos:

- Se corta la placa de rayos “X” en forma circular para bloquear la luz que pueda entrar por una de las caras del tubo de cartón.
- Al círculo obtenido con la placa, se le perfora con un alfiler para que cada perforación coincida con la posición aparente de las estrellas y formen una constelación en dicho círculo.
- En el otro extremo del tubo se pega otro círculo, en esta ocasión hecho, por ejemplo, con papel de color, en el cual se le hace una pequeña perforación en el centro, para formar con ello una ventana a través de la cual se observará.
- La luz natural o artificial entra por el círculo de placa de rayos “X” y se observa dicha luz por la ventana formada por el otro extremo del tubo, generando con esto la sensación de estar viendo las estrellas, ver figura (6).

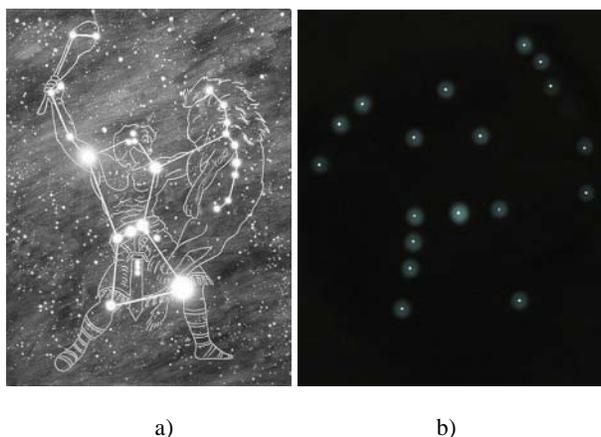


FIGURA 6. a) Orión, se resaltan las estrellas que forman la constelación [22]. b) Imagen de la constelación de Orión, que se observa a través del tubo de cartón de este taller.

Cabe mencionar que otro de los talleres con excelente aceptación fue el “chocolate”, ampliamente usado por los divulgadores. Tenía como objetivo mostrar el uso de la energía solar para nuestro beneficio, el taller usó una antena parabólica como las usadas para las cocinas solares [23], ver figura (7). Buscando en algunas compañías de televisión/telefónicas, es posible conseguir las antenas de las varias que ya les son inservibles. Ya conseguida la antena, hay que “cromarla” para que refleje y concentre la radiación solar, lo anterior se puede hacer de forma muy simple, por ejemplo, con papel aluminio o con múltiples trozos de espejos (ver figura 7).



FIGURA 7. Antena parabólica usada para implementar una estufa solar. Para concentrar la luz, se puede cubrir con pequeños espejos o con papel aluminio.

En nuestro taller la luz se concentró en la zona focal de la antena donde colocamos un refractario de vidrio Pyrex, el cual se calentó a tal grado (¡se midió una temperatura por medio de un termómetro de bulbo y se llegó hasta 380 °C en sólo 38 segundos!) que podía conducir rápidamente el calor al chocolate para derretirlo. De esta forma se aprovechó para que los niños ¡comieran galletas cubiertas con chocolate y saborearon el resultado de la ciencia!

A.3 Tercera etapa

Continuamos elaborando diferentes talleres en la última etapa del proyecto, comprendida del mes de enero al mes de mayo del 2009. En ésta contamos con la participación de 130 niños. Nos enfocamos a producir otros llamativos talleres como el del barco *pof pof* [24], ver figura 8.



FIGURA 8. Imagen de una lanchita *pof pof* que funciona a base de vapor.

Este pequeño barquito utiliza una caldera de vapor bastante simple: El vapor se produce debido a la exposición del agua a una fuente de calor transformándola del estado líquido al gaseoso. Este cambio genera una *expansión* en la caldera y expulsa el vapor de su interior a través de dos pequeños popotes sumergidos en el agua. Al contraerse nuevamente la caldera, succiona agua a su interior generando un ciclo vapor-expansión-contracción

que hace avanzar la lanchita pof pof. Este es un experimento muy divertido para los niños ya que es una pequeña máquina de vapor capaz de navegar. En la lanchita se debe cuidar que flote el casco y pueda soportar el peso de la caldera, la cual se puede hacer, por ejemplo, con una lata de jugo/refresco, sellando las partes con adhesivo para metal a altas temperaturas. Lo anterior permite a los niños generar sus propios diseños y formas. La fuente de calor puede hacerse con un mechero con algodón y alcohol o aceite de cocina, todo se coloca en la parte baja de la caldera, de preferencia oculta.

III. REFLEXIÓN DE EXPERIENCIAS Y PERSPECTIVAS

La excelente respuesta obtenida de los niños y padres participantes en los talleres fue parte fundamental en la creación de ConCienciaTec que fue retomado nuevamente para el año 2009 [19]. En base también a las experiencias de previos grupos de divulgación ya mencionados, se origina la inquietud de crear una red (RE) de creatividad (CREA) a nivel nacional(N), como apoyo a la docencia (DO), principalmente en el área de primaria y secundaria, llamada RECREANDO. Dicho evento tendría como objetivo el desarrollo de la educación no formal con grupos pertenecientes a la educación formal [15]. Esto surge con motivo de la necesidad de atraer alumnos a las ciencias básicas desde los primeros años, o por el contrario, para aquellos que se inclinan por las ciencias sociales, que tengan el conocimiento indispensable al convertirse en profesionistas capaces para dar el siguiente paso en el desarrollo educativo.

También, en base a las experiencias obtenidas a lo largo de un año de trabajo en esta zona de Naucalpan, Estado de México, se propone aplicar el método descrito en el presente manuscrito en otra zona específica para poder medir el impacto en la educación de niños de 6 a 15 años en colaboración con una o varias instituciones educativas. Partiendo de la información obtenida se trabajaría, al menos en un periodo de dos años, con estudiantes para que al final de este tiempo se comparen las habilidades y competencias cognitivas entre los alumnos que participaron en los talleres científicos y los que no lo hicieron. Al mantenerse una retro-alimentación de los aciertos y modificaciones de cada taller podrían mejorarse las actividades de divulgación.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se diseñaron y efectuaron 524 sencillos talleres y prototipos, dirigidos a niños de primaria y secundaria, empleando diversos materiales didácticos fáciles de conseguir y/o fabricar. Participaron alrededor de 300 niños y padres. Independientemente de la zona y las condiciones de trabajo se observó que las personas visitantes a estos talleres científicos mostraron un interés por aprender nuevos temas y resolver dudas con su entorno. Se propone

darle seguimiento al presente trabajo a futuro cercano a través de la implementación del mencionado programa RECREANDO. Estas experiencias de difusión/enseñanza a edades tempranas fomentan la divulgación y educación científica fuera de las aulas promoviendo un interés social y cultural así como una curiosidad científica/tecnológica en la sociedad que pueden influir trascendentalmente en las actividades futuras de la población infantil. Ejemplo concreto: algunos de los talleristas que participaron en este proyecto, lo hicieron, principalmente, por haber participado de niños en los encuentros de divulgación de los 90s (Tabla I).

AGRADECIMIENTOS

Por todo el apoyo, en mayor o menor grado, para la realización de estos talleres, los autores agradecen a las siguientes personas, grupos e instituciones: *M. en C. Rubén Darío Santiago Acosta*, por apoyarnos y facilitarnos la participación de alumnos del ITESM-CEM en los congresos de la SMF: San Luis Potosí (2006), Veracruz (2007), Zacatecas (2008) y Guerrero (2009). *Dr. Carlos Manuel Carlos Vázquez Álvarez*, director del IDESS-ITESM-CEM, por su apoyo en la realización del Servicio Social y apoyo económico para el material de los talleres. *Dr. Pedro Luis Grasa Soler*, director general del ITESM-CEM, por facilitarnos la realización del evento ConCienciaTec. *Grupo TIFE*, por su participación en ConCienciaTec, representado por: Hugo Alberto Jasso Villarreal, Silvia Lorena Loredo Alonso y Mayra Elizabeth Muñoz Herrera. *Grupo RAMA*, por su participación en ConCienciaTec, formado por: Rodrigo Israel Ramírez Ayala, Claudia Cabral Dorado y Eloy Cabral Dorado. *Grupo PREDICE* de la UNAM por su participación en ConCienciaTec para los trabajadores del ITESM-CEM. *Alumnos del ITESM-CEM* participantes en ConCienciaTec y congresos de la SMF: Dalia Carolina Ramos Guerra, Raúl Rodríguez Sandoval y Leopoldo Rodríguez. *Alumnos del Servicio Social del ITESM-CEM: Participantes de la primera etapa:* Emma Gabriela Morales Díaz, Edgar Cano Salinas, Jesús Diego Pérez Hurtado, Daniel Dufoo Cuapio y Jonathan I. Jiménez Osorio. *Participantes de la segunda etapa y conCienciaTec:* Claudia Sofía Serafín Cano, Marisol García García, Abraham Caleb Guerrero Sierra, Luis Arturo Díaz Gómez, Rafael Rosas-Landa Reyes y Ángel R Morales L. *Participantes de la tercera etapa:* Gerardo Pérez Sosa, Martín Uriel Gil Castillo, Samuel Hernández, Jacobo Kleiman Keller, Luis Guillermo Iglesias Linares y Rafael Rosas-Landa Reyes.

REFERENCIAS

[1] Comisión de Educación ANQUE, *La enseñanza de la física y la química*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **2**, 101-106 (2005), http://www.apaceureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Manifiesto-ANQUE.pdf

- [2] Massarani, L., *La divulgación científica para niños*, <http://www.prbb.org/quark/17/017040.htm>
- [3] Drucker-Collin, R., *Dirección general de divulgación de la ciencia (DGDC)*, Memoria UNAM marzo 2008, <http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2008/PDF/641.pdf>
- [4] Zárata-Martín, A., *Aprendizaje significativo y geografía de las representaciones mentales*, *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* **15**, 831-840 (1995), <http://revistas.ucm.es/ghi/02119803/articulos/AGUC9595220831A.PDF>
- [5] <http://www.universum.unam.mx/>
- [6] <http://www.smf.mx/boletin/Ene-96/xenc.html>
- [7] <http://www.smf.mx/boletin/Abr-96/resenas/smf.html>
- [8] <http://www.smf.mx/boletin/Oct-97/resenas/congre.html>
- [9] <http://www.conacyt.gob.mx/Comunicacion/sncyt/sncyt.html>
- [10] Club de Ciencias CIO, http://www.cio.mx/ninos/web_i_ninos.html
- [11] <http://www.smf.mx/2006/Bol-20-4/Resenas/informe-2006.htm>
- [12] <http://www.smf.mx/CNF-2007/Boca-del-Rio.pdf>
- [13] <http://www.smf.mx/congresos/LI-CNF/CNF-2008.pdf>
- [14] <http://www.ipicyt.edu.mx/Difusion/EnsenanzaCiencia.htm>
- [15] a) Trilla, I, Bernet, J., *Animación sociocultural, educación y educación no formal*, (Educar, México, 1988) pp. 17-41:
<http://ddd.uab.cat/pub/educar/0211819Xn13p17.pdf> b) Periódico Provincial Interescolar Cuenca No. 10, junio 2008:
<http://centros5.pntic.mec.es/cuenca/prensa/junio08.pdf>
- [16] <http://dieumsnh.qfb.umich.mx/TRANSS/herramienta.htm#3.1.4.%20HERRAMIENTA%20PEDAGÓGICA%20SIGLO%20XXI>
- [17] <http://www.meteored.com/ram/5340/vrtices-y-remolinos-nubosos-costeros-vistos-desde-satelite/>
- [18] <http://www.dmae.upm.es/cursofractales/capitulo1/2.html>
- [19] <http://www.cem.itesm.mx/concienciatec/>
- [20] <http://www.conacyt.mx/comunicacion/comunicados/sncyt-2.html>
- [21] <http://www.prediceciencia.com/>
- [22] <http://estudiarfisica.wordpress.com/2009/01/09/astronomia-1-venus-la-luna-y-la-nebulosa-de-orion/>
- [23] http://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_solar
- [24] <http://lanchitaspofpof.com.ar/>
- [25] Vara, A. M., *El público y la divulgación científica: del modelo de déficit a la toma de decisiones*, *Qviva* **6**, 42-52 (2007), http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=46443&id_seccion=2658&id_ejemplar=4702&id_revista=160
- [26] <http://es.wikipedia.org/wiki/Taller>
- [27] <http://www.unizar.es/ees/innovacion/originales/B/EU/ITI/B-20.pdf>

Nota: Todas las páginas Web fueron visitas el día 20 de mayo del 2010.

GLOSARIO

La divulgación científica consiste en la interpretación y popularización del conocimiento científico entre público general sin usar tecnicismos [2].

Público general [25], está conformado por niños, padres de familia, profesores y todas las personas reunidas para la actividad de talleres.

La educación no formal, según la define Jaume Trilla i Bernet [15], refiere a todas aquellas instituciones, ámbitos y actividades de educación que, no siendo escolares, han sido creados expresamente para satisfacer determinados objetivos.

Tallerista, es la persona dedicada a la planeación, elaboración y presentación de un taller científico.

Taller [16, 26], en enseñanza, un taller es una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica. Se caracteriza por la investigación, el descubrimiento científico y el trabajo en equipo teniendo como fin la elaboración de un producto tangible.

Experiencia didáctica [27], la experiencia didáctica está basada en sólidos fundamentos teóricos que guían la elaboración de nuevos materiales y su utilización en un entorno útil de enseñanza.