

La Divulgación de la Ciencia en México

E. Reynoso*, J. Flores** y M. Pimienta***, A. Jáidar**,
R. Jiménez Ornelas⁺,
G. Martínez Hidalgo⁺⁺ y M. Gordillo Vázquez⁺⁺

(recibido el 27 de agosto de 1987; aceptado el 27 de agosto de 1987)

Nota Editorial. Este artículo incluye los textos de los participantes a la mesa redonda "La Divulgación de la Ciencia en México".

Editorial Note. This article includes the texts of the contributions to the panel discussion on "The popularization of science in México".

PACS: 01.90.+g; 01.40.-d

Presentación

Elaine Reynoso

Sin mencionar los elementos de carácter político y económico en los cuales se encuentra enmarcado el desarrollo científico y tecnológico de un país, tal vez algunos de los factores que más influyen en

* Centro de Instrumentos, UNAM.

** Instituto de Física, UNAM.

*** Academia de la Investigación Científica.

+ Departamento de Física, Universidad de Sonora.

++ Planetario de Puebla y Sociedad Astronómica de Puebla.

este desarrollo sea la transmisión, difusión y divulgación de dicho conocimiento.

En México, la labor de difundir y divulgar la ciencia la llevan a cabo diferentes instituciones, asociaciones e individuos, la mayoría de las veces no coordinados entre sí. Es claro que existe cierto consenso entre ellos sobre la importancia y la necesidad de realizar este tipo de trabajo. Sin embargo, todavía hay mucha discusión acerca de los objetivos que debe perseguir, cómo debería llevarse a cabo, quién debería hacerlo y cómo evaluarlo.

Parecería natural suponer que la tarea de asesorar y/o realizar esta comunicación del conocimiento científico y tecnológico debería estar a cargo de las personas que lo producen y/o entienden; es decir, personas que pertenecen o están cercanas a la comunidad científica. Además, dar a conocer el conocimiento científico no sólo es una obligación que tiene la comunidad científica con la sociedad a la cual pertenece, sino que también es una necesidad tanto de la sociedad como de la propia comunidad científica. En lo que respecta a la sociedad, ayudaría a formar una cultura científica, y en lo que se refiere a la comunidad científica, el acercamiento con la sociedad a la cual pertenece le aportaría grandes beneficios.

Como este tipo de actividades benefician e involucran a toda la comunidad científica, consideramos que es en foros como éste en los cuales se deberían intercambiar experiencias, concepciones y discutir su problemática.

Con este fin, la Sociedad Mexicana de Física a través del Comité Organizador del presente Congreso, ha invitado a cuatro miembros de nuestra comunidad, que se han destacado en esta labor, a participar en la presente mesa redonda. La ausencia de otras personas que también han realizado un trabajo importante y considerable en este campo obedece a razones de índole práctica.

A continuación aparecen los puntos más relevantes de las intervenciones de los ponentes en el orden en que se presentaron durante la mesa redonda:

1. Dr. Jorge Flores, Presidente de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica e investigador del Instituto de Física de la UNAM.
2. Fís. Alejandra Jáidar, Secretaria de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica e investigadora del Instituto de Física de la UNAM.
3. M. en C. Roberto Jiménez Ornelas, productor del programa radiofónico EUREKA de ciencia y tecnología de Radio Universidad Sonora y profesor del Departamento de Física de la Universidad de Sonora.
4. M. en C. Germán Martínez, director del Planetario de Puebla y fundador de la Sociedad Astronómica de Puebla.

Foreword

Without mentioning the political and economical elements that determine the development of science and technology, perhaps the factor which has the greatest impact on this development is the transmission, diffusion and popularization of scientific and technological knowledge.

In Mexico the task of communicating this kind of knowledge is done by different institutions, associations and individuals, who, in most cases, are not coordinated with each other. In spite of the fact that there is a certain degree of agreement among them about the importance and necessity of this kind of work, there is still a lot of discussion about the objectives to be pursued, how it should be done, who should do it and what criteria to use in its evaluation.

It seems logical to consider that those who produce and/or understand scientific or technological knowledge, should be the ones

in charge of supervising and/or producing the required material for communicating it.

On the other hand, the communication of scientific knowledge is not only an obligation of the scientific community to the rest of society, but it is also a necessity of both society and the scientific community itself. As far as society is concerned, it would help increase scientific literacy. In respect to the scientific community, it would benefit tremendously by the decrease in the gap between itself and society through this kind of communication.

From this point of view, since these kind of activities involve and benefit the entire scientific community we think that it is in meetings such as this one, where different experiences in this field should be shared and problems discussed.

This is the reason why the Sociedad Mexicana de Física, through the Organizing Committee of this meeting, has invited four members of our community, who have excelled in this kind of work, to participate in this panel discussion. The absence of other persons who have made great contributions in this field is due simply to practical reasons.

We now present the most relevant aspects presented by each of the speakers in the same order in which they participated during the panel discussion.

1. Dr. Jorge Flores, President of the Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica and member of the Institute of Physics of the UNAM.
2. Fís. Alejandra Jáidar, Secretary of the Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica and member of the Institute of Physics of the UNAM.
3. M. en C. Roberto Jiménez Ornelas, Producer of the radio program EUREKA of science and technology which is broadcasted by Radio Universidad Sonora and profesor of the Physics Department of the Universidad de Sonora.
4. M. en C. Germán Martínez, Director of the Planetary of Puebla and founder of the Sociedad Astronómica de Puebla.

Los Domingos en la Ciencia: una experiencia educativa

Jorge Flores y Margarita Pimienta

Desde diciembre de 1982, y a solicitud de la Academia de la Investigación Científica, hemos organizado en el Museo Tecnológico dependiente de la Comisión Federal de Electricidad, un total de 166 sesiones de divulgación científica dirigidas al público en general, pero con énfasis en el infantil y adolescente. Aunque en estas sesiones se busca comunicar algunas ideas científicas, el objetivo principal es entusiasmar a los jóvenes, haciéndoles ver que dedicarse a la ciencia puede ser, además de muy interesante, también divertido.

El estilo con que los 166 científicos que han colaborado en el ciclo Domingos en la Ciencia imparten su plática varía según la disciplina a que se dedican. Los biólogos por ejemplo, se apoyan en material audiovisual o en pequeñas exhibiciones de plantas, de animales o incluso de preparaciones biológicas. Los físicos, por su parte, se basan en experimentos que realizan ante el público. Todo ello es natural, pues el tiempo que requiere un experimento físico es en general mucho más breve que el de un experimento biológico.

En este trabajo nos concentraremos en analizar las 50 pláticas sobre física que se han impartido a lo largo de cuatro años y medio (véase el Apéndice 1); en un trabajo posterior analizaremos las sesiones dedicadas a otras ramas de la ciencia. Buscamos encontrar las características que hacen de una plática de divulgación científica una experiencia interesante, que logra comunicar el espíritu de la ciencia y también, por qué no, entretener a niños y adultos, que desean pasar una agradable mañana dominguera.

El método que seguimos para encontrar las características de una buena sesión de física en el Museo, fue el siguiente: Por un lado, nos preguntamos si la plática fue exitosa, tanto desde el punto de vista subjetivo de nosotros dos, que hemos presenciado casi todas

las conferencias, como por la reacción que observamos en el público. Esta última la medimos con dos indicadores: el primero, la persistencia del público —que siempre fue numeroso al inicio de la sesión, con un promedio de asistencia de alrededor de 200 personas—; como segundo indicador, analizamos la parte final de la sesión, en que el público pregunta al científico. Cuando el público se mantiene hasta el final y la sesión de preguntas es interesante, con amplia participación de los niños, en particular, decimos que la plática ha sido buena. Salvo en contadas excepciones, ambos criterios, el subjetivo y el otro, un poco más objetivo, llevaron a la misma conclusión sobre la calidad de cada una de las conferencias. Así, clasificamos éstas como muy buenas, buenas, regulares y malas.

Una vez que teníamos esta clasificación de las 50 sesiones, nos hicimos una serie de preguntas sobre la técnica empleada por el expositor. Dichas preguntas fueron:

1. ¿Fue adecuado el nivel?
2. ¿Se realizaron experimentos?
3. ¿Se empleó buen material audiovisual?
4. ¿Se usaron técnicas variadas?
5. ¿Participó el público durante la plática?
6. ¿Se hicieron largas exposiciones teóricas o conceptuales? y finalmente,
7. ¿Tuvo el expositor un ayudante?

De la comparación de las respuestas que dimos a estas preguntas con la clasificación previa que habíamos hecho de las 50 sesiones de física llegamos a las siguientes conclusiones, que pueden ser útiles para nuestros futuros conferencistas o para otros físicos que pudieran impartir pláticas de divulgación científica en otros ciclos. Debemos insistir que nuestras conclusiones son sólo válidas para el caso de la física y que podrían no ser aplicables a otros campos de la ciencia, por ejemplo, la biología. Es posible, sin embargo, que nuestras conclusiones sí valgan para la química o la ingeniería.

La primera conclusión es quizá sorprendente. Las habilidades oratorias del expositor no cuentan en las pláticas de Domingos en la Ciencia, pues en nuestras sesiones no se debe hablar largo y tendido. Lo que hace a la sesión interesante es que se usen técnicas variadas —mezclando imágenes, sonidos, historias, experimentos—, y que éstos últimos se lleven a cabo, incluso como un juego en que participen los niños y jóvenes asistentes. Si los experimentos se planean en forma tal que los mismos niños los realicen, tanto mejor. Por otro lado, no es conveniente usar series largas de diapositivas o de acetatos, aunque unos cuantos hacen la plática más clara. (En esto, contrasta la física con la biología, pues las imágenes biológicas, pueden ser muy hermosas y atractivas; no así las vistas astronómicas: la primera y la segunda fotografías tal vez dejen atónito al público, pero si se repiten, a los ojos del lego todas parecen iguales entre sí). Desde luego, una película —muy corta— sobre el tema puede ayudar.

Otras dos características de las buenas pláticas son las siguientes: el expositor en ellas contó con ayudante y, lo que es muy importante, no se excedió en la duración de su conferencia, que debe ser como máximo de tres cuartos de hora. Finalmente, y en contra de lo que creíamos antes de emprender este análisis, encontramos que no había correlación entre la calidad de la plática y el hecho de que el expositor hubiera asistido, previamente a su conferencia, a alguna sesión de Domingos en la Ciencia. Sin embargo, es indispensable que alguno de los organizadores del ciclo (en nuestro caso, M.P.) converse con el expositor muchos días antes de la fecha de la sesión, cuando el científico se halle todavía en el proceso de planear su conferencia.

Creemos firmemente que si se siguen las indicaciones que presentamos en forma de "Decálogo" en el Apéndice 2 a este artículo, cualquier físico que conozca bien un tema puede conducir una magnífica sesión de divulgación de la física, sin importar qué tan buen expositor sea.

Quisiéramos aprovechar esta ocasión para agradecer a los Consejos Directivos de la Academia de la Investigación Científica presididos por los doctores Pablo Rudomín, José Sarukhán y Adolfo Martínez Palomo el gran apoyo que nos han dado a lo largo de estos

años. Además, sin el entusiasmo del personal del Museo Tecnológico, y en particular de su director, Arq. Sergio González de la Mora, los Domingos en la Ciencia no habrían tenido el gran éxito que han alcanzado. Las instalaciones del Museo son excelentes y permiten el juego necesario para llevar a cabo nuestras sesiones de manera óptima.

Apéndice 1

Las 50 sesiones de física que se analizaron son las siguientes:

- ¿Qué es un sólido? — *Julio Rubio.*
- ¿Qué es la reología? — *Baltazar Mena.*
- Física experimental para niños — *Feliciano Sánchez.*
- Experimentos alrededor de la luz — *Héctor Riveros.*
- Los cuatro estados de la materia — *Fernando del Río.*
- Los físicos y el desorden — *Julia Tagüña.*
- ¿Cómo se forma la molécula? — *Manuel Berrondo.*
- Rotaciones, clavadistas y otras cosas — *Jorge Flores V.*
- La búsqueda de nuevos materiales — *Raúl Valenzuela.*
- ¿Qué ha sido la luz? — *Virgilio Beltrán.*
- El láser — *Daniel Malacara.*
- La energía: ¿Qué es y cómo se usa? — *Mariano Bauer.*
- Energía solar — *Manuel Martínez.*
- El color de las cosas — *Rubén Barrera.*
- ¿Podemos nadar en aire líquido? — *Víctor Chapela.*
- Las fibras ópticas — *Eugenio Ley-Koo.*
- Las cómicas enseñanzas de Alberto el Grande — *Jorge Barojas.*
- Un tianguis: La física sobre ruedas — *Centro de Instrumentos, UNAM.*
- La física en el atril — *Fernando Prieto.*
- Alfabetos de la naturaleza — *Augusto García.*
- Pompas de jabón — *Carmen Varea.*
- ¿Qué es la presión? — *Claude Thions.*
- El lenguaje de los cuarks — *Mauricio Fortes.*

- ¿Qué hay detrás de ese clic en los sistemas eléctricos? — *Guillermo Fernández de la Garza.*
- La física de la música — *Alberto Báez.*
- Temperatura y presión — *Francisco Guzmán.*
- La economía de la energía — *Jorge Rickards.*
- Las fuerzas y las ligas de hule — *Juan Américo González.*
- Celdas solares — *Roger Magar.*
- Hablemos de la masa y el peso de los cuerpos — *Héctor Domínguez.*
- Por sus defectos los conocerás — *Eduardo Carrillo.*
- Los materiales y su misterio — *Guillermo Aguilar.*
- ¿Qué onda...? — *Francisco Rebolledo.*
- Observación directa de los átomos con microscopio electrónico — *Miguel José Yacamán.*
- El mundo de los plásticos — *Andrés García.*
- Los láseres: nuestros amigos — *Salvador Godoy.*
- La visión estereoscópica — *Iván Ortega.*
- Experiencias electromagnéticas — *Ignacio Castro.*
- Niels Bohr: El primer hombre que se asomó al interior del átomo — *Carlos Graeff.*
- El mundo maravilloso de Einstein — *Arturo Menchaca.*
- Los cristales que están en hilerita — *Ma. Eugenia López.*
- Exposición de holograma — *Colaboración Franco-Mexicana.*
- Luz que vemos y luz que no vemos — *Ana María Cetto.*
- El láser, la luz fantástica — *Javier Tejeda.*
- Láseres y holografía — *Manuel Fernández.*
- Sorpresas con el Tío Bolita — *Roberto Saayavedra.*
- Jugando con polímeros — *Roberto Alexander.*
- La física encuentra metales — *Alejandra Jáidar.*
- El temple del acero — *Lorenzo Martínez.*
- Jugando con resonancias — *Guillermo Monsiváis.*

Apéndice 2. Decálogo de Domingos en la Ciencia

- Utilice un lenguaje sencillo para que la mayor parte del público pueda comprenderlo, ya que éste es heterogéneo en cuanto a edades, sexo, nivel socioeconómico y cultural.
- Cuando sea necesario mencionar palabras técnicas difíciles o extranjeras, escribálas en un pizarrón o lleve de antemano un cartelón con ellas.
- El iniciar las conferencias con una pregunta alienta al público a pensar.
- Las exposiciones teóricas no deben durar más de 5 minutos aunque durante la conferencia pueda haber varias de ellas, siempre y cuando se intercale otro tipo de actividad.
- Procure agilizar la conferencia con apoyos didácticos variados: transparencias (no es conveniente en general utilizar más de 4 seguidas), juegos, experimentos prácticos, etc.
- Trate de que el público participe de alguna manera en la conferencia, en particular haciendo que los niños hablen por el micrófono; las bromas ayudan a darle un toque de amenidad a la conferencia.
- Los experimentos prácticos deben ser sencillos y fáciles de realizar, para afirmar el conocimiento sobre los principios expuestos; un experimento que no tiene éxito frustra al auditorio. Relacione el experimento con otros similares; entre más cotidiano sea el ejemplo, es mejor.
- Aliente la colaboración de algunos muchachos en la realización del experimento, dándoles algún premio. Esté seguro de que al darles las instrucciones, éstas sean comprendidas. Si se equivocan, ínstelos a que lo intenten de nuevo. Esto les dará seguridad en sí mismos.
- Como producto final, verifique a través de preguntas si se realizó el aprendizaje. Además, sería aconsejable repartir una síntesis escrita de lo expuesto en la sesión y animar a los chicos a que lean, investiguen, visiten un museo o practiquen otro experimento acerca del tema que se trató.

— Es conveniente tener un ayudante adiestrado de antemano.

Compartir el conocimiento científico es divulgarlo

Alejandra Jáidar

A través de la historia se observa que el conocimiento científico —fruto de las necesidades y de la curiosidad del hombre— es acumulado por grupos minoritarios que lo utilizan, con frecuencia, para adquirir o retener poder.

Con el crecimiento y la evolución de los grupos sociales, surgen necesidades y problemas que obligan a compartir dicho conocimiento con otros sectores de la sociedad en la búsqueda de respuestas y soluciones.

Con lo anterior se van conformando estructuras educativas, como lo son algunas de las actuales, encargadas de extender y comunicar los avances de la ciencia a un mayor número de receptores, que sin embargo siguen siendo grupos privilegiados.

Para comunicar y compartir el conocimiento se recurre a la divulgación y a una parte de ésta, en su forma más tradicional: *la difusión*.

El profesor que dicta una cátedra de ciencias, *difunde el conocimiento acumulado* y se dirige a un público interesado y motivado previamente, ya que se trata de un grupo homogéneo de futuros especialistas en un área específica del conocimiento. Lo anterior permite definir con claridad el grado de profundidad de la presentación, así como también la elección de los recursos de apoyo: libros, apuntes, libros de consulta, el programa de los temas, periodicidad e inclusive el tipo de aula requerida (salón, laboratorio, auditorio, entre otras).

Los investigadores *difunden el conocimiento adquirido* en sus trabajos a colegas que usan su mismo lenguaje a través de comunicaciones en congresos, seminarios, reuniones, o bien en comunicaciones impresas como son las revistas científicas y los libros especializados (entre otras).

Las formas de evaluar los efectos de dicha comunicación son, en el caso del profesor, por el resultado de los exámenes que practica a sus alumnos y en el del investigador por el número de citas de sus trabajos que aparecen en publicaciones científicas.

Divulgar el conocimiento científico a un público más amplio y heterogéneo —fuera de las instituciones o círculos dedicados a la educación o la investigación— es una actividad que se puede considerar esencialmente moderna: *la divulgación científica*, cuyo principal objetivo es incorporar la ciencia a la cultura de una sociedad, es más compleja de realizar que las anteriores, ya que requiere la generación de nuevos recursos de apoyo —que van a ser dirigidos a un público heterogéneo en conocimientos, edades, intereses y motivaciones.

El principal recurso que debe adaptarse a dicho público es *el lenguaje*, éste es el más importante y constituye el reto más difícil. El lenguaje científico es sin duda un lenguaje dirigido a especialistas, lleno de tecnicismos, en el cual la terminología del lenguaje común tiene connotaciones diferentes. Asimismo, el científico recurre, como una de sus herramientas fundamentales, al lenguaje matemático: el más riguroso y económico de todos los lenguajes. Para el divulgador profesional, el uso adecuado del lenguaje es el desafío más importante que enfrenta al comunicarse con su público. Los recursos para comunicar los mensajes, dentro del campo de la divulgación, deben ser atractivos y en cierta medida espectaculares. El uso de los medios de difusión: radio, televisión y periódicos, deben adaptarse al público al que se dirigen. El material escrito: folletos, guiones, libros, ensayos, artículos, debe ser necesariamente distinto al utilizado en las comunicaciones formales de los especialistas. Asimismo, debe contarse con mecanismos diferentes para evaluar la tarea de los divulgadores y de sus efectos.

El divulgador del conocimiento científico es un nuevo profesional que, a partir de su quehacer docente o de investigación, se prepara para ser un experto en comunicación. Las tareas de la divulgación requieren siempre de trabajo en equipo, por la variedad de facetas que deben ser tomadas en cuenta.

El intento de incorporar la ciencia a la cultura, no es sencillo sobre todo en sociedades como la nuestra.

El público de estas sociedades está acostumbrado tradicionalmente a aceptar y reconocer como cultura, la musical, la literaria o la plástica. Por lo general se siente poco atraído por la ciencia formal, ya que suele plantearse la pregunta ¿para qué? Se considera a la ciencia como una materia árida, complicada y no necesaria para definir a una persona culta. Esta idea de la ciencia se debe en parte a los mismos científicos que deleitados o ensimismados en su labor de urgar en la naturaleza, se olvidan de su responsabilidad de comunicar, de manera accesible, el conocimiento que poseen, interesándose pocas veces por acercarse como maestros —y mucho menos como divulgadores— a un público que ve lejano y para el cual debe hacer un esfuerzo por transformar el lenguaje y los recursos de la comunicación. Por otro lado, no se reconoce todavía la actividad de divulgación a la altura de la docencia y la investigación; a pesar de que el divulgador es un profesional como lo es un docente o un investigador.

El hacer ciencia es una necesidad y un derecho, pero también es una responsabilidad que debe ser compartida entre el hombre de ciencia y el que no lo es.

Cualquier miembro de una sociedad madura debe tener el derecho y la obligación de adquirir una cultura científica mínima que le permita estar enterado del alcance de las aplicaciones de la ciencia, de la relación entre ciencia y tecnología, y de los peligros en el mal uso de este conocimiento, así como de sus beneficios. Esto le permitirá demandar por que se tomen decisiones más respetuosas de la salud y de la vida sin caer en exageraciones que impidan el avance del conocimiento y sus beneficios.

Es urgente generar la comunicación del conocimiento científico organizada y acrecentar la importancia de la *divulgación*, al concederle mayor valoración y atención institucional e individual.

Cualquier país que busca independencia tecnológica necesita aumentar el número de profesionales dedicados a la investigación científica y a la divulgación profesional del conocimiento científico, para sembrar así el interés por la ciencia, orientando vocaciones entre los jóvenes para el estudio de la misma.

Si siempre fue importante y necesario cumplir con la tarea de extender y divulgar el conocimiento científico, actualmente es urgente e impostergable su realización. Sobre todo en países como el nuestro, la divulgación de la ciencia debe ser entendida y valorada como una disciplina imprescindible en el quehacer profesional. Debe incorporarse como una actividad importante para todos los sectores de la sociedad.

Divulgar la ciencia no es un juego intelectual que aunque pueda resultar divertido, no es su propósito principal, ya que se trata de una actividad que implica —al igual que hacer ciencia— una responsabilidad y su impacto en la sociedad puede ser definitivo en su desarrollo, fomentando una actitud participativa y libre.

Difusión de la física: una experiencia local

Roberto Jiménez Ornelas

Existen dos aspectos de la difusión de la física, uno que podríamos llamar interno y el otro externo. En el primero podemos abarcar los problemas de comunicación dentro de la comunidad de físicos y dentro del segundo los problemas de comunicación entre esa comu-

nidad y la sociedad. En este último renglón es donde queremos decir algunas cosas.

Si partimos de la hipótesis de que las tres funciones fundamentales de cualquier universidad son:

- Enseñar el conocimiento
- crear el conocimiento
- divulgar ese conocimiento

Estas tres funciones no están separadas sino que están estrechamente interrelacionadas. Cuando se logra esta interacción para una ciencia dada, entonces se está cimentando una tradición o se está formando una escuela nacional de esa ciencia en particular.

En las universidades de provincia, hasta hace muy poco, se practicaba solamente la primera función de las que mencionamos anteriormente, mientras que la de crear el conocimiento, es decir la investigación, es una función que tiene muy poco tiempo de realizarse, es una función muy joven. Pero la función más bisoña la constituye la difusión o la divulgación. Es posible intentar y creo que hasta luchar porque en nuestras universidades se vayan dando estas tres funciones y sobre todo incrementar las interrelaciones que existen entre ellas.

En la difusión de la física existen dos cuestiones importantes: una moral, que consiste en que el sostenimiento económico de los estudios profesionales de los físicos está basado en las contribuciones fiscales de la mayoría de los que trabajan en este país, y justo es que los frutos de esa preparación profesional, ya no digamos que se ponga al servicio de esa mayoría trabajadora, sino que cuando menos informemos adecuadamente a esa mayoría en qué consisten los conocimientos adquiridos y hacia dónde se dirigen. La otra cuestión si bien no sería conveniente llamarla inmoral, sí podríamos calificarla de utilitaria; esta cuestión se basa en el hecho de que la demanda de los estudiantes para física es cada vez menor, y como se decía en la última reunión de escuelas de física, sigue esta tendencia, los físicos en México seremos una especie en extinción. La difusión de

nuestras actividades y de nuestros conocimientos podría ayudar a revertir esta tendencia. Para estos tiempos difíciles en que la ciencia y la tecnología se divorcian cada vez más del proceso productivo es importante que reforcemos nuestro trabajo interno, pero que también no descuidemos el externo, como lo es el trabajo de difusión. Como ejemplo baste recordar el papel que desempeñaron los físicos y en general los científicos brasileños en los peores momentos de la dictadura militar en su país. En sus sociedades científicas eran de los pocos lugares donde se podía discutir en forma abierta. Hasta los mismos militares tenían que consultar a estas sociedades para tomar, por ejemplo, decisiones de tipo energético o tecnológico.

Existen también dos condiciones que son necesarias para un buen trabajo de difusión. La primera condición tiene que sustentarse en la interrelación que existe entre la investigación básica, la tecnología y la producción en cualquier país y en cualquier tiempo, que dicho en otras palabras tiene que ver con el tipo de orientación de la física. Esto es válido según el esquema que tengamos de esas interrelaciones entre la física y la producción, porque con ese mismo esquema, con esa misma visión, difundiremos las actividades de los físicos. La otra condición tiene que ver con el desarrollo histórico de la física en sus tres niveles, internacional, nacional y local, ya que el desconocer este desarrollo nos conduce a repetir las mismas fallas que vivieron los hombres de ciencia que nos antecedieron.

Finalmente, aunado a estas dos condiciones, se encuentra una suposición fundamental de nuestro trabajo de difusión: buscar una física propia en el sentido de una física nacional e independiente. Porque el papel de la difusión será diferente si tenemos como objetivo de la física el conocimiento por el conocimiento mismo, o si creemos que la física debe también jugar un papel dentro del proceso tecnológico y productivo del país. Pero lo interesante es que cualquiera que sea el esquema o la concepción que tengamos, es impostergable desarrollar la actividad de la difusión de la física.

Por eso el trabajo de difusión de la física tiene tres aspectos de valor; permite que el físico demuestre que sus conocimientos, por más profundos que sean, le es posible explicarlos en forma sencili-

lla, también que el trabajo de difusión atraerá a nuevos físicos y finalmente este trabajo permitirá mantener a la sociedad mejor informada, que tendrá como consecuencia futura una participación colectiva de los ciudadanos en la toma de decisiones.

La labor de difusión es una labor que ya tiene algunos años en nuestro país. Nos podemos remitir en antigüedad a ciertos trabajos de Don Carlos Sigüenza y Góngora o a los trabajos posteriores de Alzate. El primero con la conocida controversia con el padre Kino (fraile preparado en las mejores universidades europeas) sobre la naturaleza de los cometas; y Alzate, con sus notas periodísticas de los avances en tecnología y ciencia de la época. En la actualidad podemos citar la labor nuevamente pionera del profesor Luis Estrada. A pesar de la antigüedad de esta actividad su periodicidad (como reflejo de la ciencia mexicana misma), ha sido discontinua. Parece que últimamente se va ganando terreno en esta actividad, así lo demuestran dos recientes apariciones, la primera es la publicación de temas científicos hechos por los mismos científicos, como se expresa en la propaganda de esos libros: se “explican las revoluciones de la ciencia descritas con sencillez por científicos mexicanos”. La otra aparición fue hace pocos meses por medio de un manifiesto en que diferentes hombres de ciencia se constituyen en una sociedad para la divulgación de la ciencia y la tecnología, donde trazan objetivos y un plan de acción para alcanzar los mismos. Estos esfuerzos a nivel nacional se deben complementar con trabajo a nivel local o regional y debemos estar conscientes que en este tipo de trabajo no pueden cambiarse actitudes en poco tiempo, y aún es posible que en algunos lugares se encuentren físicos que desprecien este tipo de actividades o lo que es peor, que se opongan a ellas. De lo anterior se ve lógico que no sólo se den los apoyos económicos necesarios, sino que a esta actividad se le de también un valor académico, pues requiere dedicación, o sea, cierta profesionalización.

Quisiera transmitirles una serie de experiencias que nuestro Departamento de Física de la Universidad de Sonora ha vivido, porque pudiera servir de ejemplo a seguir o también a no seguir lo que de todas maneras tendría cierta valía. Dos actividades de difusión en

física son las más antiguas en nuestra Universidad: un concurso y una revista.

El concurso se ha llevado a cabo por 18 años consecutivos y se hace conjuntamente con los compañeros de matemáticas, este concurso lo acompañamos de actividades como son una exposición de física experimental y conferencias previas a la fecha de realización. El concurso pasó de un nivel local a uno regional, nos hemos encontrado concursantes de Baja California y de Chihuahua. Este concurso es ya una tradición en nuestro estado, se hace a nivel bachillerato y la mayoría de los concursantes terminan estudiando física o matemáticas. Se le da divulgación en los medios locales de radio y televisión y en los periódicos; se organizan para los concursantes visitas a las instalaciones del Departamento de Física y al Centro de Investigaciones de Física de la propia Universidad. Los premios son modestos, pero lo más importante es el reconocimiento público que se hace a los muchachos triunfadores. En una parte del informe del último concurso se dice que se debe reconocer la importancia de hacer este tipo de trabajos en equipo y se hace una autocrítica a la menor participación de los maestros respecto a los alumnos.

En cuanto a la Revista de Física que editamos por parte del Departamento y del Centro de Investigaciones de la Universidad de Sonora, esta es una revista de divulgación de la cual ya han aparecido 12 números. Su contenido consiste en noticias de las actividades de los físicos en Sonora así como de los visitantes, cursos y de aspectos socioeconómicos de la física y la tecnología, también artículos de investigación escritos en forma sencilla. Esta revista ha tenido una periodicidad caótica, pero también creemos que ya forma parte de una tradición y es parte de la escuela de física sonoreense, entendida la palabra escuela como una cultura, una estructuración de la física en nuestra región. La revista está dirigida al público en general y a estudiantes de nivel bachillerato en particular. Hemos entendido que esta actividad también tenemos que reforzarla, garantizando la periodicidad y bajando el costo, para esto se utiliza tipografía por microcomputadora, que mantendrá la calidad tipográfica. Se

distribuye gratuitamente a las universidades del país, a escuelas de nivel bachillerato del estado y a todo aquel que lo solicite por escrito.

Otra actividad del Departamento de Física lo constituye el programa radiofónico EUREKA. Este programa se trasmite dos veces a la semana en la estación de la Universidad y en la estación del gobierno estatal, tiene una duración de 15 minutos y se llevan transmitidos hasta la fecha 52 programas, está dirigido al público en general y especialmente a jóvenes de secundaria y preparatoria; los productores del programa somos tres físicos. Nos dimos cuenta que era difícil mantener un programa de este tipo, hablando sólo de física, por lo que el programa abarca otros temas científicos y tecnológicos. La estructura del programa consiste en el desarrollo de un tema que puede ser también desarrollado con algún investigador o profesor que nos visite; otra parte consiste en explicar fenómenos cotidianos por medio de la física, también incluimos noticias del quehacer científico y técnico, finalmente está una sección de preguntas al público de tal manera que "a la primera persona que conteste correctamente se le regala un libro de divulgación de la ciencia", como decimos en la rúbrica del programa. Es interesante comprobar que entre más cuidado se pone a la producción del programa, existe una respuesta mayor por parte del público. Aunque el programa es de diferentes temas de la ciencia, la verdad es que por tener los productores del programa la misma profesión los programas están cargados hacia la física. Tal vez no podamos competir con programas hechos por otras instituciones a nivel nacional, pero tenemos una ventaja: que podemos incluir noticias y temas relacionadas con la problemática regional.

Finalmente mencionaremos un par de actividades en las que se ha estado trabajando pero que todavía no están concluidas.

Como resultado de las experiencias de la exposición experimental que se monta en los concursos de física anual y también con la experiencia de "el tianguis de la física" que se llevó a cabo simultáneamente con el pasado congreso de física en Hermosillo, se ha empezado a trabajar sobre una feria ambulante de la física, en donde con una serie de experimentos sencillos, se muestre toda la belleza

de la física. Esta feria se llevará a ciudades y pueblos donde existan escuelas a nivel bachillerato, todo se podrá llevar en un transporte mediano y lo atenderán un profesor y dos estudiantes que estén realizando su servicio social.

Otra actividad importante consiste en el establecimiento de un museo de ciencia y tecnología. En este aspecto el Departamento de Física primeramente presentó un proyecto en el cual se comprometía a diseñar y construir una serie de experimentos fundamentales de la física para dicho museo, posteriormente se pensó en establecer un museo de ciencias y tecnología en el cual se establecería un desarrollo histórico local de la ciencia y la tecnología, una parte viva donde los visitantes puedan "meter las manos" en diferentes experimentos y una sección audiovisual. Tomando muy en cuenta las experiencias de otros intentos nacionales, como la casa de la ciencia en Cuernavaca y el Museo Tecnológico de la CFE, esta experiencia se ha visto frenada principalmente por cuestiones económicas, lo que en nuestro tiempo no es ninguna novedad, pero yo creo que hay que ser necios y volver a hacer el intento; en Sonora hemos logrado interesar a otros sectores, como por ejemplo, a la Sociedad Sonorense de Historia buscando por todas partes el apoyo económico, desde la Universidad hasta la Ford pasando por los gobiernos estatal y federal. Particularmente, en nuestra localidad el desarrollo de ciencia propia ha sido muy reciente por lo que el aspecto histórico de dicho museo estaría más inclinado hacia la tecnología del desarrollo minero, agrícola y de industria de ciudad; hoy es todavía posible rescatar algunos implementos que están a punto de ser vendidos como fierro viejo y que ilustrarían de manera concreta el impacto de esa tecnología en periodos históricos de la región.

A manera de conclusión, podríamos decir que partiendo del supuesto del valor de la labor de difusión de la física bien valdría la pena hacer esfuerzos locales de difusión procurando encajar dentro de los proyectos más generales a nivel nacional, buscando un apoyo económico y asesoramiento de instituciones como el CONACyT o la SEP y de asociaciones civiles para el mejor desenvolvimiento de las mencionadas actividades.

Creo que la aportación de los profesores del Departamento de Física de la Universidad de Sonora en este renglón, está en el hecho de haber demostrado experimentalmente que con pocos recursos económicos es posible sostener una labor de difusión de la física por periodos prolongados de tiempo.

Como proposición podemos establecer una serie de tareas de difusión en los lugares donde exista física:

- Una revista en la que se difundan, de preferencia, noticias y trabajos en física que se hagan a nivel nacional y local. Con periodicidad de dos números por año.
- Un concurso con actividades paralelas, a nivel bachillerato, sobre física. Con periodicidad de uno por año.
- Un programa de radio que esté basado principalmente en la física aunque toque otros temas de ciencia, con periodicidad de uno por semana.
- Una feria ambulante que lleve a las ciudades y pueblos de la localidad, en fines de semana, experimentos fundamentales de la física.
- Un museo de ciencia y tecnología que ponga énfasis en aspectos regionales.

Con cinco profesores que sumen un total de seis horas a la semana y con la ayuda de alumnos en desarrollo de servicio social es posible llevar a cabo estas proposiciones.

Como se ve algunas de las proposiciones rebasan el marco de la física, pero considero que es más probable que se lleven a la realidad si hacemos el esfuerzo de encabezar esas propuestas; además muchas veces nos hemos vanagloriado de que los físicos tenemos una visión más general respecto a otras profesiones, entonces asumamos esa responsabilidad.

Programa de divulgación de la ciencia especialmente en el campo de la física y la astronomía

G. Martínez Hidalgo y M. Gordillo Vázquez

Según dos puntos de vista es conveniente que la ciencia pueda progresar o retroceder. Un primer punto sería: El progreso, que consiste, antes que nada, en un avance real del conocimiento y el grado de sutileza de las ideas, en la aplicación que manifiesta una mayor civilización, independientemente del número de quienes participen en ellas; en segundo lugar: en el aumento de la difusión de las teorías científicas en toda la masa del pueblo, es decir la divulgación de la ciencia y la técnica que son esencialmente consustanciales.

En el mundo moderno, en que las competiciones prácticas de la ciencia y la técnica han transformado y continúan haciéndolo a gran celeridad a la sociedad, la cuestión de la divulgación científica entre el pueblo, supone, en general, un aspecto distinto al que ocurría en el siglo pasado y sobre todo en nuestro país.

Nos debemos preguntar, qué importancia y trascendencia tiene la divulgación científica, podrá ser una primera fase en la preparación de profesionales, una necesidad social para un desarrollo positivo, para crear una conciencia sobre las profundidades del conocimiento, si este es eminentemente científico, si las soluciones que mejoran el estándar de una población está en relación entre la cultura científica y las tareas diarias de esa misma población.

La divulgación de la ciencia y de la cultura científica puede considerarse en definitiva como una fase tan importante como el trabajo del investigador profesional.

Se puede afirmar que no habrá oportunidad de entrenar un buen número de profesionales en el estricto campo de la investigación básica pura y aplicada, si antes no se ha desarrollado una política

bien planeada de divulgación científica y una difusión de lo que representa el conocimiento de la "Cultura Científica".

Una minuciosa estadística nos diría por qué los estudiantes eligieron el "quehacer científico" y nos diría que casi todos tuvieron contacto, es decir, la oportunidad con algún hecho "divulgador" de la ciencia y la cultura, tal como un libro de fácil acceso, la biografía de un afamado hombre de ciencia o un inventor, una conferencia que interesara e inquietara, algún programa bien estructurado sobre los avances de la ciencia, la lectura de una revista de divulgación de la ciencia y la tecnología y, puede decirse, hasta de las mismas novelas de ciencia ficción o de uno de los pocos films sobre la ciencia, un hecho técnico, alguna exposición o la visita a un centro de investigación, etc.

La experiencia de alguno de estos eventos en el Planetario de Puebla que se han desarrollado, ha determinado una política para establecer un modelo concreto de cómo organizar la difusión y divulgación de la ciencia y de la cultura científica.

El Planetario de Puebla a través de su departamento académico ha establecido convenios con varias instituciones como el Instituto de Ciencias de la Universidad de Puebla (ICUAP), la Sociedad Mexicana de Física (SMF), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Sociedad Astronómica de Puebla A.C. desarrollando algunos eventos.

En el desarrollo y organización de la difusión de la ciencia y de la cultura científica se ha dividido en los siguientes niveles:

Nivel A

Divulgación de conocimientos científicos a niños de 6 años hasta los 11. Se les inicia despertando su interés mediante los recursos de cuentos, anécdotas y juegos, se les introduce en el método científico a través de talleres, donde aprenden a construir objetos, láminas, hacer observaciones y pequeños experimentos, visita a centros de investigación, organizar colecciones de plantas o de piedras, noticias científicas y homenajes.

Nivel B

Divulgación de conocimientos científicos a niños y adolescentes que van de los 12 a los 15 años. Quizá sea la etapa más difícil por las deformaciones que adquieren en las escuelas. Se les entrena sobre todo, en la observación, en la experimentación y se les desarrolla habilidad en la construcción de aparatos e ingenios que funcionen o demuestren algún hecho de la naturaleza y la redacción de una pequeña memoria científica, así como excursiones de estudio, homenaje a científicos e inventores.

Nivel C

Divulgación del conocimiento científico para jóvenes de preparatoria, tecnológico, normal primaria, superior y escuelas profesionales; generalmente se les organizan ciclos de conferencias, pequeños cursos, excursiones para observación, mesas redondas, lecturas dirigidas e iniciación al ensayo sobre literatura científica y festivales sobre la ciencia y homenajes a científicos e inventores.

Nivel D

Divulgación de conocimiento científico para un amplio público, que no ha tenido oportunidad de estudiar en escuelas superiores, o bien que tienen interés y disposición para la cultura científica.

Se organizan ciclos de conferencias, exposiciones y cursos a nivel de iniciados en el método científico.

Dada su heterogeneidad la divulgación es muy general, se captan personas que son autodidactas y con buen grado de información.

El departamento académico del Planetario de Puebla ha adquirido una rica experiencia que espera refinar y captar recursos humanos con el fin de crear una tradición en la divulgación de la ciencia y de la cultura científica.

El Planetario de Puebla es una institución que cuenta con un equipo de cine Omnimax para la presentación de películas de 70mm

en una pantalla de 180° horizontal y 135° vertical; cuenta también con una esfera de estrellas que proyecta 10,400 objetos celestes, con un sistema de 27 proyectores de filmas que mediante un programa de multimedia o multiimagen desarrollan simulaciones; tiene dos salas, una de 254 butacas y otra de 65. Este Planetario se inauguró el 24 de enero de 1985.

El Planetario de Puebla *no cuenta con un presupuesto para hacer divulgación científica y cultural*, aunque funciona como "Casa de la Ciencia". Este déficit económico hace que se dificulte el trabajo y se divulgue la ciencia con muchos obstáculos y limitaciones. Se ha observado que existe entre los funcionarios de algunos niveles una carencia total para entender que la divulgación de la ciencia y de la cultura científica son fundamentales para el verdadero progreso de una nación. Y para hacerles comprender que esta cultura científica es a largo plazo, pero definitivamente sólida y efectiva, se propone y hemos propuesto un equilibrado presupuesto, patronatos para reforzar esta empresa y acertados convenios con instituciones y organismos científicos. Entre los eventos que se han realizado y como ejemplo de que sí hay posibilidades de hacer divulgación científica, se encuentra el programa de los eventos de las Jornadas Newtonianas, las cuales durarán hasta el mes de noviembre.

Y para finalizar, deseo comentar que como un homenaje a Sir Isaac Newton en nuestras Jornadas Newtonianas, el Planetario de Puebla ha finalizado la construcción de 5 telescopios newtonianos de 6 y 51/2 pulgadas sin el apoyo económico de ninguna dependencia, haciendo notar que la parte óptica se realizó en el INAOE mediante los pagos correspondientes.