

CIENCIA



EN TODOS LOS RINCONES

Manual de divulgación en talleres

Biblioteca 175 Aniversario

CIENCIA



EN TODOS LOS RINCONES
Manual de divulgación en talleres

Miguel García Guerrero



Esta investigación arbitrada, por pares académicos,
se privilegia con el aval de la institución que edita.

Primera edición 2008

© Miguel García Guerrero

© Universidad Autónoma de Zacatecas

Coordinación de Investigación y Posgrado

Carretera a la Bufa 5, Zona centro

98000, Zacatecas, México

invypos@uaz.edu.mx

El trabajo y la publicación de esta investigación
se hizo con el apoyo de Fomix,
Conacyt-Gobierno del Estado de Zacatecas

Derechos reservados conforme a la ley

ISBN 978-968-5923-56-9

CORRECCIÓN DE TEXTO

Marisol Simón

DISEÑO DE INTERIORES

Héctor Lizárraga González

DISEÑO DE PORTADA

Eugenia Calero

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

*A mi papá, por su guía.
A mi mamá, por estar siempre ahí.
A Montse y Rodo, por mantener mis pies en la tierra.
A Norma, por su amor, confianza y apoyo.
A Karen y Andrea, por ser mi inspiración.*

Contenido

<i>Agradecimientos</i>	13
<i>Prefacio</i>	15
<i>Prólogo</i>	21
CAPÍTULO 1	
<i>Introducción a la divulgación de la ciencia</i>	25
1.1. <i>La brecha</i>	26
1.1.1. <i>Ciencia en la escuela</i>	27
1.2. <i>¿Qué es la divulgación?</i>	29
1.2.1. <i>La educación y sus modalidades</i>	30
1.3. <i>¿Por qué hacer divulgación?</i>	32
1.4. <i>¿Para qué hacer divulgación?</i>	33
1.4.1. <i>Desmitificar la ciencia</i>	33
1.4.2. <i>Formar una cultura científica</i>	34
1.4.3. <i>Orientación vocacional</i>	35
1.4.4. <i>Crear conciencia en quienes toman decisiones</i>	36
1.5. <i>¿Cómo hacer divulgación?</i>	37
1.5.1. <i>Modalidades</i>	39
1.5.1.1. <i>Medios electrónicos</i>	40
1.5.1.2. <i>Medios impresos</i>	42
1.5.1.3. <i>Dinámicas grupales</i>	43

1.5.1.4. Actividades lúdico-experimentales (talleres)	43
1.5.1.5. Museos y centros de ciencia	45

CAPÍTULO 2

<i>Compartir conocimientos</i>	47
2.1. La visión piagetiana	48
2.2. La teoría de Vigotsky	51
2.3. El aprendizaje significativo de Ausubel	54
2.4. El constructivismo.	58
2.5. Los complementos: conjeturas y aprendizaje lúdico	61
2.5.1. <i>Indagar lo desconocido</i>	61
2.5.2. <i>La conjetura</i>	63
2.5.3. <i>A jugar</i>	65
2.5.4. <i>¿Educación v.s. juego?</i>	65
2.5.5. <i>Jugar para aprender</i>	66
2.6. Síntesis.	67

CAPÍTULO 3

<i>Dinámicas de trabajo</i>	69
3.1. Estrategias de instrucción	70
3.1.1. <i>Individualizadas</i>	70
3.1.2. <i>Colectivas</i>	70
3.1.3. <i>Grupales</i>	70
3.2. El trabajo en grupo	71
3.3. El taller.	72
3.3.1. <i>Características</i>	73
a) Protagonismo del participante	74
b) Planeación y pertinencia	74
c) Desarrollo de habilidades	75
d) Construcción de conocimientos	76
e) Creatividad y crítica	76
f) Interaprendizajes	77

3.4. Los talleres de ciencia recreativa.	78
3.4.1. Descripción	79
3.4.2. Edad de trabajo	82
3.4.3. Modalidades	83
Contexto formal	83
Contexto no formal periódico (semiformal)	84
Contexto informal	85
3.4.4. Enfoques de un taller.	85
Retos	86
Absurdo	87
Competencias	88
Experimentos	89
Demostraciones	89
3.4.5. Requisitos	90
Espacio	90
Material.	90
3.4.6. La importancia de las reglas	91

CAPÍTULO 4

<i>Manual del guía</i>	93
Edad	93
Capacitación	94
Desenvoltura	94
Deleite	94
4.1. Consideraciones	94
a) Convicción y compromiso	95
b) Lenguaje adecuado	96
c) Saber escuchar	96
d) La seriedad de la diversión	96
e) Vale más una pregunta...	97
f) Las reglas	97
4.2. Desarrollo de las actividades.	98

CAPÍTULO 5

<i>A preparar los juegos</i>	103
5.1. Los modelos.	103
5.1.1. <i>Réplica</i>	104
5.1.2. <i>Ajuste</i>	104
5.1.3. <i>Diseño</i>	105
5.2. La importancia de los contenidos	106
5.2.1. <i>Equilibrio diversión-aprendizaje</i>	106
5.2.2. <i>Saber decir “no sé”</i>	107
5.2.3. <i>Las analogías y sus límites</i>	109
5.2.4. <i>“Divulgamiento”</i>	109
5.3. Trabajo en un modelo	110
5.3.1. <i>Conceptualización y diseño</i>	110
5.3.2. <i>Investigación</i>	111
5.3.3. <i>Impartición y retroalimentación</i>	111
5.3.4. <i>Evaluación</i>	111
5.4. Sistematización	112
Título de la actividad	112
Principios a explicar	113
Material.	113
Procedimiento	113
Marco teórico	113
Preguntas.	113
Explicación	114
Diseño	114
Bibliografía	114
5.4.1. <i>Clasificación</i>	114

CAPÍTULO 6

<i>Seguimientos periódicos</i>	115
6.1. Justificación	116
6.2. Estrategias.	117

6.2.1. Detección, seguimiento y orientación de talentos e intereses	117
6.2.2. Estímulo a la lectura de la ciencia	119
6.2.3. Participación en eventos académicos.	119
6.2.4. Visitas a centros relacionados con la ciencia	120
6.2.5. Elaboración de proyectos propios	120
6.3. Formatos	120
6.3.1. Seguimiento escolar	121
6.3.2. Seguimiento extraescolar	121
6.3.3. El Club Infantil de la Ciencia.	122
6.3.3.1. La promoción	124
6.3.3.2. Los programas en el Club	125
6.3.3.3. Actividades extraordinarias.	129
6.3.3.4. Competencias	130

CAPÍTULO 7

<i>Las nuevas generaciones de divulgadores</i>	133
7.1. El reto	133
7.2. El ámbito	134
7.3. A reclutar	135
7.3.1. Convocatorias	135
7.3.2. La divulgación atrae divulgadores.	136
7.3.3. Invitación directa	136
7.3.4. Servicio social.	137
7.4. Nuevos grupos	137
7.5. Capacitación	138
7.5.1. Sensibilización	139
7.5.2. Teórica.	139
7.5.3. Práctica	139
7.6. Planeando a futuro	140
7.6.1. Las camadas	140
7.6.2. Profesionalización	141
7.7. Las fuerzas básicas	141

CAPÍTULO 8

<i>Algunas sugerencias para un grupo nuevo.</i>	143
8.1. Identidad	143
8.1.1. <i>Objetivos</i>	144
8.1.2. <i>Nombre</i>	144
8.1.3. <i>Imagen</i>	145
8.1.4. <i>Actividades</i>	146
8.2. Estructura interna	146
8.2.1. <i>Coordinación</i>	147
8.2.2. <i>Secretariado</i>	147
8.2.3. <i>Tesorería.</i>	147
8.2.4. <i>Material</i>	147
8.2.5. <i>Relaciones públicas</i>	148
8.2.6. <i>Evaluación.</i>	149
8.3. Reuniones	149
8.4. Vínculos	150
8.4.1. <i>Mecenas.</i>	150
8.4.2. <i>Instituciones.</i>	151
8.4.3. <i>Otros grupos</i>	151
8.5. Piensen en el futuro.	152
 <i>Bibliografía</i>	 155

Agradecimientos

EN PRIMER LUGAR debo agradecer a Tita (Bertha Michel), quien sin su trabajo de asesoría y corrección este libro no sería posible. Además, profesionalmente, nadie ha confiado tanto en mí ni me ha dado tanto apoyo. También debo reconocer a Toño (Antonio Villarreal) y a Octavio Campuzano: no sólo fueron quienes me acercaron a la divulgación sino que además me han dado grandes lecciones que trascienden la ciencia.

A Hugo Jasso, quien ha sido un importante mentor para mí, le agradezco su apoyo y consejos a lo largo de los años. Por si eso fuera poco, me resulta muy especial que aceptara prologar este libro. Además hay muchas personas cuyo aporte, además de enriquecer este trabajo, ha sido de gran importancia para mi labor como divulgador. A todos ellos quiero darles las gracias, sin ningún orden en especial.

Nabor Covarrubias. Carmen, Miguel Ángel, Rafael y Raúl de RAMA. Ruán Almeida. Tere Gallegos. Cuauhtémoc Pacheco, Alexis Real y Francisco Alcaraz. Juan Antonio Pérez. Manuel Haro. Alain Derbez. Mónica Ivette Rodríguez, Laura Judith Flores. Roberto Sayavedra. Armando Contreras, Stoyan Vlaev, Andrew Chubykalo, Augusto Espinoza, Medel Pérez, Leonardo Soto, Agustín Enciso, Victor Manuel González, Juan Ortiz y Jesús Madrigal. Fuensanta Martínez, Anahid López, Brisa Arenas, Rocío García, Ana Acuña, Rita Carrillo, Lyamar García y Miriam Rodríguez, Fundadoras de Quark. Antonio Del Río, Javier Gutiérrez y Francisco Chairez. Humberto Arce. Ninfa Navarro, Cassandra

Badillo, Mariana Limones, Vanessa Basulto, Marisa Perea, Xóchitl Aguiñaga, Viridiana Esparza, Edith Euán, Haideé Ruiz, Miguel Ángel Manzanares, Arturo Ramos (Evo), César Baez, Enrique Carrillo, Oliver Sánchez y Antonio Raudales. Ernesto Márquez. Esperanza Ávalos, Rafael Herrera, Raúl Delgado, Francisco Lugo y Sergio Durón. Alfredo Femat, Rosalinda Robles, Édgar Hurtado, Francisco García González, Vicente Frausto e Iván De Santiago. Edgar Dávila y Daniel Solís. Miguel Córdoba. Maricruz Rahme, Alejandra Garza y Miguel Ángel García. Laurita, Rebe, Luis Humberto y Juan José (Papo). Homero Recéndez. Uzziel López y Rosaura García. Fernando Mireles y Leopoldo Quirino (q.e.p.d.). José de Jesús Araiza, Felipe Puch y Wilfrido Calleja. Luis Bernardo Pliego, Curicaveri Cervantes, Ivan Sosa, Gabriela Ángeles, Vladimir Basurto, Jonathan Victoriano, Diana Martínez y Mario Silva.

Por último, quisiera dar un especial agradecimiento a los padres que nos han confiado a sus hijos para que tomen parte en el Club de la Ciencia. Asimismo, a los directivos y maestros que nos han abierto las puertas de sus escuelas.

Prefacio

LA DIVULGACIÓN es divertida. Sus objetivos la llevan a ser así y en muchos casos consigue serlo sin pretenderlo. Si bien lo anterior aplica a los usuarios de las actividades de divulgación, quienes las llevamos a cabo con frecuencia somos quienes nos divertimos más.

En mi caso, fue la búsqueda de diversión la que generó el primer acercamiento con la ciencia –y la divulgación– por medio del Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas. A los 13 años participé en el Club Infantil de la Ciencia y entré en contacto con un mundo del que ya no habría de separarme. Aunque en los siguientes dos años mi participación en el Club no fue constante, siempre –mediante visitas y charlas de café sobre cosmología–, me mantuve ligado al Museo y a quienes ahí trabajaban. Así, cuando se decidió formar el primer grupo de divulgación en Zacatecas, en abril de 1995, recibí la invitación que habría de cambiar mi vida.

Entonces –por sugerencia de mi papá y la inspiración de un gran maestro– ya sabía que quería estudiar física y dedicarme a la ciencia. Incorporarme al grupo de divulgación en ciernes implicaba dos oportunidades por demás atractivas en ese momento: ser capacitado en un proceso que terminaría en los museos Papalote y Universum de la Ciudad de

México y la participación en el Congreso Nacional de Física.¹ Debo confesar que al principio no tenía muy claro de qué se trataba eso de hacer divulgación, pero ante la oportunidad no dudé en aceptar.

Algunos meses después, como parte del proceso de capacitación impartido por el grupo Recreación Alternativa Maestra del Aprendizaje (RAMA, con sede en la Ciudad de México), a *grosso modo* me enteré de qué se trataba eso de la divulgación de la ciencia. Así, el atractivo de dedicarme a ello se incrementó. Desde mis años mozos me ha encantado desentrañar el funcionamiento de las cosas, fueran tostadoras, teléfonos o tinta invisible. La idea de usar experimentos para acercar a niños y jóvenes a la ciencia me encantó.

Luego se efectuó el Congreso y –además de divertirme de lo lindo mientras “trabajaba” con cientos de niños y jóvenes– pude conocer a otros divulgadores, lo que fue una experiencia fascinante. Hasta hoy mantengo lazos de amistad con muchos de ellos.

La euforia que despertó el Congreso nos dejó ávidos de desarrollar más actividades. Así, ¡Eureka!² se dedicó a realizar talleres en escuelas y llegó a hacerse cargo del Club Infantil de la Ciencia, siempre manteniendo su vínculo con el Museo. Ahora me tocaba ser uno de los guías que impartían las actividades en un programa del que –apenas dos años atrás– yo había sido usuario. A partir de esto, años después, surgió la idea de establecer las fuerzas básicas de la ciencia.³

Con el paso del tiempo nos dimos cuenta de muchas cosas nuevas. En numerosos casos Antonio Villarreal, Octavio Campuzano y Bertha Michel –quienes trabajaban en el Mu-

¹ Dicho Congreso fue el principal catalizador para la formación del grupo. Entre las actividades del mismo se llevó a cabo un Encuentro de Divulgadores, con la participación de grupos de diversos estados del país. En virtud de que en octubre de 1995 el Congreso de Física se celebró en Zacatecas, con nuestra Universidad como principal organizador, había que formar un grupo.

² Así decidimos bautizar al grupo, inspirados por la fascinación de descubrir las cosas patente en la inmortal frase de Arquímedes de Siracusa.

³ Si un divulgador –o sea yo– pudo surgir de las filas del Club, resulta lógico que este programa pueda producir muchos más. Hasta ahora la idea ha funcionado bastante bien.

seo– nos ayudaron a resolver nuestras dudas o a cristalizar innovadoras ideas. Sin embargo, dada la naturaleza de las actividades que realizábamos, a menudo acabábamos por entrar en territorios inexplorados y en los que no podíamos aprender de otro modo que con prueba y error.

En otras áreas específicas esto no representa un gran problema. Empero, al trabajar con niños y jóvenes no es ético aprender echando a perder. Aun así, muchas veces no nos quedó más remedio que hacerlo. Como educador es duro saber que la “regaste” con un grupo y que difícilmente podrás contactar a sus integrantes para corregir tu error.

Gradualmente, con el tiempo, la experiencia fue creciendo. Se logró definir –de manera casi empírica– un sistema que nos resultó muy útil para las actividades de ciencia recreativa, tanto para el trabajo local como para las participaciones en eventos nacionales e internacionales.

Cada año se siguió participando en los Encuentros de Divulgación, en el marco del Congreso de Física, y aprovechamos para enriquecernos con las experiencias de otros grupos. Sin embargo, nos hizo mucha falta una referencia documental vinculada a nuestra labor.

Debo destacar un hecho curioso. Aunque me encantaba la divulgación y estaba en contacto casi permanente con profesionales en la materia –por medio del Museo de Ciencias– durante mis estudios nunca consideré seriamente la posibilidad de dedicarme a esta actividad toda mi vida. Para mí la divulgación era un pasatiempo del que disfrutaba mientras me convertía en una “luminaria” de la física.⁴

En 2001 –luego de terminar mis estudios de licenciatura (en física) y con la experiencia de mi participación en ¡Eureka!– tuve la fortuna de incorporarme al equipo de divulgación del Museo Universitario de Ciencias. No sólo volvía a llevar a

⁴Con el tiempo me di cuenta de que –si bien no era del todo malo en el asunto– la investigación no era lo mío. En retrospectiva la alternativa parece obvia, sin embargo me tardé un poco en conectar los puntos y decidirme de lleno por la actividad que me hace feliz y en la que las cosas se me dan muy bien: la divulgación.

cabo las actividades que me encantaban, sino que podría aportar un granito de arena a la institución que me acercó a la divulgación y ¡me pagarían por hacerlo!

En este contexto fui doblemente afortunado, ya que pude participar otra vez en la formación de un nuevo grupo divulgación: Quark,⁵ en el que hasta la fecha sigo participando.

Uno de los principales atributos de este grupo –además de su apertura– es la nobleza de sus integrantes, quienes hacen divulgación de calidad de manera completamente voluntaria. En su mayoría se trata de jóvenes estudiantes, de los niveles medio y superior, que se divierten jugando con la ciencia y dándola a conocer.

Quizá el aspecto lúdico hace que muchas veces se vea con desdén⁶ a los divulgadores. En mis tiempos parecía que éramos –para muchos físicos– científicos de segunda división; generando contraposición donde debería haber colaboración. No es que nos hiciera falta formalidad o rigor científico en nuestra labor. Se trata de un problema de percepción errónea. Afortunadamente tal problema ha disminuido significativamente gracias a la labor de muchos divulgadores y el apoyo de profesores e investigadores.

Conforme nuestro trabajo fue avanzando nos encontramos con algunos modelos y teorías pedagógicas que dan sustento al sistema de trabajo que se aplica en los talleres. Era una sensación agrídulce. Nos dimos cuenta de que íbamos por el camino correcto y también que hubiéramos podido prescindir de muchos de nuestros errores, si alguien nos hubiera dado a conocer esta información en un principio.

Quedó de manifiesto lo útil que habría sido –cuando estábamos haciendo nuestros “pininos”– contar con algún texto de referencia para ayudarnos a estructurar nuestro modelo de

⁵En este caso el nombre surgió de la idea de dar a conocer aspectos más “modernos” de la ciencia. A pesar de que al momento de formar el grupo los quarks tenían 33 años de haber sido descubiertos, muy pocas personas conocían estas partículas fundamentales.

⁶En poco menos de 12 años me ha tocado ver a la divulgación menospreciada por docentes, investigadores y políticos. Me parece que parte importante de nuestra labor es –además de lo que se pueda hacer por la ciencia– crear un ambiente más favorable para la divulgación.

trabajo. Poder apoyarnos en los conocimientos de otros divulgadores y educadores para optimizar nuestro trabajo.

La idea de este libro es compartir las experiencias adquiridas en más de 10 años de trabajo; dar a conocer las metodologías que han sido más útiles y poner por escrito muchas enseñanzas recibidas de grandes divulgadores.

Espero que, así como yo me he beneficiado de los consejos de colegas más experimentados, el presente texto pueda ayudar a que otros divulgadores –nuevos y viejos– vean más allá. O al menos que se diviertan más.

Prólogo

TRADICIONALMENTE *los investigadores y popularizadores de la ciencia han utilizado diversos formatos para explicar el quehacer de esta rama del saber humano. Entre los más comunes se encuentran las conferencias, las cuales casi siempre atraen a un gran público; los medios escritos, que incluyen libros y revistas de fácil acceso; los medios masivos de comunicación, como la radio y la televisión, que han despertado el interés y hasta han ganado premios de audiencia, como en el caso de la exitosa serie Cosmos, de Carl Sagan. Ahora, con el acceso a internet, el seguimiento de la información científica y tecnológica se ha vuelto casi inimaginadamente instantánea. También hay museos interactivos de ciencia y tecnología cuyos espacios museográficos fueron construidos para despertar la curiosidad del público, sobre todo de los estudiantes.*

Todos los formatos anteriores se diseñaron para divulgar la ciencia entre grupos grandes de usuarios.

Hay otro formato que permite una interacción más intensa entre el popularizador de la ciencia y el usuario: los talleres. Este formato permite resolver las inquietudes de manera pertinente, es decir, en el momento en que le interese al usuario. Es en este punto, precisamente, donde la experiencia de Miguel García Guerrero, permite llenar un importante

hueco en la literatura sobre la popularización de la ciencia. Pocas son las obras sobre esta modalidad de la educación en nuestro país y aún menos de una experiencia originada fuera del Distrito Federal.

De manera ligera y atractiva, pero no por ello trivial, Miguel introduce al lector en el tema de la divulgación de la ciencia y su relación con la educación a partir de cuatro preguntas que permitirán a su vez justificar el porqué, el para qué y los cómo de esta actividad. El lector encontrará que este libro es una herramienta que puede utilizarse en la educación básica formal sin problema alguno. Al mismo tiempo contiene sugerencias para hacer divertida la enseñanza de la ciencia.

En el segundo capítulo Miguel introduce al lector al pensamiento de los tres pilares del constructivismo, Jean Piaget, Lev Semenovitch Vigotsky y David Ausubel, y revisa brevemente las principales aportaciones de estos pensadores y suma a ellas las ideas de Bruner, Novak y Gowin para darle sustento teórico al ejercicio de los talleres de ciencia. La conclusión a la que nos hace llegar el autor es por demás interesante. Nos hace reflexionar sobre la importancia del juego en la aplicación de los talleres de ciencia y el aprendizaje. Este es uno de los puntos en que no debería haber diferencias entre docentes y divulgadores.

En el tercer capítulo el autor describe las dinámicas, tanto individuales como colectivas y grupales que puede utilizar un divulgador para la realización de sus talleres. Hay que hacer notar que este formato de divulgación de la ciencia es el más flexible de todos. Tan es así que el autor propone varias modalidades de talleres, ya sea como actividad en la escuela o fuera de ella, y la posibilidad de establecer reglas de comportamiento para su mejor desempeño de acuerdo con los intereses del propio grupo.

En el cuarto capítulo Miguel escribe un pequeño manual de operación que los talleristas pueden utilizar para desarrollar la actividad. En este punto resalta el compromiso que el

divulgador debe tener con su quehacer. También presenta una propuesta, a partir de su amplia experiencia, para el desarrollo de un taller y la interacción con otros formatos, como los museos de ciencia, los cuales requieren urgentemente de algo más que guías.

En el quinto capítulo, el autor nos describe la parte medular de un taller: el desarrollo de modelos y experimentos, los cuales divide en teóricos y prácticos y señala que su aplicación debe tener un objetivo, una estructura, interactividad con el usuario y los materiales necesarios para su construcción. El capítulo propone el cuidado en el manejo de los contenidos a fin de no deformar los conceptos y transformar la noble labor de la popularización de la ciencia en solo un “divulgamiento” o, como dirían Alan Sokal y Jean Bricmont imposturas intelectuales. También hace hincapié en la sistematización de la práctica y la evaluación de los resultados, estas últimas muy poco trabajadas entre quienes trabajamos la divulgación en el formato de talleres.

¿Dónde participar como divulgador de la ciencia? En el sexto capítulo presenta una serie de sugerencias para contestar esta pregunta. Miguel sugiere participar en diferentes actividades, como semanas culturales, talleres de ciencia, museos interactivos, entre otros. Este capítulo está enriquecido con comentarios sobre la propia experiencia del autor, quien inició su carrera de divulgador en los Talleres Infantiles de Ciencia del Museo de Ciencias Universitario de la Universidad Autónoma de Zacatecas y ello transformó su cosmovisión.

En el séptimo capítulo nos muestra cómo atraer a nuevas generaciones de divulgadores. Para ello se apoya en la ponencia que presentó en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, que se llevó a cabo en la Ciudad de México en junio de 2006. Hay que aclarar que la experiencia de Miguel no se quedó en la de miembro fundador y director del exitoso grupo Quark, sino que refleja su interés en crear conciencia sobre la importancia de popu-

larizar la ciencia entre los jóvenes de Zacatecas y del país y sobre la necesidad de promover nuevos valores que tomen la estafeta de la divulgación, haciendo notar la seriedad que reviste este formato.

Termina el libro con el capítulo dedicado a ofrecer algunas sugerencias para la formación de nuevos grupos de divulgación. En este punto, acertadamente Miguel de inicio resalta la necesidad de crear una identidad, punto que es crucial para la pervivencia de los grupos, la cual para la mayoría de ellos es breve por el hecho de no tener una idea del para qué se forman.

Todo grupo debe tener sus objetivos claros, nombre sugerente, direcciones electrónicas, actualmente indispensables, una estrategia de comunicación social y mantener relación con instituciones y grupos afines.

El capítulo, finalmente, ofrece ideas sobre la estructura interna que podría adoptar un grupo en formación para delegar las responsabilidades y agilizar el ejercicio.

No me queda más que agradecer a Miguel y a Quark por este que seguramente será el libro de cabecera de las personas interesadas en las actividades de la educación no formal.

El libro, como la ciencia y su divulgación, no es una obra terminada. Es la primera propuesta del autor y el grupo Quark que, seguramente, darán mucho de que hablar en este apasionante y demandante formato. Los que nos dedicamos a los talleres de ciencia sabemos que esta aproximación generará nuevos productos que, espero, se vean cristalizados en más textos sobre talleres y para talleristas.

Mis felicitaciones a Miguel a Quark y mi agradecimiento por el inmerecido honor de prologar este documento.

Hugo Alberto Jasso Villarreal
San Luis Potosí, S.L.P.
Junio de 2007

Introducción a la divulgación de la ciencia

Vivimos en una sociedad exquisitamente dependiente de la ciencia y la tecnología, en la cual difícilmente cualquiera sabe algo de ciencia y tecnología.

Carl Sagan

EN LA ACTUALIDAD la ciencia y la tecnología son pilares fundamentales de nuestras vidas. Desde focos hasta computadoras, de láseres a teléfonos celulares, los efectos de la ciencia nos llegan por todos lados. El conocimiento –aplicado a un dominio de la naturaleza– ha permitido la creación de aparatos que nos han vuelto dependientes en muchas facetas de nuestras vidas, convirtiéndose en elementos indispensables para la sociedad moderna.

Ya que los frutos de la investigación son aspectos tan importantes en el mundo actual, la capacidad de generarlos y aprovecharlos cobra gran importancia en el desarrollo de cualquier país. No hay una gran potencia en escala mundial que no se respalde en una sólida estructura de ciencia y tecnología. Entonces, cualquier esfuerzo de progreso y crecimiento debe considerar este aspecto.

Desafortunadamente México –como la mayor parte de América Latina– sigue en pañales en la materia, con pocos recursos humanos y económicos dedicados a las actividades científicas. En contraste, en Estados Unidos hay siete científicos por cada mil personas, cuando nosotros sólo tenemos 0.7 por millar. Ni qué decir del apenas 0.4% del producto interno bruto de nuestro país que se destina a ciencia y tecnología, comparado con el 3% que se le otorga como mínimo en los países desarrollados.

Ante esta situación surgen dos retos fundamentales: incrementar el número de personas dedicadas a la ciencia y la tecnología, así como el apoyo destinado a este tipo de actividades. En

ambos casos se deben llevar a cabo grandes esfuerzos de divulgación en diferentes niveles.

1.1. La brecha

El impresionante avance que la ciencia ha alcanzado en los últimos años ha generado una brecha cada vez más amplia con las personas que no cuentan con una formación científica. Aún más, con frecuencia se da el caso de que a los científicos especializados en un área del conocimiento les sea totalmente ajena la información básica de otras áreas. Como menciona Sir Arthur C. Clarke, hemos llegado a un punto en que muchos de los aparatos que cotidianamente usamos parecieran funcionar por arte de magia. Esto no sólo sucede con un complicado procesador de computadora, sino con aparatos tan sencillos y comunes como un foco, un automóvil o un refrigerador.

A menudo pasamos por alto la oportunidad de entender el funcionamiento de las cosas con que día con día convivimos. Ello no sucede porque las personas no quieran apropiarse del conocimiento inherente a los elementos que las rodean; es que para hacerlo tendrían que contar con una vía de acceso a la información científica capaz de vincular el conocimiento con su realidad. Desafortunadamente, los espacios mediante los cuales una persona común puede asimilar principios científicos son pocos.

La situación se convierte en un círculo vicioso: el “público” no especializado no se acerca a la ciencia porque tiene dificultades para entenderla y al mismo tiempo se genera conocimiento cada vez más especializado y complejo. La brecha se ensancha.

El problema no sólo radica en que el ciudadano común no entienda los fenómenos a su alrededor. Se refleja en el reducido número de jóvenes dispuestos a dedicarse a actividades científicas y tecnológicas. Asimismo, quienes no cuentan con una formación científica y están en puestos de toma de decisiones tienen poca sensibilidad respecto a la labor científica, su importancia y utilidad.

1.1.1. *Ciencia en la escuela*

Uno de los principales obstáculos para la ciencia, o el aprendizaje de ella, se origina en la forma en que se imparte la instrucción en la educación básica. Es ahí donde –generalmente– se forman el gusto o rechazo y donde se puede aplicar una solución práctica. No se trata de centrarnos sólo en la educación formal, sino de ofrecer opciones para trabajar en ella y apoyarla con procesos no formales.

Hace falta considerar una mayor coherencia para los procesos de enseñanza de las ciencias. Cuando aprendemos a leer y escribir lo hacemos leyendo y escribiendo; si aprendemos matemáticas lo hacemos llevando a cabo operaciones. Casi todos los procesos de adquisición de conocimiento y habilidades se hacen de manera óptima cuando se actúa y practica lo que se aprende. Sin embargo, en el caso de la ciencia el proceso consiste en sólo dar un vistazo a ésta desde lejos; si no hacemos ciencia cuando tratamos de aprenderla se cierra la oportunidad de conocerla en realidad.

Las clases, por lo general, oscilan entre el discurso docente, el texto y los apuntes del alumno; en muy raras ocasiones se enfocan a un proceso experimental que lleven a cabo los estudiantes. Aunque éstos tienen presente la importancia de la ciencia en sus vidas, no la valoran en su justa dimensión.

Así, también se presenta una distorsión del trabajo científico real. Se muestra un conocimiento terminado, que no debe ser discutido ni puesto en duda, con lo que –además– se inhibe el desarrollo de habilidades y actitudes útiles para futuros investigadores.

Todo esto fomenta un distanciamiento con la ciencia, a la que se ve más como una materia escolar que como una actividad humana mucho más amplia. Resulta muy necesario establecer dinámicas de acercamiento a la ciencia con niños y jóvenes, de modo que desde temprana edad se familiaricen con la ciencia y la entiendan como una profesión como cualquier otra, capaz de ser divertida y gratificante. Tales actividades no sólo deben perseguir objetivos de divulgación científica, sino que –bien di-

señadas y ejecutadas– pueden ser un complemento ideal para la labor de la educación formal.

De ninguna manera pretendemos dejar fuera de estas actividades a los adultos. Es altamente benéfico que familiares –sobre todo los padres– y profesores se acerquen a las actividades científicas junto a los niños, ya que así se convertirán en procesos mucho más placenteros.

Si se considera de manera separada el caso de niños y jóvenes es porque se encuentran inmersos en el proceso de formar sus propios criterios y por tanto es más fácil incidir en aquellos para generar una visión favorable de la ciencia. Además, en esas edades las estructuras cognoscitivas se encuentran en pleno desarrollo. En la medida de lo posible será muy valioso realizar aportes significativos encaminados –mediante el gusto y fascinación por la ciencia– a adquirir habilidades útiles no sólo para futuras actividades científicas sino también para formar una visión crítica, analítica y razonada.

Será importante aprovechar y tomar en cuenta las inquietudes propias de los niños y jóvenes para lograr que las actividades sean coherentes con sus intereses y necesidades. Una razón probable del bajo interés que por lo general muestran los niños y jóvenes por la ciencia es que, como dijimos, la única ciencia que conocen es la que ven en la escuela. Ésta es definida por planes de estudio que persiguen objetivos curriculares que no necesariamente están vinculados de manera directa con el entorno de los educandos.

Un niño que entiende claramente cómo le ayuda la ciencia en su vida diaria, o cómo se la puede facilitar, mostrará más entusiasmo con las actividades científicas que otro que no encuentra tal vínculo.

A menudo las personas dan por sentadas muchas cosas con base en la observación cotidiana. Esto posibilita caracterizar nuestras actividades de modo que –utilizando principios científicos– logren impresionarlos de modo tal que rompamos sus esquemas y desafíemos su lógica. Estos procesos serán cruciales para lograr que un máximo de personas se involucren de manera entusiasta en la ciencia.

Todo esto lleva implícito el desarrollo de acciones que acerquen el conocimiento científico a un público no especializado: aquí es donde aparece la divulgación de la ciencia.

Así como la ciencia se dedica a responder las interrogantes del hombre sobre el funcionamiento de la naturaleza, aquí buscaremos conocer un poco a la divulgación con base en cuatro preguntas. ¿Qué es la divulgación? ¿Por qué hacer divulgación? ¿Para qué hacer divulgación? Y ¿cómo hacer divulgación?

1.2. ¿Qué es la divulgación?

La divulgación es la modalidad de la comunicación de la ciencia que se encarga de vincularla con el público, con todos aquellos ajenos a una formación en un área específica de la ciencia.

Es posible incluso llevar a cabo divulgación entre científicos. La especialización ha llegado a tal grado en la actualidad que los investigadores de un área no tienen idea del trabajo que se realiza en los otros campos. Por tanto, es necesario hacer divulgación aun entre hombres de ciencia.

La difusión representa un caso contrastante de comunicación, caracterizado por los procesos entre pares. Quien accede a la información cuenta con una formación equivalente al de la persona que la originó; el código de comunicación es el mismo.

Un ejemplo común de difusión es cuando dos médicos intercambian puntos de vista o información acerca de una enfermedad. Para cualquiera de nosotros resulta muy difícil entender de qué están hablando; sin embargo para ellos es un medio eficaz de comunicación.

Para comunicar ciencia a personas no especializadas es necesario echar mano del lenguaje coloquial, prescindiendo al máximo de tecnicismos y procurando apoyarnos en modelos que resulten fáciles de asociar con experiencias cotidianas.

La divulgación consiste en el conjunto de actividades encaminadas a facilitar la adquisición del conocimiento científico y de habilidades asociadas a la ciencia. Muchas personas cuando escuchan –o leen– información científica tienen la impresión de

que se les habla en otro idioma; la divulgación es el intérprete que lo hace entendible.

En este aspecto se debe tener cuidado en no caer en el extremo opuesto de la difusión: la vulgarización. Estamos vulgarizando si, al explicar un principio científico, tratamos de simplificarlo tanto que acabamos por expresar una idea que no es fiel al principio original.

No tiene mucho sentido esforzarnos por transmitir un conocimiento que nada tiene que ver con el funcionamiento real de un fenómeno. Tales casos conducen casi siempre a un desencanto hacia la ciencia.

Además de lo anterior, no sólo se trata de hacer la ciencia fácilmente asequible; también se ha de mostrar la información de un modo atractivo, que propicie que la gente se involucre en la actividad en cuestión y que más adelante –por cuenta propia– siga acercándose a la ciencia.

Todo lo mencionado implica necesariamente un proceso educativo, encaminado a propiciar aprendizajes y mejorar las aptitudes y las actitudes que se tienen respecto a la ciencia. Así, se hace necesario revisar qué lugar ocupa la divulgación en el ámbito de la educación. De este modo podremos aspirar a identificar de manera más clara su función y su alcance en nuestra sociedad.

1.2.1. *La educación y sus modalidades*

De acuerdo con la Clasificación Internacional Estándar de Educación, ésta se define como la “comunicación organizada y sostenida diseñada para producir aprendizaje”. Más adelante veremos que, considerando el marco más amplio posible de la educación, esta definición no coincide necesariamente con todas las modalidades educativas.

Ali Hamadache la define como “cualquier cosa dirigida hacia producir cambios en las actitudes y modelos de conducta de los individuos, dado que para que este cambio ocurra, ellos tienen que necesariamente haber adquirido nuevos conocimientos, destrezas y habilidades.”

Esta última definición muestra una mucha mayor flexibilidad respecto a la primera, que refleja una perspectiva bastante más institucionalizada. Ahora, a partir de las ideas de Hamadache, otorgaremos definiciones de dos tipos de educación que nos resultan de interés:

Educación formal: es la impartida institucionalmente, obediendo programas curriculares establecidos. Se caracteriza por establecer una secuencia de continuidad.

Educación no formal: se trata de actividades no institucionalizadas, es decir fuera de los programas escolares, organizadas y estructuradas para alcanzar un conjunto bien definido de objetivos de aprendizaje.

En muchos casos los límites entre ambos tipos de educación no están muy claros, por lo que no es raro encontrar procesos no formales dentro de la formal y viceversa. A pesar de ser un proceso esencialmente *no formal*, la divulgación tiene fuertes lazos con la educación formal. Con frecuencia son instituciones como las universidades y los museos las que la impulsan; asimismo es común encontrar docentes que acuden a las actividades de divulgación como complemento de sus programas de estudios.

Cabe resaltar que el caso *no formal* implica esfuerzos planeados y organizados encaminados a propiciar la educación. Entonces, al referirnos a la divulgación no podemos pensar en actividades improvisadas sino en procesos adecuadamente preparados para llevar a cabo dinámicas exitosas.

Los puntos anteriores parecieran pasar por alto el ámbito educativo en el que aprendemos cosas tan importantes como jugar, hablar, caminar... o no meter los dedos a un contacto de luz. Lo anterior entraría en una tercera modalidad de educación, que sirve de apoyo para el óptimo desarrollo de las otras dos:

Educación informal: es el resultado de las actividades cotidianas y todos los sucesos no planeados explícitamente con un fin educativo. Todas las vivencias y experiencias de nuestras vidas aportan a esta educación.

Si bien podría parecer que se trata de una modalidad menos importante que las otras, desempeña un papel fundamental en nuestro desarrollo como personas. Cuando logramos vincularla

satisfactoriamente con las otras dos estaremos en condiciones de reforzar los resultados de los procesos educativos.

Un ejemplo muy interesante de lo anterior surge de la experiencia del “Taller Infantil de Física Espacial (TIFE)”, grupo de divulgación que trabaja en San Luis Potosí. Hace algunos años, ante la aparición de la serie animada “Caballeros del Zodiaco” aprovechó la curiosidad de los niños y logró entusiasmarlos para que participasen en actividades de astronomía. Así como en el caso de muchas series de animación, en nuestras vidas con frecuencia nos vemos bombardeados con información que nos despierta fascinación o morbo, que muchas veces quedan insatisfechos.

Precisamente Hugo Jasso, coordinador del TIFE, siempre trabaja con la idea de convertir el morbo en curiosidad científica. Esto permite construir un importantísimo camino entre la educación informal y la formal, que finalmente repercute en gran medida en la formación del individuo.

1.3. ¿Por qué hacer divulgación?

El principal motivo para participar en actividades de divulgación científica radica en una de sus principales características: siempre buscan ser divertidas. En cualquier actividad en la cual queramos hacer que un público pase un rato agradable es necesario que el primero que deberá divertirse es quien la desarrollará, lo que hace que resulte muy placentero llevarlas a cabo.

Es claro que no todas las personas van a disfrutar por igual la misma actividad. Sin embargo, la riqueza de la divulgación nos permite solventar tal problema: la variedad de dinámicas en que se puede llevar a cabo esta labor es muy amplia. Hay para todos los gustos.

Además son actividades en las que es muy importante la individualidad de quien las lleva a cabo. Para un óptimo desarrollo el divulgador las hace suyas, ajustándolas a su personalidad.

Más allá del deleite inherente a la propia dinámica está implícita una gran oportunidad de crecimiento personal: en toda actividad se busca transmitir conocimiento. Por tanto, quien lo proporciona deberá haberlo estudiado, entendido y apropiado

para poder comunicarlo a otros. Los divulgadores constantemente estamos aprendiendo cosas nuevas.

En el proceso de facilitar el conocimiento se presenta otra gran ventaja. Ya sea en manejo de grupos, medios escritos o audiovisuales el divulgador adquiere habilidades y experiencias que le serán útiles el resto de su vida, sin importar a qué se dedique. Como ejemplo de esto podemos resaltar la adquisición de capacidad para propiciar, de manera exitosa, procesos de enseñanza-aprendizaje. Esto cobra suma importancia si se considera que la mayoría de las carreras universitarias no preparan a sus estudiantes para futuros desempeños docentes. Como parte de nuestro esfuerzo, los divulgadores obtenemos experiencias muy útiles cuando tenemos oportunidad de dar clases.

Aunado a lo anterior, pueden beneficiarse muchos estudiantes –sobre todo en el nivel universitario– pues las actividades de divulgación se aceptan como servicio social. Con frecuencia este proceso, empero, se lleva a cabo más como un trámite de compromiso que como una oportunidad de deleite y desarrollo para el individuo o por el afán de realizar actividades orientadas a alcanzar objetivos específicos.

1.4. ¿Para qué hacer divulgación?

Hemos visto de manera rápida la conveniencia de hacer divulgación. Pero como toda actividad humana, también en estos casos se persiguen diversos objetivos. Los de las actividades de divulgación son tan heterogéneos como las actividades mismas, o las personas que las realizan; sin embargo, podemos definir algunas líneas generales en que se pueden hacer aportes importantes:

1.4.1. *Desmitificar la ciencia*

Alrededor de la ciencia se han construido múltiples mitos, desarrollados en gran medida por la visión sesgada con que la presentan muchos medios.

Cuando las personas imaginan a un científico lo ven como un hombre desaliñado, de edad avanzada, con bata y lentes. También se tiene la noción de que hay que ser un genio para entender la ciencia y que, además, se trata de información aburrida y poco práctica.

Queda claro que uno de los principales objetivos que podemos adoptar es echar abajo estos mitos con la ayuda de actividades que muestren a la ciencia en su real diversión –es decir, dimensión– del modo más fiel posible: como una actividad humana fascinante, útil y divertida, que llevan a cabo mujeres y hombres comunes, personas jóvenes y maduras por igual.

En su *Discurso del método* (1637), Descartes nos cuenta cómo cuando adquirió algunas nociones de física, éstas le enseñaron “que es posible llegar a conocimientos muy útiles para la vida, y que, en lugar de la filosofía especulativa enseñada en las escuelas, es posible encontrar una práctica, por medio de la cual [...] hacernos como dueños y poseedores de la naturaleza”.

Resulta importante transmitir a las personas el entusiasmo por la ciencia, fundamentado en la idea de Descartes. Hacerlos sentir dueños de la naturaleza mediante el conocimiento de ella, pero no sólo uno puramente teórico sino uno que lo vincule de modo práctico con su realidad. Desde nuestra perspectiva este vínculo resulta muy importante para reforzar el interés que se pueda tener por la ciencia.

Se trata de hacerle llegar al individuo un conocimiento científico pertinente, que sea observable en su vida cotidiana y útil en su entorno, con lo que podrá resultar mucho más valioso.

Todo esto propiciará que las personas se acerquen en mayor medida a las actividades de ciencia y tecnología y así constituir una retroalimentación que podrá conducirnos al siguiente punto.

1.4.2. *Formar una cultura científica*

Cuando pensamos en pasar un buen rato realizando una actividad de esparcimiento por lo general las primeras opciones que llegan a nuestra mente son esas de ir al cine, a un concierto, a una obra de teatro o a un evento deportivo. Resulta muy raro

que optemos por asistir a una conferencia, un taller u otra actividad relacionada con la ciencia.

A pesar de que, como hemos mencionado, estamos rodeados de un sinnúmero de interesantes fenómenos naturales, rara vez buscamos acercarnos a actividades que nos ayuden a entenderlos. Así, hace falta ofrecer alternativas de esparcimiento –en cualquier modalidad pensable– que tengan a la ciencia como protagonista. Con esto podremos aspirar a que la ciencia asuma un papel importante en la vida de las personas, esto es, a desarrollar una cultura científica.

Cabe resaltar que en la medida en que se participe en dichas actividades no sólo para aprender sino también para disfrutar, podremos realmente aspirar a cambiar la perspectiva que se tiene de la ciencia. Si lo logramos contaremos con personas más informadas, conscientes del valor de la ciencia, su utilidad y sus efectos en nuestras vidas.

1.4.3. *Orientación vocacional*

Para nosotros es de lo más común ver a profesionistas (ingenieros, médicos, abogados, contadores, etc.) desarrollando sus actividades, lo que nos ha llevado a que tengamos muy claro en qué consiste su labor y la utilidad social de ésta.

En cambio, en el caso de un científico los pocos acercamientos que un niño o joven tienen con él se dan por medio de películas, series y, en el mejor de los casos, revistas y documentales. Si no se tiene claro a qué se dedican los científicos, será aún más difícil que alguien se decida a ser uno de ellos.

Es fácil ver lo práctico de ser médico o abogado, en función del papel que estos desempeñan en la sociedad. En cambio, a un científico se tiende verlo como alguien más alejado de nuestra realidad.

En el inicio del siglo XXI, cuando el avance científico y tecnológico tiene una importancia preponderante en el desarrollo de cualquier nación, vivimos en un país caracterizado por su subdesarrollo científico. A lo anterior se agrega el difícil acceso a la ciencia para la mayor parte de la población.

La falta de contacto con la ciencia acentúa uno de los problemas más importantes de ésta en nuestro país. A pesar de considerarla interesante, difícilmente llega a ser contemplada como una opción importante para realizar estudios profesionales.

En un cuestionario aplicado por el Grupo Quark a 100 niños y jóvenes de primaria y secundaria, 90 de ellos negaban tácitamente estar interesados en dedicarse a la ciencia. Esto se puede atribuir a los mitos que ya discutimos. La mayor parte de los jóvenes prefiere ir a carreras “menos complicadas” y con “mayor potencial económico”.

Si bien en México se lleva a cabo importante trabajo de investigación científica, las cifras que actualmente muestra son casi raquíticas ante la actividad que nuestro país requiere en esa materia. Mientras que en Estados Unidos cuentan con siete científicos por cada mil personas aquí sólo tenemos 0.7 por cada millar.

Aunque los números reales muestran modestos incrementos, en términos relativos la matrícula en carreras del área de ciencias exactas no sólo no ha crecido sino que se está rezagando con respecto a la de otras. Es, por tanto, imperativo despertar en los jóvenes y niños el interés y gusto por la ciencia que permita a mediano y largo plazos contar con generaciones con un mayor número de investigadores, e incluso de divulgadores, que contribuyan a impulsar el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.

1.4.4. *Crear conciencia en quienes toman decisiones*

En la sociedad actual, caracterizada por la competitividad y la globalización, la ciencia y la tecnología han cobrado un papel protagónico como agentes de desarrollo. Actualmente las riquezas de los países no se definen en virtud de la posesión de materias primas, sino de la capacidad de otorgarle a éstas un valor agregado.

Nuestro país, como buena parte de las naciones de América Latina, se encuentra totalmente rezagado en la materia. El gobierno –que debería ser un promotor de la ciencia– nunca se ha

comprometido realmente con el desarrollo de un gran sistema nacional en ciencia y tecnología. Los apoyos a la investigación y a la formación de científicos han sido muy limitados. En vez de cerrar la brecha que nos separa de los países desarrollados estamos acentuándola por la falta de acciones. En este sentido una misión importante de la divulgación es hacer conciencia en los políticos y empresarios sobre la importancia de invertir en ciencia y tecnología. Vale la pena intentar modificar la actitud de los actuales tomadores de decisiones, con el fin de iniciar un cambio de fondo.

Aquí volvemos a un punto importante del trabajo con niños y jóvenes: incidir en la visión de los futuros dirigentes de nuestro país, para que nunca dejen de tener presente el valor y la importancia de la ciencia y la tecnología como agentes de desarrollo.

1.5. ¿Cómo hacer divulgación?

Para resolver los problemas que hemos discutido es preciso plantearnos metas encaminadas a –desde distintos frentes– dar a conocer la ciencia, combatir sus estigmas y ayudar a niños y jóvenes en el aprendizaje de ésta. Así pues, las dinámicas que buscamos tienen que cumplir con ciertos objetivos.

- Divertir

El diseño de las actividades ha de ser tal que no sólo agrade, sino que entusiasme a quienes tomen parte en ellas. Se trata de adentrarlos en una dinámica alegre, en la que el objetivo de aprender vaya de la mano con el de divertirse.

Una vez que se logre que el individuo asocie ciencia con diversión, será él mismo quien se encuentre ávido de encontrar más actividades relacionadas con ella e incluso se dé a la tarea de idear y llevar a cabo las propias. Asimismo, las vivencias agradables siempre se graban fácilmente en nuestra memoria y con ellas todos los detalles que las acompañan. Este factor nos permitirá optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

- Establecer vínculos con la vida cotidiana de los participantes

Hay que permitir que quienes tomen parte en las actividades encuentren una ciencia pertinente con su realidad. Entre más fuerte sea el enlace de las dinámicas relacionadas con la ciencia y el entorno del participante, más probable será que se le dé solución a las inquietudes que le han surgido en su vida cotidiana.

Los niños se caracterizan por estar llenos de dudas, cada una de ellas particular e intrínsecamente ligada al medio en el que se encuentran inmersos. En la medida en que seamos capaces de resolver aquellas que cada infante (e incluso cada adulto) enfrenta, lograremos que a sus ojos aumente la importancia de la ciencia.

Por otro lado –como veremos más adelante– los conocimientos nuevos vinculados con el medio y las ideas previas de una persona son los que realmente pueden ser comprendidos y asimilados por ella.

- Mostrar la ciencia no sólo como un manual descriptivo, sino como una herramienta a nuestro servicio

Es agradable saber cómo funcionan los aparatos que cotidianamente usamos, pero es mucho más útil adquirir conocimientos que nos permitan facilitar nuestras actividades diarias, ajustar el entorno a nuestras necesidades: tener poder sobre la naturaleza, obediéndola; ya que como dijera Francis Bacon en su *Novum Organon* (1620): “La ciencia y el poder humano vienen a ser lo mismo”.

- Estimular a los participantes a construir su propio conocimiento

Al darse cuenta que –tras llevar a cabo actividades experimentales y deliberativas– son capaces de llegar a las mismas conclusiones que los grandes científicos, los participantes le darán más valor al conocimiento adquirido. Al realizar estas actividades están jugando a ser científicos.

Esto permitirá también, en gran medida, romper con la imagen del científico ermitaño y aburrido que no se dedica a nada

más que a sus abstractos experimentos, para pasar a la de una persona dinámica que por medio del trabajo en equipo logra descubrir fascinantes principios de la naturaleza.

- Desmitificar la imagen del científico

Parece mentira pero –como comentamos anteriormente– aún hoy en día mucha gente visualiza a los científicos como viejos ermitaños y un poco locos, que ataviados con batas blancas se dedican a mezclar sustancias y vivir inmersos en libros.

No está por demás hacer hincapié en que científico y aburrido no tienen por qué estar asociados; los hombres (y mujeres) de ciencia se divierten tanto como cualquier otra persona en actividades cotidianas y durante su propio trabajo.

1.5.1. *Modalidades*

A diferencia de otras tareas con las que diariamente estamos relacionados, la ciencia es algo a lo que por lo general sólo nos acercamos por medio de la escuela. Nuestra visión está muy influenciada, y sesgada, por la actitud y capacidad de los profesores. Si bien se trata de profesionales de la enseñanza, no deberían ser nuestra única referencia o enlace con la ciencia.

La ciencia en nuestro país –opuesto a la naturaleza humana y al modo en que en un inicio la ciencia es construida– se enseña de un modo esencialmente conductista y teórico. Se apela más a la repetición que a la razón y en muy pocas ocasiones se le vincula con vivencias cotidianas o demostraciones prácticas.

Como vimos, tal enlace es trascendental para que el estudiante le dé a la ciencia la importancia real que tiene en su vida. Vincularla con su quehacer diario le permite asimilar el conocimiento de manera significativa. En lo que a experimentación se refiere, por lo general es la falta de infraestructura la que impide llevar a cabo actividades que resulten ilustrativas para los educandos.

Si pretendemos modificar la manera en que regularmente se ve a la ciencia, no podemos contentarnos con criticar a los docentes y al sistema educativo y sentarnos a esperar a que cambien su desempeño. Es necesario participar de manera com-

prometida en este urgente proceso encaminado a modificar esa parte de nuestra idiosincrasia, empezando con los niños, para lograr que la cultura científica se generalice en México.

Todos los interesados en empujar este cambio debemos aportar nuestros esfuerzos de acuerdo con nuestras afinidades y habilidades, de modo que a partir de un trabajo entusiasta de calidad podamos mostrar una “nueva” ciencia que resulte al mismo tiempo enriquecedora, interesante y divertida. Para tal efecto las alternativas son muy variadas e incluyen múltiples medios que por separado pueden ser muy útiles, pero que combinados –como parte de una estrategia integral– resultarán altamente efectivos.

1.5.1.1. Medios electrónicos

El alcance de los medios electrónicos es realmente masivo y aunque el acceso a programas relacionados con la ciencia (en televisión y radio) es muy restringido, ofrecen una gran ventaja por su cobertura. El principal reto en estos casos es desarrollar propuestas útiles, atractivas y divertidas para generar espacios y atraer la atención del público.

Estos medios deberían disponer de espacios dedicados a resolver las inquietudes de los niños, de modo que no se trate sólo de un proceso unilateral de transmisión de información sino que además permita cierta interacción, pese a que en este aspecto siempre se quedarán atrás de las posibilidades que ofrece un trabajo directo con los grupos.

Al trabajo en esos medios se le puede dar un gran número de giros, que dependerán en gran medida de la imaginación de quien se decida a utilizarlos. Aquí nos limitamos a expresar sólo algunas ideas, ya que la intención de nuestro trabajo no es profundizar en este sentido.

- **Televisión**

Aquí se tratará de proyectar una imagen de la ciencia que resulte fresca, interesante, divertida y emocionante. La posibilidad de incluir recursos gráficos animados o videos será de gran ayuda para explicar fácilmente los principios revisados. Un

precedente de este tipo de programas es el “Mundo de Beakman”, el cual desafortunadamente sólo se transmite en la televisión de paga.

Por naturaleza nos gusta competir y ver que lo hagan otras personas. Por esto nos parece útil incluir concursos basados en actividades que consideren principios científicos. Una experiencia favorable en este sentido fue el programa Maratón, que se transmitía hace 17 años en la televisión mexicana y que, si bien exigía conocimientos generales, sentó un precedente exitoso en concursos relacionados con el conocimiento. Sin embargo, en la actualidad un programa que pretenda alcanzar el éxito debe considerar algo más que preguntas y respuestas, e incluir actividades diversas que apliquen prácticamente la ciencia.

- Radio

En este caso, como en la televisión –dado que buscamos mostrar que no hay restricciones para acercarse a la ciencia, y menos de edad– será imprescindible la participación de niños y jóvenes para la elaboración y transmisión de los programas.

Es importante poner en el aire historias –anécdotas– entretenidas, protagonizadas por científicos y tecnólogos que hayan realizado importantes descubrimientos o inventado aparatos útiles en nuestras vidas.

Un modo adecuado para estimular una participación más activa del público es el de los rallies, en los cuales varios equipos realizan una competencia por etapas que involucra la solución de problemas científicos. Este tipo de actividades ya se han desarrollado en Morelia, Michoacán –impulsadas por el grupo Onix– con mucho éxito.

- Internet

Este medio nos ofrece un amplísimo abanico de posibilidades para despertar el interés por la ciencia, puesto que permite incluir textos, imágenes, música y animaciones en un sitio web. Además tiene la ventaja de brindar una interacción más rica y directa con los usuarios que la que presentan la radio o la televisión.

En una página de este estilo se pueden incluir artículos de divulgación, imágenes atractivas, animaciones divertidas relacionadas con la ciencia e instrucciones para desarrollar actividades científicas.

Afortunadamente este parece ser uno de los medios más explotados en cuanto a este tipo de opciones; Internet ofrece un gran número de sitios con estas actividades.

Otra ventaja de los sitios web es que se pueden incluir versiones réplica de los medios impresos, lo que les otorga alcances (nacionales e internacionales) que muchas veces es imposible lograr con las publicaciones “en papel”.

Actualmente, en Zacatecas, el grupo Quark ofrece en su sitio <<http://grupoquark.com>> modelos de juegos experimentales, artículos de divulgación, anécdotas de científicos, noticias de ciencia y tecnología, así como ayuda para tareas escolares relacionadas con ciencia y matemáticas.

1.5.1.2. Medios impresos

Comparados con los anteriores, los medios impresos tienen la ventaja de que –con excepción del internet– el costo para publicarlas es más bajo. Además pueden colaborar en ellos especialistas de los diversos temas que se traten con mucha más facilidad que en cualquier otra alternativa.

Además una vez que el producto de estos esfuerzos llega a manos del lector, éste podrá guardarlo y coleccionarlo tanto para futuras consultas, como para compartirlo.

Toda la ciencia siempre se ha transmitido en numerosas publicaciones, por lo que estos medios servirán de importante aliciente para acostumbrar a las personas a leer ciencia, hábito muy sano aun para quienes no se dedican a actividades de investigación.

- Revistas

Deberán orientarse directamente a acercar la ciencia al público de un modo sencillo y agradable. Pueden incluir colaboraciones de investigadores reconocidos y de divulgadores de la ciencia. Los esfuerzos para acercar la ciencia a los niños y jóvenes, que actualmente se hacen en las editoriales se limitan a

insertar alguna sección para ellos en las revistas de divulgación dirigidas a adultos. Es necesario editar una publicación especialmente pensada para los estudiantes de primaria y secundaria.

Además de los artículos se debe buscar incluir modelos de juegos relacionados con la ciencia (crucigramas, sopas de letras, etc.), experimentos y anécdotas de científicos.

- Cuadernillos de juegos y experimentos

Podemos pensar en que se trate de versiones miniatura de las revistas, con la ventaja de que no implicarían los enormes costos de producción de éstas. Lo anterior permitirá a instituciones educativas y grupos de divulgación producir materiales útiles y atractivos para los niños a un bajo costo económico.

1.5.1.3. Dinámicas grupales

Como su nombre lo indica, este método funciona con base en el trabajo efectuado directamente con un grupo. Mediante una interacción directa y con estrategias alternativas de transmisión de conocimiento se podrá acercar la ciencia de manera importante tanto a niños y jóvenes, como al público en general.

- Conferencias

Se encaminan a dar a conocer la ciencia a grupos de un modo medianamente formal, es decir con pláticas acompañadas de presentaciones multimedia para darles mayor atractivo. Se precisa la colaboración de académicos interesados tanto en divulgar su trabajo de investigación como en explicar –de manera clara, simple y agradable– principios importantes de la ciencia.

A pesar de tratarse de un acercamiento alternativo al conocimiento, la desventaja de estas actividades es que se presenta como un producto terminado y que la interacción del conferencista con el público está restringida a un corto periodo al final de la plática.

1.5.1.4. Actividades lúdico-experimentales (talleres)

A diferencia de los casos que revisamos antes, aquí resulta mucho más fácil lograr que el participante involucre todos sus

sentidos y toda su atención en la actividad que se desarrolla, lo que sin duda nos permitirá optimizar los resultados. Otra ventaja es que favorecen la interacción entre el guía y los participantes, lo que permite solucionar dudas y desarrollar debates.

Estas dinámicas deben trabajarse con grupos, procurando desarrollar procesos atractivos y enriquecedores que permitan aprender de un modo alternativo al que tradicionalmente se alcanza en la escuela.

Hace falta aplicar –en la enseñanza y divulgación de la ciencia– metodologías orientadas a romper con el aprendizaje convencional, en el que los jóvenes son simples receptores del conocimiento que el maestro les expone. Así se pretende, por un lado, que los participantes se conviertan en gestores de su propio conocimiento y, por otro, involucrarlos de lleno en discusiones acerca de los temas que están aprendiendo. En todo caso no deja de ser importantísimo el papel del docente, que se transforma en un guía o facilitador.

Lo anterior se logrará introduciendo prácticas lúdico-experimentales en las actividades. Los participantes llevarán a cabo estas dinámicas y tratarán de explicar por sí solos, acaso con ayuda del guía, el comportamiento del objeto experimental. Obviamente se tratará de un proceso gradual, el cual se iniciará con juegos o experimentos que faciliten la participación de los niños y la deducción de los resultados. La dificultad se elevará paulatinamente, lo que también puede contribuir al desarrollo cognoscitivo de los participantes.

Estas actividades no sólo deben aportar mejoras a los procesos de enseñanza-aprendizaje sino que les darán a los participantes una visión más clara de la importancia de la adquisición y transmisión del conocimiento. Además les permitirán tener una idea mucho más definida del área de trabajo que abarcan las diferentes disciplinas científicas, pues es muy común ver que los estudiantes, incluso de nivel medio superior, no tienen idea de las áreas de estudio que comprenden cada una de ellas.

Lo óptimo para la solución de la problemática que hemos planteado nos parece un trabajo conjunto de todas las opciones que hemos manejado. El trabajo lúdico-experimental nos ofrece varias ventajas, como la de una gran interacción que lle-

va a actividades pertinentes con los participantes y puede convertirse en plataforma para ensayar otras alternativas de divulgación. Esta opción metodológica constituye el enfoque central del presente trabajo.

1.5.1.5. Museos y centros de ciencia

Si tomamos en cuenta la definición etimológica, un museo es un lugar donde encontramos a las musas y, con ellas, la inspiración. Recientemente muchos espacios tratan de evadir el nombre de museo, como si se tratara de algo malo u obsoleto. Sin embargo, si hacen bien su trabajo, en realidad es el lugar que les corresponde como inspiradores a favor de la ciencia y la tecnología.

Este tipo de instituciones nos ofrecen diversas ventajas:

- a) Cuentan, en su mayoría, con un espacio permanente al que se puede dirigir quien quiera acercarse a la ciencia. Esto es de gran importancia, ya que con frecuencia la gente no lo hace porque no sabe cómo ni dónde hacerlo.
- b) Su trayectoria les otorga una valiosa experiencia que no sólo les permite optimizar su labor sino apoyar el desarrollo de nuevas personas interesadas en dedicarse a la divulgación.
- c) Bien manejados, sirven como plataforma para llevar a cabo cualquiera de las modalidades de divulgación que aquí se han abordado. Así, se pueden establecer programas integrales que permitan a cualquier persona acercarse a la ciencia de un modo agradable.

Desafortunadamente en la actualidad son pocos los centros que se atreven a ofrecer un amplio abanico de actividades de divulgación, ya sea por falta de interés, experiencia, recursos humanos o económicos.

El presente libro trata sobre los talleres como una eficiente alternativa para divulgar la ciencia. Sin embargo, los temas que aquí abordaremos están muy vinculados con el trabajo de los museos. Estas dinámicas son muy útiles para el buen funcionamiento de cualquier museo de ciencia y tecnología.

Compartir conocimientos

*Cuando se comparte una cosa, normalmente su valor se divide;
sin embargo cuando se comparte conocimiento
su valor siempre se multiplica.*

Lama Rimpoché

EN LA DIVULGACIÓN científica van de la mano la idea de entusiasmar a un individuo con la ciencia y el que aprenda un poco de ella.

A este respecto existen muchas posturas, desde aquella de quien busca transmitir un máximo de conocimiento, aun a costa del entusiasmo, hasta quien se centra en el puro entretenimiento, sin dar importancia a la transmisión de información. Sin embargo, como en muchas cosas, lo mejor es buscar el equilibrio, pues ambos objetivos son muy importantes e incluso complementarios.

El taller, por sí mismo, es una actividad que fomenta procesos dinámicos que resultan muy atractivos, divertidos y placenteros para quienes participan en él. A modo de cimientos, será muy útil adentrarnos en un aspecto medular de la divulgación: los procesos enseñanza-aprendizaje.

De este modo, antes de entrar de lleno a las cuestiones específicas de los talleres, resulta adecuado detenernos un poco para enfrentarnos a una pregunta fundamental para cualquier persona que haya intentado compartir información con otra: ¿cómo hacerlo?

Contrario a lo que se pudiera pensar, no se trata de una tarea sencilla. No sólo hay que tomar en cuenta los datos de lo que se va a abordar, sino también las características específicas del individuo que pretendemos los reciba.

Un error recurrente –tanto para docentes como para divulgadores– es tratar de centrar este tipo de procesos en la información que se discutirá o, lo que es peor, en sí mismos.

Ya que proyectamos trabajar con niños y jóvenes (esencialmente de primaria y secundaria, de 6 a 15 años) en actividades orientadas a que conozcan, entiendan y aprendan ciencia, tenemos que hacer una revisión de las principales teorías que se han desarrollado respecto a la adquisición del conocimiento en estas etapas. Lo anterior nos brindará una perspectiva clara de las opciones con que contamos y de la metodología que deberemos utilizar para optimizar nuestros resultados.

2.1. La visión piagetiana

Para empezar, consideraremos las aportaciones del psicólogo y epistemólogo suizo Jean Piaget al desarrollo intelectual del individuo. Piaget considera que éste se lleva a cabo a través de varios “estadios” o etapas, las cuales implican una complejidad que resulta cada vez mayor en cuanto a las formas de pensamiento y que conllevan completas reorganizaciones de las estructuras mentales. Podemos decir que son avances que permiten al individuo asimilar paulatinamente conocimientos de mayor complejidad.

Todas las nuevas experiencias que el individuo va asimilando entrañarán un reajuste de estructuras mentales que, a fin de cuentas, significará un aporte a su desarrollo cognoscitivo. Dichas estructuras se van adaptando gradualmente a la realidad que el individuo percibe. En cada estadio es posible definir las estructuras a las que un niño o joven es capaz de reaccionar de modo favorable en un proceso de aprendizaje mediante una adecuada dinámica de adaptación. De igual manera –y para el mismo estadio– puedan establecerse las estructuras que en ese momento escapan a sus capacidades.

Conforme el individuo se va desarrollando las estructuras que va dejando atrás, lejos de ser desechadas, se convierten en fundamento de las nuevas que se van adquiriendo. Podemos caracterizar a las estructuras mentales como un edificio, en donde las primeras etapas son los cimientos.

Piaget distingue cuatro periodos esenciales en el desarrollo mental del individuo: la inteligencia sensoriomotriz, el precon-

creto, las operaciones concretas y las operaciones formales. Cada periodo está constituido por varios de los estadios mencionados.

La inteligencia sensoriomotriz consta de seis estadios y abarca fundamentalmente desde el nacimiento del niño hasta la aparición del lenguaje. Se trata de procesos de familiarización del individuo con el ambiente y consigo mismo. En virtud de que no abarca las edades de trabajo que tenemos consideradas no ahondaremos en las características de este periodo.

De los dos a los siete años se desarrolla la etapa preoperacional concreta, caracterizada por la aparición del pensamiento, que claramente se divide en dos formas: una primitiva, en la que las ideas están formadas por meras asimilaciones, es decir, se perciben acciones pero no se incorporan a nuevas estructuras. En el segundo caso la acción de pensar formará esquemas –como resultado de la incorporación de nuevas estructuras–, de modo que el niño se irá encaminando a la realidad y a un pensamiento formal. En la medida en que el niño sea capaz de tener experiencias concretas y de modificar su medio ambiente, se habrá alcanzado un pensamiento prelógico.

Resulta obvio que el desarrollo cognoscitivo del individuo no se presenta espontáneamente con la edad, sino que implica cierta estimulación. En el caso del paso de la etapa preconcreta a la de operaciones concretas es necesaria la implantación de ciertos conceptos, como clasificación, explicación, relación y contaminación.

A los siete años, ya en las operaciones concretas, aparece algo que es de vital importancia para nosotros y que Piaget llama “reflexión”. El niño se enfrenta a muchas incógnitas y ya no se conforma con cualquier respuesta, por el cual comienza a razonarlas mediante un diálogo consigo mismo. Lo anterior se refleja tanto en las acciones cotidianas del niño como en su natural curiosidad por los fenómenos que observa en su entorno. Se dedica a especular constantemente sobre los motivos que desencadenan todos los fenómenos que lo rodean y que, generalmente, le resultan maravillosos.

A pesar de que en esta etapa aún no se cuenta con un desarrollo óptimo de las capacidades cognoscitivas –en lo que el

aprendizaje de ciencias exige- será muy útil involucrar a los niños en actividades que de manera sencilla respondan acertadamente sus dudas. Lo anterior implicará una satisfacción para el niño, que quedará asociada con la ciencia, lo que puede influir notablemente para una futura afinidad con ella.

Ya inmerso en las operaciones concretas, el niño muestra un desarrollo cada vez más profundo. Se presenta una forma de percibir el mundo mucho más parecida a la de los adultos y que sin embargo aún no implica una capacidad de abstracción. Se podrá actuar directamente sobre los objetos, mas resultará muy complicado hacerlo sobre hipótesis o enunciados verbales. También será complicado llevarlos a entender conceptos asociados a fenómenos que no pueden percibir de manera directa. Así, lo que se les pretenda enseñar debe de ser fácilmente reconocible por medio de las actividades que se efectúen con ellos.

Como en el caso de un deportista que trata de alcanzar un máximo rendimiento, el niño deberá llevar a cabo múltiples ejercicios mentales para alcanzar un nuevo nivel de razonamiento. Éste, caracterizado por un pensamiento hipotético deductivo, permitirá -ahora sí- la realización de abstracciones. Se trata del cuarto nivel: las operaciones formales.

Como en el paso anterior podemos señalar que varias operaciones influyen de manera trascendente en el desarrollo cognoscitivo del individuo, que son conservación, clasificación, seriación y numeración. En este punto ya se está entrando gradualmente al mundo de las abstracciones. Cada vez se pueden asimilar conocimientos más complejos, que implican cosas que no se pueden visualizar directamente.

Si bien es común que se maneje para este último salto la edad de 11 años, esto es muy variable ya que -como señalamos- se debe esencialmente a los "ejercicios" que de manera consciente o inconsciente lleva a cabo el individuo. Influyen en gran medida los estímulos que desde los primeros años se hayan recibido. En muchos casos, como resultado de los entornos de la casa y la escuela, el paso a la última etapa se puede adelantar o retrasar.

Las investigaciones de Piaget no se encaminaban por completo al ámbito educativo, por ello no nos ofrecen conclusiones

claras en este aspecto y más bien quedan abiertas a la interpretación. Aún así –a pesar de lo subjetiva que pudiese ser la teoría piagetiana– parece sugerir con claridad que el tipo de tareas que un individuo es capaz de efectuar y resolver está determinado por el desarrollo cognoscitivo que ha alcanzado al momento.

Del mismo modo está condicionado el conocimiento que los niños y jóvenes pueden adquirir. Se tendrán que adaptar los principios que se pretende que asimilen, a fin de ajustarlos a su estructura cognoscitiva.

Las ideas piagetianas constituyen una teoría psicológica y epistemológica global que considera el aprendizaje como un proceso constructivo interno, personal y activo, que tiene en cuenta las estructuras mentales del que aprende. Aunque algunos aspectos han sido cuestionados, constituyen un marco fundamental de referencia para investigaciones posteriores. No obstante, sus aportaciones pusieron en duda las ideas conductistas de que para aprender bastaba con presentar la información. Acentuaron, además, la importancia –para el aprendizaje en ciencias– de utilizar los procedimientos del trabajo científico, aspecto que se ha revitalizado actualmente, desde una nueva óptica, a partir de las recientes investigaciones sobre la profundización de la concepción constructivista.

2.2. La teoría de Vigotsky

Mientras Piaget manejaba su teoría del desarrollo cognoscitivo individual interno, en la escuela rusa Lev Semenovich Vigotsky trabajaba en otra que resultaría complementaria: “El origen social de la mente”. Vigotsky estudió el efecto que el medio y las personas que interactúan con un niño tienen en su proceso de aprendizaje.

Cualquier proceso de interacción verbal con nuestros semejantes implica un estímulo para nuestro desarrollo cognoscitivo, porque esas interacciones implican asimilar adecuadamente lo que se nos dice o bien que organicemos nuestras ideas para así hacernos entender. En el caso de los niños es la interacción

con los adultos la que se vuelve en particular exigente y, por lo tanto, útil.

Así, el desarrollo cognoscitivo permite una gran analogía con el trabajo científico. Ambos implican una contrastación de ideas que los empujará a avanzar. No hay nadie que haya nacido hablando perfectamente; sólo al intentar hacerlo, equivocándonos y teniendo alguien que corrija nuestros errores es que podemos depurar de manera gradual nuestra habla. Lo mismo sucede con nuestras ideas y pensamientos en general, y más adelante –para quienes se dediquen a la investigación– con los trabajos científicos.

Vigotsky concede gran importancia a la influencia de la interacción de los niños con adultos y entre iguales en el aprendizaje, cosa que ha estimulado a importantes e interesantes investigaciones –como la de Echeita y Martín, publicada en 1990– sobre el aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza. Esta estrategia funciona muy bien en dos direcciones:

i) Con frecuencia el código verbal de los adultos no coincide con el de los niños, lo que puede impedir que se establezca un firme puente de comunicación claro. Es muy útil que un compañero (no sólo en el ámbito escolar, sino también entendido como un amigo o familiar de edad cercana) con un mayor desarrollo “traduzca” el mensaje para evitar el rezago.

O bien simplemente puede tratarse de algún conocimiento que resulte complejo para que el niño lo asimile y precisa la ayuda de un compañero para entenderlo. En este caso también podemos hablar de una interacción entre iguales que favorece el aprendizaje.

ii) Por su parte el “intérprete” se enriquece no sólo al ir desarrollando sus habilidades con las actividades propias, sino al lograr estructurar fácilmente sus ideas para explicárselas a su compañero. Muchas veces el mismo proceso de explicar refuerza el conocimiento que se tiene. Siempre que un niño sea capaz de exponer satisfactoriamente a un compañero algún principio estará claro su dominio sobre el conocimiento del mismo.

Lo anterior se constituye en una relación experto-novato que –aplicada en un ámbito educativo– puede ser de gran ayuda para obtener mejores resultados. Cuando se trabaja entre iguales los niños temen menos expresar sus dudas e incluso equivocarse. En tales casos se abre la posibilidad de desarrollar un proceso de adquisición del conocimiento más libre, sin el temor a ser reprendido por un error.

Esto nos debe impulsar a fomentar las interacciones de los estudiantes en las actividades académicas. Mediante la estructuración de sus propias discusiones e intercambios se agilizará su aprendizaje, dando –al mismo tiempo– rienda suelta a la inventiva e imaginación aplicadas en las actividades correspondientes.

Vigotsky asigna gran importancia a la actividad dentro del aprendizaje, e incluso le da prioridad sobre el desarrollo cognoscitivo. En su definición de la actividad –como el proceso de modificar el medio activamente– nos volvemos a encontrar con un fuerte vínculo con la ciencia, la cual puede concebirse como la más eficaz herramienta para modificar nuestro medio.

Es actuando sobre su medio como los niños –desde su más temprana edad– lo descubren, lo conocen y, hasta cierto punto, lo dominan. Es adecuado, para optimizar el proceso del aprendizaje, asignar al niño un papel activo que no sólo incremente su conocimiento sino que favorezca el avance de sus capacidades.

A pesar de lo útiles e importantes que los conceptos revisados puedan parecer, el mayor aporte de Vigotsky a las teorías del aprendizaje es sin lugar a dudas lo que se conoce como “zona de desarrollo próximo”. Esto no debe sorprendernos: la teoría en buena parte utiliza los principios anteriores, enriqueciéndola y dándole sustento.

De acuerdo con la “zona de desarrollo próximo” (ZDP) cada estudiante, conforme a su nivel de desarrollo, es capaz de asimilar ciertos conceptos y de resolver satisfactoriamente ciertos problemas por sí solo. Además hay otros que están fuera de su alcance pero a los que puede enfrentarse exitosamente con la ayuda de un adulto o de un compañero más aventajado, un experto.

El tramo que encontramos entre lo que el niño o joven puede aprender de manera autónoma y lo que puede asimilar con

ayuda es lo que comprende la ZDP. Obviamente, el niño no podrá llevar a cabo actividades que se encuentren fuera de la ZDP. Ésta no es rígida sino que se va modificando con el avance mental del individuo.

Cuando tratamos de que un niño adquiera conocimiento es importante tener en mente sus conocimientos previos, su edad y su entorno, a fin de que no excedamos su ZDP. De no ser así pueden sentir impotencia y repulsión por la información. En muchos casos la aversión de mucha gente por la ciencia es consecuencia de un proceso de aprendizaje mal llevado que desembocó en frustración.

Ahora el guía, con ayuda de los expertos, desempeña también un papel de corresponsabilidad en el desarrollo de estructuras mentales que permitan al niño construir conocimientos más complejos. En realidad este proceso se vuelve una retroalimentación ya que cada conocimiento adquirido amplía las estructuras mentales del individuo.

La facilidad que el concepto de ZDP brinda para usarse con fines prácticos es consecuencia, sin duda, de las condiciones en que Vigotsky lo formuló originalmente: como una alternativa frente a las pruebas estandarizadas en el terreno educativo. Estas pruebas conducen a que la atención se centre en las habilidades o capacidades ya constituidas y dominadas por el educando y no toman en cuenta lo que está en proceso de aprenderse, pero que temporalmente sólo se puede realizar con el apoyo de una persona con mayor experiencia en la tarea o el problema en cuestión.

Tal aspecto es lo que interesaba a Vigotsky y lo que establecía como punto de partida del esfuerzo educativo. En cualquier caso esta misma finalidad práctica del concepto, por así decirlo, ha impedido que se analicen con más cuidado los problemas de fondo de su elaboración y a los que trata de dar respuesta.

2.3. El aprendizaje significativo de Ausubel

Inspirado por el trabajo de Piaget, David Ausubel elaboró una de las teorías del aprendizaje más importantes del siglo pasado,

misma que se conoce como “aprendizaje significativo”. Surgió en los años sesenta, en un ámbito en el que el desarrollo educativo estaba dominado esencialmente por una visión conductista. Se creía que el aprendizaje implicaba un cambio de la conducta; sin embargo, podemos afirmar que la adquisición del conocimiento más bien favorece un cambio de perspectiva con respecto a las experiencias.

Esta teoría –al igual que las de Piaget y Vigotsky– surge ante la necesidad de producir una alternativa para el aprendizaje repetitivo o memorístico, a fin de alcanzar un proceso más eficiente; uno capaz de fomentar una permanencia mucho más prolongada del conocimiento. Se trataba de encontrar métodos que permitieran aprender realmente y no sólo memorizar.

En 1963 Ausubel publica *Psicología del aprendizaje verbal significativo*, trabajo revolucionario por sus teorías sobre la adquisición del conocimiento. Plantea el proceso del aprendizaje de nuevas ideas en función del enlace que éstas pudieran tener con el desarrollo previo de la estructura cognoscitiva del individuo. En la medida en que la nueva información se relacione con la que ya se cuenta, o incluso tome ésta como punto de partida, se facilitará el proceso de transmisión del conocimiento.

En este marco –en aras de llevar a cabo la labor que nos hemos planteado– es necesario familiarizarse con la estructura cognoscitiva del niño, su terminología y su contexto para usarlos como enlace para transmitir nuevos conocimientos. Usualmente a los adultos se les dificulta establecer puentes de comunicación que resulten claros para los niños. Nos es difícil “bajarnos” a su nivel de lenguaje y muchas veces estamos tan inmersos en nuestras propias experiencias que nos es difícil identificarnos (o al menos proyectarnos) con las de ellos.

En muchos casos, incluso, habrá que estar familiarizado con los principales modos de entretenimiento del niño o del joven. Por lo general se trata de cuentos, revistas, internet y, por supuesto, la televisión. Resultará muy útil estar –aunque sea un poco– al tanto de los programas favoritos con que se entretienen los niños, para así utilizarlos como un puente que ayude a iniciar el proceso de aprendizaje.

Si bien con un poco de práctica no es difícil tender lazos de comunicación que faciliten la realización de aprendizaje signi-

ficativo con niños, podemos apoyarnos también en la relación novato-experto para construir dinámicas significativas.

Asumiendo el papel de guía –que inicia la aventura de adquirir el conocimiento y sólo procura evitar desviaciones– se puede fomentar que los propios niños desarrollen las actividades significativas para ellos, aportando los datos que en su propio entorno favorezcan más el proceso de aprendizaje.

Así, también se contribuye a darle más control al niño en “su” investigación, identificándose de lleno con el papel de científico. Además sentirá una mayor libertad, e incluso iniciativa, para exteriorizar sus ideas y ponerlas en práctica.

Ausubel asocia directamente el aprender con el comprender, en el sentido de que un conocimiento no puede ser aprendido realmente si no se entiende cabalmente de qué se trata. Para él las dinámicas por descubrimiento y la enseñanza mecánica repetitiva resultan muy poco prácticas para el aprendizaje de las ciencias. Con este tipo de dinámicas se refiere a descubrimientos más allá del alcance de su estructura cognoscitiva previa y que, por lo tanto, no son significativos. Tales actividades podrán resultar viables en los casos en que el niño ya haya adquirido conocimientos vinculados con el fenómeno que se dispone a analizar.

Con base en lo anterior, no es posible esperar resultados positivos de un proceso que se inició teniendo en cuenta sólo los conocimientos que pretendemos enseñar. Es necesario, pues, diseñar lo que Ausubel llamó “organizadores previos” para llevar a cabo un proceso óptimo de adquisición del conocimiento.

Estos organizadores son una suerte de lazos cognoscitivos con la estructura existente. Permitirán a los niños establecer relaciones significativas con la nueva información que precisan adquirir. Podemos hablar de una construcción del conocimiento a modo de cadena, en la que un concepto dado funge como eslabón firmemente asido por los conocimientos previos, y listo para enlazarse con el próximo concepto. Si el vínculo entre dos ideas es muy débil la cadena se romperá, entre más sólido sea más difícil será olvidar el conocimiento.

También resulta importante estructurar de manera jerarquizada los conocimientos que se pretende transmitir, dando prio-

ridad a los más generales y desde ahí descendiendo en orden de importancia.

Tal jerarquización nos da, de entrada, la posibilidad de facilitar el aprendizaje significativo. Entre más general sea la información más puentes cognoscitivos se podrán encontrar con las estructuras del niño. Además este proceso ayuda a los individuos a jerarquizar sus ideas, de modo que cuando se les presente la necesidad de transmitir las ellas no les signifique un problema.

Ausubel estableció tres condiciones básicas para que se produzca el aprendizaje significativo:

a) Los materiales de enseñanza deben estar estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más generales, inclusivos y poco diferenciados.

En muchos casos nos encontramos con que el niño o joven acaba por aprender muy bien cosas que no resultaban trascendentes dentro de lo que se le pretendía enseñar. En la medida en que se establezca claramente la importancia de los conceptos en un orden tácito, podremos esperar resultados óptimos.

b) La enseñanza debe organizarse con respeto por la estructura psicológica del alumno, es decir, de sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.

Obviamente si nos damos cuenta de que sus conocimientos previos son erróneos, debemos remitirnos a la información acertada más avanzada que el niño tenga. A partir de ésta se buscará enmendar el error, para posteriormente transmitir nuevos conceptos.

Por otro lado, resulta fundamental respetar los modos de aprendizaje de los niños. Siempre que tratemos de alterar sus dinámicas de aprendizaje durante el proceso de enseñanza estaremos dando dos pasos para atrás. Para ellos será muy difícil desarrollarse con estructuras con las que no están familiarizados y que –además– les son ajenas e impuestas.

c) Que los alumnos estén motivados para aprender.

Este punto es de extrema relevancia. Nada importa que usen las mejores teorías y dinámicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje si no se cuenta con la disposición de los educandos para participar y aprender. Es misión del guía ejecutar y desarrollar las actividades de manera atractiva, para incitar a los niños y jóvenes a asumir un papel activo en el proceso.

Desde el inicio de la actividad se debe propiciar un ambiente festivo contagioso, de modo que los niños rápidamente adopten una postura favorable con la misma y se involucren de lleno.

Este último punto –entre las condiciones que estableció Ausubel– es de vital importancia para llevar a un término satisfactorio las actividades propuestas en el presente trabajo. Los procesos que se desarrollen con los niños deben ser, necesariamente, recreativos, entendiendo esto como un desarrollo divertido y enriquecedor para los participantes.

2.4. El constructivismo

Los trabajos que hemos revisado hasta ahora sirvieron de base para una nueva teoría que ha sido enriquecida por investigadores como Bruner, Novak y Gowin, y que ha demostrado ser muy útil en procesos de enseñanza-aprendizaje no sólo con niños y jóvenes, sino con personas de cualquier edad.

Este modelo establece que la estructura de conocimientos de una persona no puede considerarse sólo como producto del entorno social en el que se desenvuelve, ni únicamente de las disposiciones internas propias. Resulta en realidad un producto de la interacción cotidiana de estos dos factores, una amalgama de los procesos individuales y sociales del sujeto.

Según esta postura el conocimiento no es una copia ni un reflejo de la realidad, sino la proyección de ésta en el individuo. Es el resultado de las construcciones que éste realiza a partir de los esquemas que ya posee: sus conocimientos previos, esto es, las construcciones que ya había desarrollado con el medio que lo rodea.

Se confiere una naturaleza intrínsecamente individual a la adquisición del conocimiento, no en el sentido de un proceso solitario pero sí en el de un proceso único, el cual se define por la naturaleza propia del individuo y su interacción con el medio. Así, no todos los niños aprenderán de la misma manera, por lo que tendremos que poner atención en no coartar sus aptitudes individuales y estrategias propias de aprendizaje, pero sin descuidar el avance del trabajo en grupo.

Estas construcciones, que llevamos a cabo cotidianamente en todos los aspectos de nuestras vidas, están condicionadas por dos aspectos:

a) La representación inicial que se tiene de la nueva información. Aquí nos ligamos directamente con los conceptos de aprendizaje significativo, tanto en el sentido de las ideas previas que se puedan tener sobre un conocimiento como de las experiencias que se relacionen con éste.

b) La relación del individuo –en tanto a sus actividades internas y externas– con la nueva información. Se trata de las interacciones mentales y experimentales que se efectúan con el objeto de estudio o la fuente de conocimiento.

Todo aprendizaje constructivo lleva implícita la apropiación de un concepto nuevo, lo cual permite al individuo aprovechar sus estructuras previas para asimilar mentalmente los nuevos conocimientos. Casi tan importante como hacerse de la información, resulta también la adquisición de las habilidades necesarias para apropiársela. Junto con los conocimientos mismos, serán protagonistas de nuevos procesos y situaciones.

De especial importancia para nuestros objetivos de divulgación de la ciencia, resulta la práctica del modelo constructivista conocido como “Método de Proyectos”, el cual se usa especialmente para la interacción en situaciones específicas y significativas, estimula el “saber”, el “saber hacer” y el “saber ser”, esto es, lo referente a conceptos, procedimientos y actitudes.

El aspecto conceptual está ligado directamente a los mismos procesos que se desarrollen con los educandos. Será el que se modifique mediante la transmisión de la información, con una dependencia directa de la capacidad y disposición que los participantes muestren en las dinámicas.

En muchos casos nos encontraremos con niños y jóvenes altamente desarrollados en cuanto a las habilidades que les permitirán adquirir un conocimiento en especial, pero no muy interesados en hacerlo. Por el contrario habrá quienes tengan la mejor disposición para hacerlo pero que se les dificulte. Nuestras actividades deben estar encaminadas a desarrollar las aptitudes de los niños con estímulos positivos y también a optimizar

su actitud hacia la ciencia mediante aspectos lúdicos, para generar el gusto por ella. Así lograremos crear un equilibrio óptimo que favorecerá el buen desarrollo de nuestras actividades y contaremos con un saludable balance actitud-aptitud.

Estamos inmersos en un proceso intrínsecamente subjetivo de adquisición del conocimiento. Por tanto debemos buscar respetar lo más posible los procedimientos propios del niño o del joven, siempre y cuando éstos vayan a favor de la actividad. Aquí encontramos una definición básica para el perfil de nuestro guía. Se trata de un moderador, coordinador, facilitador, mediador y también un participante más. Como el capitán de un equipo deportivo que, pese a ser el líder, no deja de ser un jugador como todos.

Como líder que será, el guía debe contar con el respeto y la confianza de sus compañeros y –obviamente– tiene que manifestar lo mismo hacia ellos. Así se contribuirá a facilitar el que los niños se acerquen para aportar sus ideas o buscar la solución a sus inquietudes.

Dentro de la teoría constructivista podemos definir tres escuelas:

Activa. Destaca el saber hacer, en tanto permite desarrollar el actuar, el estar ocupado y el aprender a convivir. Se centra en el desarrollo de habilidades sociales, cognoscitivas y experimentales que no sólo realizarán aportes al desarrollo del individuo, sino que además se constituirán en herramientas para futuros procesos.

Lúdica. Enfoca su objetivo en el ser, el trabajar con los sentimientos, con el querer ser de la persona y lograr descubrir la vocación. Explorar una forma de aprender a vivir. En síntesis, la formación del aprendiz. Al apelar a la naturaleza del ser humano de explorar por medio de juegos se logra que el individuo encuentre y asimile su propia identidad al tener claras sus preferencias y habilidades.

Constructivista. Centra su atención en el saber, en los contenidos curriculares que permiten desarrollar el acto de pensar, la tarea de investigar, autoevaluar el aprendizaje y finalmente –como consecuencia– aprender a aprender. Gira alrededor del

proceso –que el mismo individuo lleva a cabo– de adquirir información, cuestionarla y asimilarla para construir un conocimiento propio. Podemos afirmar que esta última escuela pone de manifiesto muchos de los puntos de atención de las otras dos, pues las necesita para cumplir con sus objetivos.

El avance y desarrollo del educando por medio de estas escuelas es un camino muy importante para alcanzar un proceso de aprendizaje ideal.

2.5. Los complementos: conjeturas y aprendizaje lúdico

Aunque son más herramientas pedagógicas que teorías completas, el uso de las conjeturas y del aprendizaje lúdico resulta muy útil para la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en especial en el caso concreto de las actividades de ciencia recreativa.

Se trata de dos opciones que –como veremos con más detalle a continuación– se desprenden de la naturaleza humana. Dicho origen facilita su exitosa inserción en cualquier entorno y aún más en el educativo.

Aunque se trata de opciones de trabajo complementarias las abordaremos de manera independiente en los siguientes apartados. Pondremos nuestro enfoque en su justificación y efecto individual, en el entendido de que una combinación bien ejecutada enriquecerá los resultados del proceso.

2.5.1. Indagar lo desconocido

Al nacer, llegamos a este mundo como una especie de *tabula rasa*. Una hoja en blanco que, a lo largo de nuestras vidas, se llenará y definirá quiénes somos, qué hacemos, etcétera. Originalmente todo nos resulta desconocido en un mundo lleno de maravillosas novedades e insospechados peligros. Estamos ubicados en

la etapa de la inteligencia sensoriomotriz, definida por Piaget, en que el infante interactúa con cuanto cosa encuentra para –sin proponérselo específicamente– establecer un vínculo con su realidad.

En gran medida este proceso se desarrolla mediante actividades lúdicas, en las que –jugando con diferentes objetos y en diferentes situaciones– no sólo se adquiere información, sino que se obtienen experiencias y habilidades que propician la evolución cognoscitiva del individuo. Así, poco a poco vamos creando nuestra propia perspectiva de la realidad y –en la medida que nos desarrollamos mentalmente– vamos entendiéndola.

De manera gradual, paralela a este proceso, las acciones se presentan de una manera cada vez menos intuitiva. Ya no se trata solamente de actuar sobre un objeto porque sí: hay un objetivo específico detrás de la acción.

Asimismo, se empiezan a repetir patrones dictados por experiencias previas o por la apropiación de conductas externas. En este sentido –como asumió Vigotsky– el individuo deja de ser el producto de un desarrollo solitario al sumarse a un crucial elemento social.

Se asume un comportamiento que muchos conservamos por el resto de nuestros días: primero observar y posteriormente actuar. Ya sea la observación de las características de un objeto que puede resultar útil o bien la del comportamiento de otras personas frente a un fenómeno.

Gracias a los procesos mencionados ya se cuenta con una conceptualización de la realidad. El individuo tiene en su interior una representación de su mundo. Tal representación, junto a su rica interacción con la realidad, lo lleva a formularse diferentes cuestionamientos. Lo anterior surge, por lo general, cuando un suceso contradice la concepción de la realidad y el infante necesita una explicación para replantear su esquema interior. Todo individuo llega a generar un sinnúmero de preguntas inherentes al comportamiento de las cosas. Comúnmente el niño recurre a sus padres o sus amigos en busca de una solución a sus inquietudes.

Aquí se presenta un gran ejemplo –a escala– del espíritu científico. En términos generales, la ciencia no hace otra cosa que buscar respuestas coherentes a las preguntas que nos obli-

gan a replantear nuestros esquemas. La gran diferencia radica en que los investigadores no tienen a quién recurrir para plantear una pregunta y esperar automáticamente una respuesta correcta. En este caso se requiere echar a andar un proceso en el que las ideas del científico (hipótesis) se confrontan con la realidad de la naturaleza (mediante experimentos), hasta llegar a un modelo congruente. Aparece una figura fundamental no sólo para la ciencia sino también para el desarrollo cognoscitivo ideal en el individuo.

2.5.2. *La conjetura*

Siempre que encaramos un problema o tratamos de resolver una pregunta es necesario generar una conjetura; un intento de dar solución a nuestro planteamiento inicial. Día con día, aunque no reparemos en ello, hacemos un sinnúmero de conjeturas. Por lo general el sentido común resulta una gran guía para que nuestros intentos resulten acertados. Sin embargo, conforme nos acercamos a una situación o un tema en que no tenemos experiencia es más fácil equivocarnos.

Tal situación en sí no implica nada malo, siempre y cuando nos apoyemos en la realidad para superar el error y lograr que nuestra predicción resulte coherente con lo que observamos.

En ninguna actividad humana este esfuerzo resulta tan importante como en el caso de la ciencia. La mayor parte del tiempo el trabajo de los investigadores arroja errores. El proceso de identificar los desaciertos y corregirlos es el que conduce al valioso conocimiento científico; son los mismos errores los que brindan un mayor aprendizaje y finalmente conducen a teorías que describen satisfactoriamente la naturaleza.

Como podemos ver –tanto en nuestra vida diaria como en actividades relacionadas con ciencia– la capacidad de formular y depurar conjeturas resulta muy útil. Además, constituye un gran estímulo para el desarrollo cognoscitivo del individuo. Por desgracia, en los procesos educativos formales el ambiente no resulta el más propicio para estimular a los niños a formular conjeturas.

Dado el gran estigma con que el error carga, los estudiantes temen aventurarse a dar una respuesta.

Las malas calificaciones, las reprimendas de maestros o padres e incluso las burlas de compañeros son los principales factores que refuerzan este temor. Lo anterior lleva a que el papel de los niños y jóvenes sea muy pasivo en los procesos educativos; se limitan a esperar a que el docente les dé la información que sólo deberán aprender y luego repetir, sin que necesariamente entiendan de qué se trata.

El trabajo conductista, que predomina en la educación formal, restringe en gran medida el aporte creativo de los participantes y constituye una sensible merma en la formación de futuros científicos. Sin embargo resultaría casi imposible –si se toma en cuenta el número de alumnos por grupo– lograr que éstos asumieran un papel activo, aportando conjeturas en clase, sin disminuir sustancialmente los contenidos revisados.

Empero, vale la pena hacer esfuerzos por propiciar actitudes más tolerantes en los procesos formales y –sobre todo– en los no formales. Se sentarán las bases para que los educandos participen más en clase o en los talleres.

Inculcar a los niños la costumbre de elaborar conjeturas para resolver problemas no sólo les dará una idea más clara del trabajo científico, sino que ayudará a que pierdan el miedo a equivocarse y asuman –por fin– un papel más activo en su educación.

Por último, en lo que se refiere a las conjeturas, cabe señalar que no es bueno llevar las cosas al extremo. Cuando se participa por iniciativa propia, independientemente del resultado, el proceso resulta exitoso. Si se presiona a los participantes se genera un ambiente de tensión que hará desagradable la actividad. La clave estará en estimular a niños y jóvenes a plantear sus ideas de un modo libre y en un ambiente de tolerancia, tanto para quienes deciden participar como para quienes aún no se atreven a hacerlo.

En la medida en que se permita a los participantes decidir cuándo intervenir y cuándo no en un proceso –tomándolos en cuenta siempre que se animen a hacer un aporte– lo harán propio y se involucrarán en él fácilmente.

2.5.3. *A jugar*

Pocas actividades en nuestro mundo pueden encontrarse en ámbitos tan diversos como el juego. Sin importar el origen, la edad o el nivel económico, los seres humanos siempre hemos estado acompañados por esta actividad. Si nos remitimos a la historia, resulta casi imposible encontrar una cultura que no haya asignado un lugar relevante a algún juego.

Cuando nos referimos a que hay que propiciar el aprendizaje, el juego aporta una dinámica con un potencial inmenso. Resulta lógico –al querer mejorar el aprendizaje de la ciencia– buscar aprovechar sus ventajas. Por principio de cuentas se trata de un proceso que aun de manera instintiva tendemos a llevar a cabo. El jugar no tiene que enseñarse, lo traemos de “fábrica”. Esto abre la puerta a la fácil ejecución de las dinámicas lúdicas, independientemente de con quién trabajemos.

De hecho, cuando abordamos el proceso de adaptación a la realidad, mencionamos que Piaget confiere a las actividades lúdicas un gran valor como herramienta de evolución cognoscitiva. Constituye un instrumento innato que nos permite conocer nuestro entorno y desarrollarnos intelectualmente.

2.5.4. *¿Educación v.s. juego?*

Irónicamente, aunque constituye nuestro primer medio de aprendizaje, por lo general se concibe al juego como un obstáculo o distracción para aprender. En la educación formal es común que se le asocie con desorden, relajo u ocio.

Dado que su objetivo esencial es formarnos para la vida, la escuela es una de las instituciones más serias que podemos encontrar. Como al juego siempre se le asocia con diversión, pareciera asumir un papel antagónico en la labor educativa.

Sin embargo, como señala Batllori, “Para un niño, jugar es la cosa más seria del mundo”. Así, lejos de esta contraposición encontramos la posibilidad de establecer una rica relación com-

plementaria. La clave radica en encontrar dinámicas que permitan aprender mientras se juega.

Sigmund Freud, el padre del psicoanálisis, entendía el juego como una “sublimación de los contenidos del inconsciente”. Es decir, como una actividad en la que nos embarcamos en busca de placer. Es el placer de participar en un juego lo que nos hace adentrarnos de lleno en él. Tal proceso, como en el caso de la conjetura, debe ser libre. Hace posible que las dinámicas educativas dejen de ser una obligación y se conviertan en un regocijo para los participantes.

2.5.5. *Jugar para aprender*

Además de convertirse en un estímulo catalizador del proceso educativo, el juego ofrece diversas ventajas. Resulta claro que hay un gran número de juegos diferentes, para conseguir objetivos específicos. En esta discusión buscaremos ser lo más generales que sea posible, para no imponer restricciones innecesarias a los juegos de aprendizaje científico.

Inicialmente podemos destacar dos tipos de interacciones que los participantes efectúan en un juego:

- i) Las que se llevan a cabo con objetos, con el fin de conocerlos y aprender de ellos. Proyectan de manera directa las ideas de Piaget y son las que permiten al niño conceptualizar su mundo.
- ii) Las que se presentan con los otros participantes en el juego, que constituyen un fiel reflejo de la teoría de Vigotsky. En este caso se fomenta el conocimiento personal entre los participantes; en concreto se posibilita el conocimiento educador-participante.

Lo anterior permite un aprendizaje significativo a partir de las características y conocimientos de los participantes. Se construyen, así, conocimientos realmente sólidos.

Todos estos procesos, aprovechados en la educación, hacen que el individuo asuma un papel activo y de ser un observador pase a ser el protagonista del proceso. Obtenemos una experiencia que respaldará toda la información adquirida y permitirá que trascienda como parte de sus estructuras cognoscitivas.

2.6. Síntesis

Una vez revisadas las principales teorías de la adquisición del conocimiento, nos disponemos a resumir los puntos de ellas que merecen atención en el desarrollo de nuestras actividades:

1) Los guías deberán estar listos para ajustarse –dentro de las actividades– a la edad y al nivel de desarrollo cognoscitivo de los participantes. Asimismo, las tareas que los educandos deban realizar deben ubicarse dentro de su “zona de desarrollo próximo”. En caso contrario lo único que se logrará será aburrirlos o frustrarlos, lo cual resulta contraproducente.

2) En caso de que el guía no conozca el nivel de desarrollo de los niños, tendrá que dedicar los primeros minutos de la actividad a estimularlos a desenvolverse por medio de preguntas. Así se podrá identificar el nivel en el que se tiene que trabajar.

3) Los procesos que se desarrollen deben estar orientados también a estimular el desarrollo cognoscitivo. La idea es construir una retroalimentación que permitirá que los participantes obtengan un mayor provecho de las nuevas actividades a las que se incorporen.

4) La actividad debe partir de lo que los participantes ya saben y vincularse lo más posible con elementos que les resulten cotidianos. De tal suerte el conocimiento adquirido resultará verdaderamente significativo.

5) Tenemos que respetar el modo de aprender de cada niño o joven para poder aspirar a una fácil asimilación de los conceptos que se trabajen. En caso contrario se percibirá como una falta de respeto por su individualidad, cosa que puede alejarlo de la actividad y, eventualmente, también de la ciencia.

6) Se debe hacer un especial esfuerzo para que los niños y jóvenes sientan en todo momento que están dentro de un juego –una dinámica estimulante– de modo que su interés no sólo no caiga sino que se incremente.

7) Hay que coadyuvar a que el niño estructure sus ideas para expresarlas, debatirlas y defenderlas con sus compañeros. Esto con el fin de que adquiera una perspectiva clara del tra-

bajo científico y reciba también estímulos para su desarrollo cognoscitivo.

8) Fomentar el desarrollo óptimo tanto de las aptitudes como de las actitudes relacionadas con la ciencia debe ser una prioridad, de modo que todos los participantes alcancen un máximo provecho en cada dinámica.

9) Tendremos que impulsar una verdadera interacción no sólo del individuo con el objeto de estudio, sino también con todos sus compañeros y el guía, de modo que se permita un proceso enriquecido de construcción del conocimiento.

10) Propiciar un ambiente libre, abierto y tolerante que aliente a los participantes a aportar ideas y conjeturas, encaminadas a optimizar los resultados o responder las preguntas generadas en la actividad.

Dinámicas de trabajo

*Me contaron algo y lo olvidé...
Lo vi y lo entendí...
Lo hice y lo aprendí.*

Confucio

LAS TEORÍAS pedagógicas nos ofrecen claros lineamientos que se deben considerar para llevar a cabo actividades exitosas, no sólo para propiciar aprendizajes sino para desarrollar actitudes y aptitudes favorables a la ciencia. Sin embargo, no establecen una dinámica de trabajo específica para optimizar un proceso. Para remediar esto y alcanzar nuestros objetivos, es preciso determinar claramente las mecánicas que aplicaremos en los procesos de divulgación. Así podremos establecer un método de trabajo bien definido.

Nuestra metodología debe ser coherente con el tipo de actividad que desarrollaremos, de modo que se convierta en un elemento más que nos facilite alcanzar nuestras metas. Por lo tanto –de manera breve– presentaremos y analizaremos los principales métodos de trabajo. Se descartarán los que no sean de utilidad para el caso específico de actividades lúdico-experimentales. Posteriormente abordaremos el que se ajuste más a nuestras necesidades.

De antemano se sabe que nos inclinaremos por los talleres, aunque nuestro interés es ubicarlos en el marco de una perspectiva general. En este sentido se refleja lo que nos sucede a muchos divulgadores. Es muy común iniciar en el desarrollo de talleres de manera empírica y conocer su justificación luego de trabajar con ellos por un tiempo.

3.1. Estrategias de instrucción

De acuerdo con su enfoque de trabajo, podemos separar las estrategias de enseñanza-aprendizaje en tres grandes áreas. A continuación revisamos las características de cada una.

3.1.1. *Individualizadas*

Encaran el proceso enfocadas directamente en el sujeto, en un trabajo individual que tiene presentes sus condiciones únicas, tanto de preparación como de experiencia: entorno social, desarrollo cognoscitivo, habilidades y motivación. Entre éstos se pueden nombrar: plan Dalton, instrucción programada, estudio dirigido individual y estudio supervisado.

Su principal ventaja es que se ajustan a las necesidades y habilidades del individuo. Sin embargo están limitadas a los aportes que puedan realizar el docente (o guía) y el alumno (participante). El potencial de enriquecimiento de la información es muy reducido.

3.1.2. *Colectivas*

Su diseño y desarrollo se ha hecho pensando en un participante promedio –que rara vez existe–, por lo que se trabaja con todos por igual, sin diferenciar mucho entre las características distintivas de cada educando. Entre éstas se encuentran: la exposición, la demostración y el uso de los medios audiovisuales.

Este caso presenta un trabajo más tradicional y conductista. Puede frustrar a los participantes con desarrollo cognoscitivo menor del que precisa la actividad o aburrir a los que estén por encima de la media.

3.1.3. *Grupales*

Son estrategias que giran alrededor de la interacción del docente (guía) con los educandos y de éstos entre sí. La dinámica de grupos

le da sustento a su actividad. Comprende, entre otros: la discusión, el estudio dirigido en grupos, el debate, el panel y los talleres.

Aquí contamos con la posibilidad de enriquecer la actividad con la participación de todos los “alumnos”, quienes podrán realizar aportes coherentes con las ideas y aptitudes propias. También sirve de apoyo para resolver problemas de atraso en los participantes con la ayuda de sus compañeros.

Las características de estas técnicas son las que más se ajustan a nuestras necesidades y posibilidades, por lo que serán las que tomemos en cuenta para llevar a cabo las actividades.

3.2. El trabajo en grupo

Ya que hemos determinado nuestra primera fase de trabajo debemos avanzar y definir las características específicas de nuestra metodología.

El trabajo en grupo se puede desarrollar de diferentes maneras: como discusión, debate, estudio dirigido o panel. De acuerdo con los objetivos y teorías –abordados en los dos primeros capítulos– parece justo integrar un poco de cada una en nuestra actividad e involucrar, desde distintos frentes, a los participantes.

Para optimizar un proceso de aprendizaje es muy útil que no sólo esté asociado con información, sino también con una experiencia. Lo anterior resalta algo de suma importancia; para nuestras dinámicas: además de la diversión, conseguir una participación activa –manual, intelectual y emocional– de los niños y jóvenes. Con base en lo anterior ayudaremos a plasmar de manera indeleble el conocimiento en sus mentes.

Así, se construye una experiencia que permitirá aprender a aprender. Es decir, aprender a partir de la acción (directa o indirecta) sobre el objeto de estudio, investigándolo y haciéndolo propio.

Para que cada uno de los participantes se vea tan comprometido en la actividad como el guía, debemos encontrar una metodología de trabajo en grupo que se desarrolle de la manera más horizontal posible, de manera que cada individuo se convierta en protagonista dentro de la “investigación” que se constituirá en su proceso de aprendizaje.

Para lograr que la participación de niños y jóvenes resulte lo más activa posible, no sólo debemos considerar las características y metas del proceso concreto que estemos desarrollando sino, también, las necesidades, gustos y metas de los participantes.

El taller aparece como la estrategia que nos permite englobar prácticamente todas las características que precisamos. Establece condiciones para facilitar a los participantes la construcción de su aprendizaje a base de observar, estudiar y entender su realidad.

3.3. El taller

La dinámica de trabajo elegida resulta importante –al menos en nuestro esquema–, puesto que todos los participantes se vuelven parte íntegra del proceso de aprendizaje. Cada uno asume la responsabilidad de éste como una autogestión.

Es común encontrar –sobre todo en la divulgación– que como taller se considera toda actividad en la cual los participantes construyan algún modelo o artefacto. En el aspecto pedagógico esta dinámica va mucho más allá que eso.

El taller se inicia con el planteamiento de un problema y tiene como objetivo esencial resolverlo. Nuestra meta principal siempre será desentrañar los principios que rigen el funcionamiento de cada uno de los fenómenos que se trabajen con los grupos, a reserva de otras metas específicas relativas a la formación de habilidades.

Aunque en muchos casos particulares el aprendizaje repetitivo pueda tener un relativo éxito, aquí podrá convertirse en un obstáculo. Nuestras actividades exigen un completo entendimiento de los fenómenos trabajados. Es mejor que los participantes asimilen correctamente el fenómeno con base en sus estructuras individuales a que lo memoricen tal como se les planteó. Aquí observamos una referencia directa a las teorías de aprendizaje significativo y constructivismo.

Adquiere mucho mayor importancia estimular el desarrollo de habilidades –creatividad, proceso experimental– o actitudes

–visión crítica y disposición a participar– que la capacidad de memorizar información. Si bien esto implica remar contra la corriente de todo un sistema educativo, el esfuerzo bien vale la pena. Una cultura científica requiere, de manera imprescindible, de individuos críticos interesados en explicarse y entender su realidad.

Hay que romper con marcadas inercias que vuelven a los niños altamente dependientes de un docente que les presente la información “predigerida”. En el desarrollo de los talleres es bastante común encontrarse con participantes que ni siquiera intentan explicarse los fenómenos que observan y sólo esperan que se les otorgue la información que deben memorizar.

Volviendo al taller, se trata de una dinámica que nos ofrece otras posibilidades por demás interesantes y útiles. Nos permite:

- i) Una fácil adquisición de los conocimientos inherentes al problema discutido en un caso concreto.
- ii) Contribuir a que los participantes adquieran las aptitudes que los hagan capaces de llevar a acabo un desarrollo individual óptimo, mediante un continuo proceso de desarrollo intelectual.

El taller es una exploración colectiva con vistas a alcanzar un objetivo concreto. La meta planteada exige a todos los integrantes del grupo comprometerse por completo para alcanzarla. La optimización del tiempo y los resultados de las actividades requieren la participación de un guía especialmente instruido en el buen desarrollo de estas dinámicas.

Las características propias del taller, y nuestras necesidades, exigen que nuestro guía no sea un docente tradicional sino un facilitador del conocimiento. Un líder del grupo de trabajo que no presentará la información completa y terminada, sino que impulsará a los participantes a alcanzarla por diversos medios.

3.3.1. Características

Además de las ventajas del taller como una dinámica horizontal e inclusiva, podemos encontrar en él cualidades que nos

facilitan notablemente la transmisión de conocimientos. Nuestro trabajo se fundamenta en el modelo teórico que describe la eficacia del taller como estrategia de instrucción, encaminada a poner en práctica mecánicas para facilitar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje. A continuación detallamos las principales características que se desprenden de dicho modelo.

a) Protagonismo del participante

Una gran ventaja es que, a diferencia del trabajo educativo convencional, la atención del proceso se centra en el participante y no en el docente. Posibilita el trabajo colectivo, enriquecido por los aportes de todos los integrantes del grupo y se optimizan los resultados individuales pues se pone especial atención a las características cognoscitivas de cada participante.

Habrá que evitar caer en la tentación de centrar la dinámica en el tema tratado o en el experimento. El eje de los talleres es el participante, quien –con base en un proceso completo de interacción– consigue crear su aprendizaje. En muchos museos a este proceso se le conoce como manos, corazón y cerebro en acción (“hands on”, “heart on” y “mind on”).

b) Planeación y pertinencia

Para iniciar un taller debemos, en sesiones dedicadas a planear el desarrollo del trabajo, definir dos puntos importantes:

- i) los conocimientos que pretendemos sean adquiridos por los participantes.
- ii) las habilidades que nos interesa que ellos desarrollen.

Además, estableceremos los medios más adecuados para llevar a cabo nuestra actividad, teniendo en cuenta las peculiaridades del grupo de trabajo. La naturaleza, el papel, las características, los vínculos con la estructura cognoscitiva –y la vida cotidiana– de los conocimientos y habilidades en cuestión serán importantes en este sentido.

Será mucho más fácil ajustarse a dichas peculiaridades del colectivo de participantes si se cuenta con un marco de trabajo

cotidiano, en el que se tengan bien identificadas las aptitudes, afinidades y capacidades de cada uno.

En cambio, en el marco de un trabajo “fugaz” –con un grupo desconocido– debemos realizar una breve exploración antes de iniciar la actividad, para poder ajustarnos. Quien se disponga a fungir como guía tiene que desarrollar la habilidad de adaptar las dinámicas a las características de los niños o jóvenes con los que vaya a trabajar.

c) Desarrollo de habilidades

A partir de una estimulación adecuada –inducida por el guía y practicada por todos los miembros del grupo de trabajo– se podrán alcanzar en nuestras actividades ejercicios útiles de iniciativa, imaginación, creatividad y memoria, elementos esenciales para el buen desarrollo cognoscitivo del individuo.

Dado que los estímulos al desarrollo de la memoria se realizan cotidianamente en la educación formal, podemos centrarnos más en lo que concierne a los otros puntos que desarrollarán en los talleres.

En toda actividad emprendida por cualquier ser humano la iniciativa asume un papel fundamental. Es la que permite comprometer al individuo en un proceso específico, para realizar un esfuerzo máximo. Hemos de buscar, con una adecuada ejecución de la dinámica de taller, combatir la apatía y la pasividad. Así los niños y jóvenes se acostumbrarán a tomar parte en el proceso de solución de problemas, tanto en los talleres como en otros espacios.

Se debe insistir en perder el miedo a romper esquemas, a analizar la información recibida para hacerla propia, cuestionarla y formar nuestro propio criterio, así como desarrollar conjeturas que busquen explicar las cosas de la mejor manera.

Lo anterior conforma uno de los principales pilares de la ciencia. Nunca se puede dar nada como una realidad absoluta; tenemos que atrevernos a ir más allá, o al menos imaginar lo que hay ahí.

La creatividad va de la mano con el punto anterior y de hecho lo redondea. Implica cristalizar los productos de la imagi-

nación en soluciones concretas para los problemas a los que los participantes se enfrentan.

d) Construcción de conocimientos

A partir de los puntos anteriores, lograremos constituir los nuevos conocimientos en experiencias vivas y significativas para los participantes. Se trata de enriquecer al máximo las estructuras mentales de los niños y jóvenes, especialmente las relacionadas con la ciencia. El aspecto más importante de los talleres es que permiten a los participantes, más que ninguna otra actividad, comprometerse de un modo activo y creativo. Las aportaciones realizadas por su visión individual resultarán sumamente útiles.

Utilizado de un modo adecuado, el taller –en su papel de estrategia de instrucción para facilitar el aprendizaje– permite modificar la actitud del participante gracias a un cambio de actitud del guía. Tal transformación opera no sólo en lo intelectual, sino también en la capacidad perceptiva de cada individuo.

e) Creatividad y crítica

Estos valores, que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia, son muy diferentes entre sí y, por lo tanto, resultan complementarios. Es preciso llevar el avance de ambos de la mano para lograr un equilibrio de trabajo ideal, capaz de propiciar en cada actividad avances más significativos.

Con la creatividad podemos desarrollar nuevas ideas y soluciones a los problemas que pretendemos resolver, así como opciones que optimicen o enriquezcan la realización de juegos y experimentos.

Por su parte, la crítica nos ayuda a identificar la viabilidad y potencial de las ideas. Detecta errores que –a su vez, en una retroalimentación– requerirán de creatividad para ser resueltos.

El desarrollo de estas dos habilidades será muy útil para que los participantes solucionen futuros problemas, ya sea que se presenten en los procesos de aprendizaje o en cualquier otra situación de sus vidas. En todo momento se debe trabajar con

una visión crítica, no sólo respecto al trabajo realizado sino también a la información que nos llegue de cualquier fuente. Dicha visión debe orientarse a no dar nada por sentado y entender a fondo todos los fenómenos analizados.

A lo largo del tiempo el avance de la ciencia ha sido posible gracias a quienes se han atrevido a cuestionar las grandes teorías establecidas, para dar lugar a otras que resultan más completas.

Con el desarrollo de la creatividad y la crítica favoreceremos una cimentación sólida de nuestros conocimientos, base fundamental de aprendizajes importantes. Por otro lado, estaremos formando individuos capaces de detectar errores en los modelos que han desarrollado para explicar diversos fenómenos, a quienes no se les dificultará modificar, o arreglar, sus propias ideas.

Un factor clave para mejorar la capacidad crítica, en especial hacia el trabajo propio, será encaminar a los niños y jóvenes a realizar evaluaciones de las teorías desde la perspectiva de otros, para enriquecer sus experiencias y conocimientos. Así, se toma una idea clara de la subjetividad que puedan tener los aportes propios y se valoran las aportaciones de sus compañeros.

f) Interaprendizajes

Además hay que hacer notar, como ventaja de los talleres, que propician los interaprendizajes e intercambios de experiencias. Se trata de una característica más que importante de esta dinámica, la cual la separa de todas las demás.

Otras modalidades de trabajo valoran mucho la labor y los logros individuales. En cambio, aquí buscamos un aprendizaje colectivo –basado en la colaboración– en el que todos los participantes podrán aportar conocimientos individuales y valiosos, experiencias y habilidades para la consecución de un objetivo de grupo. Así se fomenta la interrelación de las aportaciones de todos, la cual nos ayuda a optimizar resultados y a impulsar las aptitudes de cada individuo.

Incorporamos de este modo, también, relaciones de trabajo experto-novato que evitan el rezago de los participantes a par-

tir de la asistencia que le prestan sus compañeros. El taller se fundamenta en el principio de horizontalidad o relaciones entre iguales. Se busca evitar la sensación de superioridad ya sea del guía o cualquier otro participante. De esta manera se contribuye a la maduración cognoscitiva del individuo, minimizando la dependencia permanente con un docente y, en la misma medida, impulsando la iniciativa de los participantes.

A partir de dichos procesos el niño o joven se concibe a sí mismo –más que como un receptor de conocimientos– como un constructor de aprendizajes, capaz de realizar aportes útiles por sí solo.

No es raro que los educandos –acostumbrados toda su vida a recibir y guardar información– encuentren problemas al tratar de adquirirla por sí mismos. Debemos retomar la importancia del papel de nuestro guía. Asumiéndose como un orientador de las distintas situaciones de aprendizaje, facilitará la transición de una dinámica a otra y favorecerá los procesos desarrollados por los participantes.

Por último, con los talleres, lograremos identificarnos con uno de los papeles y objetivos fundamentales de la ciencia y la tecnología: aplicar el conocimiento y las habilidades adquiridos en situaciones nuevas. Le daremos, de este modo, un valor crucial no sólo a la información que hemos adquirido sino a los mismos procesos. Los niños podrán ejercer poder sobre la naturaleza, por medio del conocimiento, que es probablemente uno de los logros más satisfactorios que la ciencia nos puede dar.

3.4. *Los talleres de ciencia recreativa*

Una ventaja de los talleres es la gran versatilidad de sus dinámicas. Podemos organizarlos lo mismo en la escuela que en otros espacios especialmente destinados a ello. En cualquier caso, aparecen como una oportunidad de aprender (y jugar) de un modo nuevo y no como una obligación más.

Aunque acabamos de revisar las características generales inherentes a las dinámicas de nuestro interés, es oportuno acla-

rar la gran diversidad de actividades identificables como talleres. Éstos pueden ser tan variados como los caracteres de los guías.

Muchos –cuando nos iniciamos en la divulgación– modelamos nuestra dinámica a partir de una actividad que observamos y nos agradó. Poco a poco le vamos impregnando nuestra personalidad –y aportes tomados del trabajo de otras personas– hasta que conseguimos un taller único, uno propio. Lo importante aquí es sentirnos cómodos con la dinámica que llevamos a cabo, que no resulte forzada, para desenvolvernos de manera natural y mejorar nuestros resultados.

Además, cada uno de los problemas que podemos intentar resolver plantea retos particulares por sus características. Si bien exigen ser encarados desde distintos enfoques, pueden resolverse a partir de unas actividades flexibles bien planteadas, diseñadas y ejecutadas. Se trata de dinámicas lúdicas que inducen al participante a ver la diversión que se desprende de la ciencia.

3.4.1. Descripción

Nuestras actividades científicas divertidas se llevarán a cabo en un ambiente despreocupado. El guía, visto como una figura accesible, un “amigo”, se encargará de establecer las condiciones que permitan a los participantes adquirir un conocimiento, una habilidad o el gusto por la ciencia.

Estamos acostumbrados a un sistema educativo que, por motivos prácticos, es muy restrictivo en lo referente al comportamiento de los alumnos. Debemos estar sentados poniendo atención a la clase impartida por el docente; no se permite hablar entre compañeros –salvo en algunas excepciones– ni manipular los objetos de estudio.

En los talleres de ciencia recreativa, en cambio, se realizan juegos investigadores en los que se formarán equipos que buscarán la explicación de ciertos fenómenos observables y manipulables. El guía sólo participará para agilizar las actividades: establecer reglas, crear un ambiente propicio para el desarrollo

de la actividad y facilitar conocimientos, en la medida en que a los participantes se les dificulte adquirirlos.

Los juegos, como su nombre lo indica, deberán caracterizarse por la diversión, el deleite. El participante debe considerarlos una actividad estimulante en la que se puede desenvolver con libertad. En un marco de orden, se debe procurar que los niños y jóvenes puedan hacer muchas de las cosas que por lo general se les prohíben –como gritar y saltar–, de modo que se sientan en un ambiente favorable.

Los grupos de trabajo se deben estructurar de un modo que propicie la labor en equipo y de una manera horizontal a fin de evitar individualismos. Esto último porque es común encontrar un integrante del grupo que de manera natural asuma el liderazgo en la actividad. A quien haga tal papel se le podrá encomendar –aprovechando sus aptitudes– la tarea de evitar los rezagos de algún miembro de su equipo.

Los talleres también fomentan la libertad de aportación e intercambio de ideas, siempre en un marco de respeto entre los participantes. Así, por un lado se favorece la contrastación de opiniones entre los jóvenes –con lo que se ayuda a que entiendan cómo el trabajo científico se ve depurado– y por otro se estimulan tanto su desenvolvimiento como sus habilidades verbales y de estructuración de ideas.

Aunque solemos pasarlo por alto, aun los grandes científicos a veces tienen dificultades para expresar sus ideas con claridad. En el caso de las actividades con jóvenes, es común el caso de que alguno ha entendido por completo el fenómeno con el que se está trabajando y, sin embargo, no es capaz de explicarlo a sus compañeros de manera coherente. Los talleres están orientados a dotarlos de herramientas que les permitan evitar este tipo de obstáculos.

Las discusiones dentro de los equipos se vuelven fundamentales para estimular a los participantes a alcanzar un óptimo desarrollo de sus habilidades de expresión. También resultará útil invitar a los jóvenes a leer materiales relacionados con los temas tratados, especialmente publicaciones de divulgación de la ciencia (revistas, volantes, suplementos e incluso sitios web)

que se manejen en un código lingüístico que les sea familiar y accesible.

Las personalidades de los participantes pueden ser tan variadas como sus talentos y habilidades. En las dinámicas grupales será importante sacar provecho a las mayores habilidades de cada niño o joven. Así se verá a sí mismo con un potencial papel dentro de la ciencia e identificará cualidades que lo puedan hacer un buen científico.

Paralelo a lo anterior se debe buscar asignarle a los participantes tareas vinculadas con las cosas que más les guste hacer. Dicha estrategia puede constituir un puente sólido para lograr interesarlos en la ciencia desde edades tempranas.

Todos estamos en la constante búsqueda de un sentido de pertenencia, de encontrar nuestro nicho. Con los puntos anteriores, relacionados a talentos y preferencias, hacemos partícipes a los niños de una actividad de investigación productiva que ofrece resultados –fácilmente identificables– que les dan la satisfacción de alcanzar un objetivo común, aportando la utilidad propia al equipo.

Al hablar de equipos siempre nos llega a la mente la competencia, otro aspecto importante que debemos explotar en los juegos. Así como el ser humano cuenta con una naturaleza lúdica, también podemos señalar que es competitivo de manera innata. Siempre que tengamos en perspectiva la posibilidad de ganar, nos haremos partícipes de una actividad con más ahínco.

En algunos casos será bueno realizar actividades competitivas para maximizar la participación en ellas. Sin embargo, hay que poner especial atención en el diseño de estas competencias. Donde existe un ganador siempre habrá un perdedor, quien –por lo desagradable de la derrota– puede sentirse repelido por la ciencia.

Debemos lograr que –como parte de la actividad– se alcancen logros colectivos que resulten satisfactorios para todos los integrantes. Los juegos se desarrollarán de modo tal que se puedan obtener muchas pequeñas victorias para diferentes bandos, haciendo que la sensación de derrota prácticamente no exista.

3.4.2. *Edad de trabajo*

Una dinámica de juego nos otorga mucha flexibilidad al establecer un rango de edades en el cual trabajar. El principal obstáculo que podríamos encontrar es el lenguaje, puesto que éste varía mucho, dependiendo de la edad de quienes tomen parte en la actividad. Podemos establecer que mientras sea posible comunicarse satisfactoriamente con los miembros del grupo podremos desarrollar juegos científicos, siempre manejando un nivel de lenguaje acorde con las características de los participantes.

Por fortuna lo anterior no representa un gran obstáculo. Con preparación y práctica es posible identificar el entorno de los participantes, para ajustarse sin problemas a un código que facilite la comunicación. Aquí va implícito el desarrollo de la versatilidad de los guías, de modo que fácilmente puedan trabajar lo mismo con niños de cinco o seis años que con adolescentes o adultos.

Cuando nos referimos a actividades concretas, la misma temática de la actividad nos impondrá los límites de trabajo. Entre mayor sea el grado de abstracción implícito, mayor será la edad mínima necesaria de los participantes. Estos límites también pueden flexibilizarse si realizamos actividades previas que preparen a los participantes para los requisitos de la actividad principal.

En general podemos establecer una edad mínima de trabajo óptimo, entendido éste como el que produce resultados favorables, en los cinco años. A esta edad el niño ya se ha familiarizado en la escuela con actividades que demandan su atención junto con la de todo un grupo. Podemos decir que en la educación básica los niños cuentan con una gran capacidad de asombro, la cual está fuertemente vinculada con sus dudas e inquietudes respecto al mundo que los rodea. Resulta muy importante estimular adecuadamente a los niños para lograr sembrar en ellos una vocación científica de fascinación y cuestionamiento respecto a los fenómenos que los rodean.

El aprendizaje significativo será trascendental para obtener los resultados deseados. No podemos iniciar la construcción de conocimiento sin considerar las estructuras previas del participante: en caso contrario –como sucede con frecuencia– la nueva información no será asimilada.

De la mano irá también la diversión, como factor de atracción de atención y de ayuda para reforzar los conocimientos adquiridos. Hay que darle un papel protagónico al aspecto lúdico en nuestros procesos. Si logramos que el niño aprenda ciencia divirtiéndose, estará permanentemente en busca de actividades parecidas con las que pueda recibir una satisfacción como la que le otorgaron estos juegos.

Para los talleres de ciencia recreativa no podemos establecer un límite superior en cuanto a edad de participación. De hecho no existe. La ciencia es para todos divertida por igual y siempre resulta importante lograr generalizar esta concepción. Además –dentro de nuestro esfuerzo por desarrollar una cultura científica– servirá lograr que no sólo los niños, sino todas sus familias, se involucren en la ciencia. Así, el límite será más bien impuesto por el interés y la disposición propios de cada individuo, lo que determinará si se involucra o excluye en la actividad por sí solo.

Curiosamente es muy frecuente ver que al realizar estas dinámicas muchos adultos muestran un entusiasmo aún mayor que el de los niños, o más bien se vuelven niños de nuevo dentro de la actividad. De hecho en procesos abiertos al público es muy útil que los padres de familia, u otros familiares, tomen parte en los juegos. Lo anterior tiene el potencial de convertirse en un aliciente extra para que niños y jóvenes entren al juego.

3.4.3. Modalidades

Los talleres no sólo nos presentan una alta flexibilidad en cuanto a edad de trabajo se refiere; también lo hacen en lo referente al modo de trabajo. Dependiendo del contexto en que nos estemos desarrollando podemos trabajarlos de un modo formal, semiformal o no formal.

Contexto formal

Este primer caso trata el desarrollo de las actividades en el marco escolar, con cierta periodicidad y como apoyo de los planes de estudio desarrollados en los diferentes niveles educativos.

Aquí el objetivo principal es reforzar el conocimiento adquirido en clase, facilitar su asimilación y entender de manera práctica su importancia. Surge la posibilidad de asimilar la ciencia como tarea cotidiana y no como algo exclusivo de los libros de texto.

Para reforzar la actividad es muy útil que el juego se lleve a cabo antes de revisar el tema en los cursos regulares. De tal suerte –cuando llegue el momento de analizar el fenómeno a detalle– se contará con más elementos para entenderlo y asimilarlo con facilidad.

Contexto no formal periódico (semiformal)

Podemos ubicarlo como un punto intermedio entre el formal y el no formal. Se desarrolla con actividades periódicas y que –sin estar ligadas a los planes de estudio trabajados en la escuela– cuentan con un programa de trabajo. Este último se orienta a la óptima asimilación de los conocimientos transmitidos y a estimular el desarrollo de las capacidades cognoscitivas de los participantes.

Un ejemplo de este tipo de actividades es el Club Infantil de la Ciencia, desarrollado en el Museo Universitario de Ciencias. En él todos los sábados –por un periodo de dos horas– se llevan a cabo talleres de ciencia recreativa a base de juegos con un grupo de más de 60 niños y jóvenes. En este caso las actividades se apegan a un programa cuyos temas semana a semana se revisan, con una continuidad que facilita la asimilación de conceptos por parte de los participantes.

Los seguimientos no formales periódicos extraescolares, nos permiten perseguir objetivos más variados y ambiciosos, como son:

- a) Crear gusto e interés por la ciencia, así como un claro entendimiento general de ésta.
- b) Reforzar el conocimiento adquirido en la escuela y enriquecerlo con experiencias prácticas.
- c) Estimular la participación en la creación y desarrollo de actividades propias.
- d) Promover la incorporación de los jóvenes interesados a las actividades de divulgación de la ciencia.

- e) Orientar a los estudiantes hacia las carreras científicas que les puedan ser más afines.
- f) Facilitar la participación dentro de actividades de investigación con científicos locales y nacionales, de modo que puedan ver de cerca cómo se hace la ciencia hoy en día.

Actividades de este tipo se pueden efectuar en la escuela, por las tardes o incluso los fines de semana. La iniciativa no es exclusiva de instituciones académicas; puede surgir de grupos independientes interesados en realizar esta labor.

Contexto no formal

Dentro del contexto no formal podemos considerar talleres impartidos por individuos, grupos o instituciones especializados en organizar prácticas de ciencia recreativa. Estos talleres muy rara vez cuentan con regularidad. Por lo común se llevan a cabo de manera eventual en congresos, semanas de ciencia o visitas a escuelas.

Aquí los objetivos son crear experiencias sorprendentes, agradables y significativas que queden asociadas con la ciencia. La consecución de los mismos propiciará que el niño o joven no quede satisfecho con el conocimiento adquirido en el juego y busque más, ya sea por su cuenta o tratando de participar en actividades periódicas.

Este campo resulta importante por sus propias características, pero también porque puede funcionar como un gran catalizador para el desarrollo de las modalidades anteriores. Además es capaz de ayudar a reclutar futuros cuadros dedicados a la divulgación de la ciencia.

3.4.4. Enfoques de un taller

En cualquiera de los modos en que se desarrolle la actividad, también la podemos efectuar desde distintas perspectivas. Tanto para ajustarnos a nuestros objetivos particulares, como a las características del grupo con el que estamos trabajando.

Estas perspectivas no son excluyentes. Pueden ser combinadas dentro del desarrollo de un taller para obtener mejores resultados. Tampoco están cerradas a posibles mejoras.

Retos

Una primera opción es retar a los participantes a lograr algo inverosímil de acuerdo con su experiencia cotidiana, pero que a final de cuentas –con ayuda de la ciencia– resulta muy fácil de conseguir. Dicha alternativa contribuirá a romper los esquemas del participante de un modo más fuerte que si sólo lo hubiese visto ejecutado por el guía.

Un claro ejemplo de esta modalidad se obtiene si usamos un vaso de vidrio lleno de agua y una hoja de papel: los retamos a que, ayudándose solamente con el papel, volteen el vaso sin derramar el agua. A primera vista el reto parece bastante desalentador para los niños y sin embargo, con la guía adecuada, muchas veces logran hacerlo.

Casi siempre surge una sorpresa enorme: ¿cómo puede detener el papel al agua si es mucho más ligero que ella?

Este caso nos ofrece otra útil posibilidad dentro de nuestros objetivos: enfrentar a los niños con el problema de explicar algo que no creían posible. Se tiene que revisar cada factor que potencialmente afecte el fenómeno y decidir qué es lo que lo hace posible. Se debe confrontar al niño con sus ideas para buscar cuáles están equivocadas, o bien qué le falta tomar en cuenta.

Lo anterior es un proceso cotidiano en la investigación científica, en donde comúnmente nos topamos con sucesos inesperados dentro de los experimentos. Tales sucesos nos conducen a eliminar errores, reacomodar las teorías existentes (o crear nuevas) para explicarlos.

En el caso del vaso de agua se logra identificar a la presión atmosférica. Es un fenómeno al que estamos tan acostumbrados que casi ni reparamos en él y sin embargo puede, en ocasiones, vencer a la fuerza de gravedad. Además está muy ligado a muchas cosas dentro de nuestra vida cotidiana.

Absurdo

Otra metodología de trabajo que ofrece buenos resultados consiste en plantear una actividad con los muchachos partiendo de un absurdo. Este enfoque nos conducirá a errores y empujará a los participantes a analizar a fondo un fenómeno que no ofrece los resultados esperados, para encontrar la raíz del problema.

De nuevo nos veremos obligados a encarar nuestras creencias y con base en las evidencias determinar cuál de ellas es la equivocada, para proceder a corregirla.

Por citar un ejemplo de este caso partimos de que (debido a la gravedad) los objetos más pesados caen más rápido que los ligeros. Esto puede resultar lógico si consideramos que, de acuerdo con la ley de gravitación universal, un cuerpo más pesado es atraído con mayor fuerza hacia el centro de la Tierra que uno ligero.

Una vez que pretendemos confirmar esto, dejando caer simultáneamente una canica y una piedra mucho más pesada, nos damos cuenta de que la observación no concuerda con nuestra predicción; necesitamos averiguar nuestro error.

Tras experimentar un poco con diversos objetos y sus propios compañeros, el niño observa que entre más pesado sea un objeto más difícil será moverlo; cosa que se neutraliza con la mayor fuerza de atracción gravitacional y nos conduce a que, en la Tierra, todos los cuerpos caen con la misma aceleración como consecuencia de la gravedad.

Este ejemplo es muy práctico ya que nos ayuda a desmentir una creencia que fue generalizada por más de 1500 años y que, a pesar de la labor de Galileo, sigue vigente para mucha gente.

Para lograr que los niños o jóvenes asimilen de manera más fácil las ideas implícitas en una actividad de este tipo se pueden realizar “escenificaciones” o juegos de rol con ellos. La idea es que asuman el papel de los elementos que participan en un fenómeno y realicen las acciones que influyen en los resultados observados. Estas maquetas, o esquemas vivientes, resultan muy útiles para afirmar conocimientos.

Competencias

Una dinámica que entusiasma es la de competencias, debido a que a los niños y jóvenes les encantan los juegos donde puede haber un ganador. Para tales casos es válido recurrir a actividades más comunes, y menos experimentales, pero que llevan implícitos principios científicos y de razonamiento.

Una competencia –como podemos ver con los deportes– resulta un estímulo muy fuerte, ya que nos permite destacar ante otros; mostrarnos como individuos capaces. Siempre que vayamos a tomar parte en algo así la adrenalina nos estimula, nos emocionamos e involucramos de lleno en el suceso que se trate.

Un caso clásico de estas actividades es jalar la cuerda. Tal competencia gusta mucho a los niños y muchas veces la ejecutan sin pensar muy bien en lo que están haciendo. Rara vez tratan de razonar cómo obtener los mejores resultados.

Tras hacerlos que jalen una vez del modo al que están acostumbrados, se les explica qué es la fricción y cómo les puede ayudar en su esfuerzo por ganar. Cuando se enfrenta un grupo que ya recibió la explicación con otro que no lo ha hecho, los resultados por lo regular favorecen a los primeros.

Lo anterior provee otro punto importante de reflexión para los niños: las ventajas de tener un buen desarrollo de la inteligencia, así como de las capacidades de análisis y razonamiento. Encontramos un principio que se debe promover en todos los concursos que efectuemos: señalar las ventajas de ejercitar y saber utilizar nuestro intelecto. También cabe destacar sus ventajas sobre la pura fuerza bruta y que de ningún modo están peleadas la fuerza y el razonamiento.

Las competencias pueden hacerse tan simples como jugar a ver quién descubre primero cómo funciona el experimento que se está desarrollando. Antes de llevar a cabo los juegos se podrán hacer ajustes en las actividades que se vayan a realizar, de modo que se presenten como un concurso.

No es lo más deseable, pero la experiencia indica que cuando se separan los bandos por sexos se crea una competencia más fuerte que involucra con mucha más intensidad a todos los

participantes en la actividad. Las propias diferencias de preferencias y carácter empujan a niños y niñas a tratar, con mucho ahínco, de demostrar que son mejores que sus rivales.

Para comprometer con más fuerza aún a los participantes se les alentará a apoyar a sus equipos y compañeros con porras. Hay que hacer el ambiente lo más entusiasta posible para que, aun sin importar los resultados, la actividad se convierta en una experiencia memorable para quienes tomen parte en ella.

Experimentos

Puede parecer que en este punto estemos siendo redundantes, puesto que todas las dinámicas implican experimentación; sin embargo, en este caso se enriquecerá el juego en aras de obtener información de la actividad. Así se podrán encontrar no sólo constantes naturales importantes, sino también fórmulas fundamentales.

Seremos capaces –en la medida en que el nivel de los participantes lo permita– de acercarlos cada vez más en las actividades a la labor cotidiana de los científicos. De tal suerte habremos sentado las condiciones para dar a conocer esta profesión, cuya labor concreta se encuentra un poco aislada del conocimiento común.

Esta modalidad, además de permitir a niños y jóvenes asumir el papel de científicos, estimulará a los participantes a desarrollar o participar en proyectos de investigación, coherentes con su nivel.

Demostraciones

Cuando se lleva a cabo una actividad que implica materiales frágiles, peligrosos o escasos no es posible que todos los participantes manipulen el material y experimenten con él. En tales casos la dinámica implicará mostrar el experimento o fenómeno, enfocando esfuerzos para equilibrar la falta de interacción física con una mayor participación de los niños y jóvenes mediante el aporte de ideas, conjeturas, etcétera.

3.4.5. Requisitos

Para considerar una implantación generalizada de los talleres, dentro de cualquier ámbito, debemos tomar en cuenta que la infraestructura de nuestro país dista mucho de ser homogénea. Dependiendo del tipo de zona de trabajo –ya sea referente a estados, municipios o, por supuesto, colonias– las características del medio y los recursos con que contaremos serán muy variables. Si queremos que nuestras actividades se dirijan a un máximo de participantes debemos diseñarlas de un modo tal que impliquen un mínimo de requisitos para llevarse a cabo.

Antes de emprender un taller habrá que poner atención a las necesidades específicas del juego que vamos a realizar y analizar cómo podemos ajustarlas a las características de los medios y espacios con que contamos. Aunque cada juego conlleva sus propias exigencias, podemos especificar algunas condiciones útiles para el buen desarrollo de las dinámicas.

Espacio

De entrada sugerimos llevar a cabo estas actividades, en la medida de lo posible, en un espacio grande y al aire libre, como pueden ser los patios o canchas. Lo anterior se debe a que buscamos que los participantes se sientan en un ambiente libre y casual.

Debe evitarse que se encuentren distractores cerca del área donde se realizarán los juegos. De lo contrario se requerirán esfuerzos extra por parte del guía sólo para conseguir la atención de los participantes. Lo anterior conllevará un retraso u obstáculo para el alcance de los objetivos específicos de la actividad.

Material

Nuestra labor resultará más fácil de ejecutar, en todos los aspectos, en la medida en que los materiales para las actividades sean accesibles, baratos o reciclables. Tal circunstancia permitirá que los participantes interesados en replicar los juegos por su cuenta no encuentren problema para hacerlo.

Curiosamente, a veces son las actividades más sencillas las que despiertan un mayor asombro por parte de los niños. En

todo caso será ideal que el material utilizado dentro de los juegos pueda ser reutilizable para futuras actividades.

3.4.6. La importancia de las reglas

Todos los seres humanos necesitamos límites claros para nuestro comportamiento en toda actividad en la que nos desenvolvamos. Obviamente, los niños no son la excepción. De hecho –debido a que aún no han formado por completo su criterio– tienden a pensar que todo lo que no está prohibido está permitido. Es aquí donde desempeñarán un papel fundamental las reglas dentro del juego.

Al inicio de la actividad se debe hacer mucho hincapié en que, como en todos los juegos, no podremos desarrollarla si no seguimos las reglas. O bien, que quienes no las respeten se verán excluidos de participar con sus compañeros.

Puede ser útil la figura del guía como moderador, procurando que se sigan los lineamientos. Se debe tener cuidado en mantenerse en el papel de procurador de reglas y no de disciplinador. Se corre el riesgo de darle demasiada formalidad al juego y restringir el libre desenvolvimiento de los niños. También hay que delegar en los participantes la responsabilidad de hacer respetar las reglas, de modo que el guía no sea visto como un árbitro, figura que tampoco es considerada como agradable o amigable.

Las reglas pueden variar de acuerdo con las condiciones y necesidades de un grupo o una actividad particulares, pero siempre girarán alrededor de un óptimo desarrollo del juego y de la consecución de los objetivos que éste persigue. Podemos establecer algunas que son comunes a todas las dinámicas:

- *Respeto a los compañeros y su trabajo.* Incluye poner atención y tomar en cuenta las acciones y opiniones expresadas por los participantes, no hacer burla de ellas, no interrumpirlos, no ofenderlos, no arrebatárselos el material ni maltratar el trabajo que hayan realizado.
- *Orden.* En muchos casos las actividades ocasionan un gran entusiasmo en los niños, lo que los conduce a expresar simultáneamente sus opiniones. Tal suceso entorpece mucho el de-

sarrollo del juego. Aquí el orden vuelve a ser responsabilidad del guía, quien se asegurará de que los niños levanten la mano para pedir el uso de la palabra y, también, de asignar el orden correspondiente para hablar.

Lo mismo sucederá al emplear los materiales que sean requeridos en el taller. Se deberá inducir a un trabajo ordenado con papeles claros dentro de los grupos, para propiciar el mejor desarrollo del trabajo.

- *Compromiso con la actividad.* Se debe resaltar que para que todos se diviertan, aprendan y le saquen el máximo provecho a la actividad se requiere que aporten su ánimo, entusiasmo, esfuerzo y dedicación. En coherencia con lo anterior, el desarrollo de las actividades se debe efectuar de modo tal que mantenga el interés de los niños en ellas.

Por otro lado, las reglas no aplicarán exclusivamente a los niños, sino que el guía también deberá obedecer ciertos lineamientos al desarrollar la actividad:

- *Mostrar trato de iguales a los niños.* Todo inicia por hacerles sentir que su opinión importa tanto como la de cualquier otra persona que participe en la actividad, incluido el propio guía. Aquí podemos también implicar el punto de respeto que anteriormente se señaló, agregando el no gritar ni ofender a los participantes.

Por otro lado se deberá tratar igual a los niños, sin tener preferencias ni favoritismos, puesto que de pasar esto los participantes sentirán que su esfuerzo no es valorado y perderán interés en el juego, o simplemente se alejarán del guía.

- *Tolerancia a opiniones equivocadas.* Cuando hacemos que un niño se sienta tajantemente equivocado, se le frustra. En muchos casos lo anterior puede conducir a que se aisle de la actividad o disminuya su confianza para expresarse abiertamente. Debemos alentar a los participantes a que manifiesten sus ideas y opiniones, haciéndoles saber que todas aportan algo. Depurando errores es como se hace la ciencia.

Como mencionamos, dependiendo del entorno las reglas anteriores se pueden ver recortadas o enriquecidas. Además las mismas actividades indicarán la necesidad de agregar nuevos lineamientos.

Manual del guía

*Una explicación elegante es muy buena,
pero una sencilla es mejor.*

Albert Einstein

EL GUÍA desempeña un papel fundamental para el buen desarrollo de los talleres de ciencia recreativa. Por tanto es muy importante establecer claramente las principales características que debe poseer (o al menos los ideales que ha de buscar).

Es el responsable del desarrollo de las actividades. Su labor consiste en orientar a los participantes por un camino flexible, de acuerdo con las características del grupo de trabajo. Dicho "trayecto" será el agente para alcanzar los objetivos generales que planteamos respecto a la ciencia y los particulares que, en cuanto a aprendizajes o habilidades, plantee la actividad.

Para desempeñarse de manera adecuada en el papel de guía, los interesados deben tener en cuenta ciertas características que los ayudarán a facilitar su labor. A continuación las revisamos rápidamente.

Edad

Para el desarrollo de las dinámicas, con base en la experiencia, sugerimos una edad mínima de 15 años para los guías. Así cuentan con un desarrollo cognoscitivo que les permite visualizar, estructurar y desarrollar las actividades. Sin embargo, este límite no debe verse como una barrera totalmente rígida. Es posible que jóvenes con 13 o 14 años cuenten con la madurez, el interés y las habilidades necesarias para fungir como guías.

En cuanto al límite superior, la edad no importa. Mientras el guía se disponga a trabajar con entusiasmo, se podrán obtener resultados satisfactorios teniendo 20 ó 60 años.

Capacitación

Antes de empezar a desarrollar una actividad se deben dominar la metodología apropiada y el contenido de ésta: se deben tener claros los términos que se vayan a usar. En caso contrario el proceso podría no funcionar o se les estarían inculcando conceptos erróneos a los niños.

Desenvoltura

Si bien no es indispensable, resultará óptimo que los guías sean personas extrovertidas a las que no se les dificulte hablar ni lograr que los demás hablen. Es necesario proyectar un gran ánimo e involucrar a todos los participantes en la actividad. Será útil trabajar en la voz, ya que en muchos casos es necesario desarrollar las actividades con grupos grandes en los que –si no se usa un tono adecuado– muchos educandos acaban por distraerse.

Deleite

Quienes se dediquen a esta actividad deben hacerlo por voluntad propia, nunca forzados por terceros u requisitos de alguna instancia. Parte importante del éxito en nuestras dinámicas estará influenciada por la actitud del guía. El guía debe disfrutar sus actividades, para así entregarse a ellas (al momento de prepararlas y realizarlas) por completo y convertirse en un verdadero estímulo para los participantes.

4.1. Consideraciones

A partir de lo anterior, hemos de plantear un modelo de guía en el aprendizaje que difiere de la visión clásica de un profesor. Por

lo general al docente se le ve como proveedor del conocimiento “predigerido” para que lo memoricen los educandos y observador del trabajo que les asigna a sus alumnos. Nuestro guía debe ser un facilitador de las actividades que:

- i) Crea situaciones idóneas para que los alumnos logren colectivamente construir su conocimiento.
- ii) Proporciona el material de estudio o la forma de conseguirlo.
- iii) Promueve y motiva la participación de las personas durante la realización del taller.
- iv) Orienta y reconduce las tareas.
- v) Promueve la meditación y la obtención de conclusiones acerca de lo aprendido.
- vi) Tiene un profundo respeto por las opiniones de los participantes. Los acepta tal como son y reconoce la singularidad y capacidad de cada uno.

Además, para cumplir con su labor de un modo satisfactorio existe una serie de aspectos importantes que se deben tomar en cuenta:

a) *Convicción y compromiso*

Sin lugar a dudas, los guías deben estar claros de “por qué”, “para qué”, el “qué” y el “cómo” de su labor. De otro modo no podemos aspirar a que realmente estén comprometidos con la divulgación de la ciencia. Con el “¿por qué?” nos referimos a los motivos personales que empujan al divulgador; el “¿para qué?” se orienta a los objetivos concretos que se pretende alcanzar, respecto a los participantes; “¿qué?” implica el tipo de esfuerzo que se llevará a cabo y, por último, “¿cómo?” hace alusión a la metodología concreta que se usará.

Será indispensable que cada guía se dé tiempo para hacer un análisis de estos puntos. En la medida en que se vean envueltos en el proceso de planteamiento y solución de estas inquietudes, se volverán divulgadores realmente comprometidos con su labor.

El compromiso llevará a los guías a conocer los retos y dificultades que se presentan en la labor cotidiana de divulgación

y enseñanza de la ciencia, así como alternativas para hacerles frente.

b) Lenguaje adecuado

Con frecuencia la labor que describimos la llevan a cabo personas altamente comprometidas con la ciencia, acostumbradas a manejar términos que resultan complejos para el público no especializado. Precisamente al que nos interesa dirigirnos.

Será necesario, para propiciar acercamientos, minimizar el manejo de estos términos con los participantes. Hay que tratar de exponer todo con las palabras más sencillas posibles, de modo que el código de lenguaje no represente una barrera. Es claro que –conforme los participantes se encuentren más familiarizados con la ciencia– podremos, de manera paulatina, elevar la complejidad de los conceptos utilizados.

c) Saber escuchar

Por otro lado, el guía debe entender que no es poseedor de la verdad absoluta. No sólo puede sino que debe tomar ideas de los planteamientos de los participantes, quienes en realidad son sus compañeros de investigación.

Comúnmente los adultos tenemos muchas restricciones –autoimpuestas en la mayoría de los casos– que nos impiden afrontar un problema sin sesgo. En niños y jóvenes estas restricciones son mucho menores. Sus enfoques, a veces ingenuos, son mucho más ricos, audaces y eficaces. La labor del guía consiste en prestar atención a las ideas aportadas por quienes toman parte en la dinámica, para lograr los mejores resultados.

d) La seriedad de la diversión

Quien se decida a participar como guía en actividades de ciencia recreativa deberá estar consciente y convencido de lo que

está haciendo, del papel que desempeña y las responsabilidades que implica. Esto no está peleado con la diversión mediante los juegos o experimentos que se lleven a cabo. De hecho, desde nuestra particular visión, si el guía se está divirtiendo esto redundará en una mayor probabilidad de diversión para los niños y jóvenes participantes. Entonces, el guía debe funcionar como un detonador recreativo. En caso contrario –si se manifiesta apático, aburrido o demasiado serio– puede desembocar en el fracaso de la actividad.

e) *Vale más una pregunta...*

En su papel de facilitador, el guía debe ceder la iniciativa a los niños y jóvenes por medio de preguntas. Tales cuestionamientos los empujarán a reflexionar acerca del tema revisado o a analizar los fenómenos que están observando. Lo anterior puede contribuir al proceso de desarrollo que implica organizar las ideas propias para poder compartirlas de un modo fiel y claro.

El guía orientará a los niños para que sean capaces de identificar los principales factores que toman parte en el fenómeno analizado. Después se les conduce a formular hipótesis encaminadas a explicarlo. Así estimulamos al participante a que analice, critique y piense. Se marca una diferencia importantísima con las clases convencionales, las cuales buscan una memorización del conocimiento que ha sido transmitida por el docente.

Por lo general es mejor dejar a los participantes con una inquietud que con una respuesta. De esta manera se contribuirá a convertirlos en permanentes investigadores de su realidad.

f) *Las reglas*

Aunque el guía no debe ser visto como un disciplinador, es frecuente que se presenten casos en los que un participante no sólo se resista a colaborar en la actividad sino que presente un comportamiento que va en detrimento de ésta.

Un ejemplo bueno de cómo explicarle a los niños que deben comportarse bien es estableciendo una analogía entre nuestras dinámicas de ciencia y los juegos que ellos normalmente realizan, ya sean deportes o dinámicas de otro tipo. En todos los casos hay objetivos y reglas, las cuales debe acatar todo participante que quiera jugar y que se establecieron para el buen desarrollo de las actividades.

En los casos en que irremediamente el niño se muestre renuente a modificar su comportamiento –y habiéndose agotado los esfuerzos positivos para que participe de modo favorable– se le tendrá que excluir de la actividad.

4.2. Desarrollo de las actividades

Las dinámicas que buscamos desarrollar no son restrictivas y permiten a cada guía plasmarles su sello particular: el giro propio que le permita desarrollarlas y ¿por qué no? disfrutarlas. Siempre con la base de su propio carácter y respetando el modo de aprender de los participantes.

Aun así, podemos sugerir ciertos lineamientos y ejemplos que pueden resultar útiles en la estructuración y desarrollo de las actividades. A continuación desglosamos puntos importantes para el desempeño de un taller. Cabe aclarar que se trata solamente de una propuesta, susceptible de enriquecerse de múltiples maneras.

a) Presentación. El guía se presentará y hará hincapié en que los participantes lo llamen por su nombre. Esto es importante para propiciar una atmósfera de mayor cercanía, al hacer que se le vea como un igual.

Asimismo, se les comenta qué es lo que se va a hacer –a jugar con la ciencia– y cuáles son el nombre y los objetivos particulares de la actividad. Ahora, en caso de no estar familiarizado con el grupo, se les pregunta su edad, a qué escuela asisten, su grado, etcétera.

Ejemplo: “Hola, yo me llamo Miguel; ¿Cómo me llamo?”:
MIGUEL.

“Muy bien, pues el día de hoy estoy con ustedes porque vamos a jugar con la ciencia”.

b) *Exploración*. No podemos empezar la actividad sin tener claro el entorno de los participantes. Procede hacer una exploración mediante preguntas que permitirán ubicar el nivel y punto de partida para el proceso, así como las ideas que servirán de enlace para el aprendizaje significativo. En caso de que no se tengan nociones claras se les dará una perspectiva general antes de iniciar la dinámica.

Ejemplo: “¿Alguno de ustedes sabe qué es la ciencia?”, “¿Para qué sirve?”, “¿Creen que ustedes puedan ser científicos hoy?” “La ciencia es la encargada de describir y predecir el comportamiento de la naturaleza; nos dice cómo pasan y por qué pasan las cosas.” “La ciencia, y en concreto la física, nos ayuda en un sinnúmero de cosas en nuestras vidas, desde la estufa o el calentador de agua hasta la televisión, los carros y las computadoras.” “Hoy, dentro de nuestros juegos, todos vamos a ser científicos.”

c) *Desarrollo*. Una vez que establecimos el punto de partida ponemos manos a la obra, las manos de los participantes. Hay que tratar de delegar lo más posible la actividad en ellos y procurar la participación de todos por igual en el juego o experimento. Para esto resulta muy práctico dividir a los participantes en grupos.

Como estímulo para que se involucren totalmente en las actividades, se fomentará un ambiente competitivo entre los grupos. Se les puede poner nombre, para que se puedan vitorear. Los equipos buscarán alcanzar retos establecidos por el guía de modo que todos los participantes puedan alcanzar triunfos y así evitar sensaciones de derrota.

Obviamente, el desarrollo de la actividad variará mucho en función de las características propias del juego que se esté ejecutando.

Ejemplo: “Vamos a formar equipos de cinco integrantes”. “Pónganle nombre a su equipo. A ver quién lo hace más rápido”. “Bueno, con ayuda de esta bomba de aire, papel, pegamento, colores, agua y el unigel que está ahí vamos a lanzar botellas de refresco como si fueran cohetes. Les voy a dar material y vamos a ver quién hace que su cohete vuele más alto y, aparte,

quién hace el cohete más bonito”. “Cada equipo tiene que decidir cómo lanzar su cohete y designar a quien lo va a lanzar”.

d) Deliberación y explicación. Ya sea antes de desarrollar la actividad –porque necesiten planearla– o después –para entenderla– los participantes aportarán ideas para encontrar la explicación del fenómeno en cuestión. El guía deberá formular preguntas que los encaminen a alcanzar los conceptos buscados. En caso de que se dificulte hallar la explicación, el guía será el encargado de proveerla. La información revisada –aun para un mismo fenómeno– será tan variada como desarrollos cognoscitivos podamos encontrar, la que incluimos sólo sirve de ejemplo o referencia.

Retomaremos los gritos al unísono para remarcar los conceptos importantes que se hayan aprendido o revisado, para que se asimilen con facilidad.

Ejemplo: “¿Por qué si con la bomba le metemos aire a la botella, ésta sale volando?”. “¿Qué pasa si le agregamos otras cosas, como agua o tierra?”. “¿Alguna vez han visto algo parecido a esto?”

“El cohete (envase) se eleva porque conforme le metemos aire, éste se encuentra cada vez más apretado dentro de él; tiene más presión, la cual es detenida por nuestro tapón de unicel. En un momento dado la presión es tan grande que el tapón se rompe, el aire escapa rápidamente de la botella y en el proceso empuja nuestro cohete y lo hace elevarse. Lo anterior se conoce como propulsión y es el mismo principio que permite que los cohetes que se envían al espacio se eleven.”

e) Conclusión. Tras finalizar con las etapas anteriores se buscará obtener conclusiones y resolver dudas respecto al fenómeno en cuestión, así como examinar posibles aplicaciones cotidianas del mismo.

Para cerrar la actividad, se les recuerda la importancia de lo que se ha analizado –así como de la ciencia en general– y se ahonda en el hecho de que, como acaban de ver, hacer ciencia es algo que puede ser muy divertido. Por último se les invita a participar en posibles actividades cotidianas de ciencia o a realizar pequeños y seguros experimentos en sus casas.

Ejemplo: “¿En nuestras vidas dónde más podemos ver o aplicar lo que acabamos de ver?”, “¿Creen que pueda ser muy útil?” “¿Se divirtieron?”

“Con el juego anterior –como vimos todos– buscamos cómo hacer que el cohete se eleve. Para ello le tuvimos que aplicar energía a fin de que cambiara de lugar en cierto tiempo. Aquí pudimos ver en un solo juego las cuatro cosas más importantes que estudia la física: materia (cohete), energía (que le damos al bombear aire), espacio (en donde se mueve el cohete) y tiempo (que transcurre desde que empezamos hasta que terminamos la actividad).”

“¿Verdad que la ciencia es útil, fácil y divertida?” “Como pudieron ver, con el material que usamos –incluso en nuestras casas y con cosas sencillas– es fácil jugar a hacer ciencia”.

A preparar los juegos

Para un niño, jugar es la cosa más seria del mundo.

Patllori

AL CONTRARIO de lo que se podría pensar, jugar a hacer ciencia no es un juego de niños. Los talleres recreativos –nuestros juegos– requieren de compromiso para su realización efectiva. Además de tomar en cuenta los aspectos metodológicos mencionados en capítulos anteriores, el guía debe preparar sus actividades de manera adecuada.

Los juegos no deben ejecutarse de manera espontánea o improvisada; se requiere de respaldo y preparación: un modelo.

Una vez que se ha decidido llevar a cabo actividades de divulgación por medio de talleres, el primer paso es preparar los modelos que se desea emplear. Los modelos implican tanto actividades de experimentación como representaciones de fenómenos con los que no se puede trabajar de manera directa.

5.1. Los modelos

Los modelos lúdico-experimentales, encaminados a propiciar acercamientos recreativos con la ciencia mediante talleres, deben contar con los siguientes elementos:

- a) *Objetivos.* Ya sea en cuanto a propiciar aprendizajes o en lo referente al desarrollo de actitudes y aptitudes favorables a la ciencia, todo modelo debe tener bien definidas las metas que persigue.
- b) *Estructura.* Las características únicas de cada actividad requieren una aproximación específica para optimizar el proceso. No se puede

tratar igual un taller en que los participantes construyen un aparato a otro en el que enfrentan un reto o uno totalmente demostrativo. Cada modelo debe tener una estructura propia.

c) Interacción completa. Aunque el término interactivo ha sido muy usado en los últimos años –especialmente para museos y centros de ciencia– no siempre se le considera en su real dimensión. En todos los aspectos se propiciará que los participantes hagan suya la actividad. Nuestros modelos deben buscar una interacción completa: intelectual, emocional y física.

d) Material. Resulta obvio que cada modelo, en función de las características anteriores, necesita de material para que se pueda llevar a la práctica. El reto fundamental es diseñar nuestros modelos de un modo tal que puedan desarrollarse con materiales comunes, baratos e incluso de reciclaje.

Hay diferentes maneras de abordar el desarrollo de un modelo: replica, ajuste y diseño. A continuación ahondamos en cada modalidad.

5.1.1. Réplica

El primer caso es el más sencillo de todos; consiste en repetir un modelo tal como se observó en alguna actividad de divulgación o en alguna otra fuente (libro, cuadernillo, internet, etc.).

Es común observar alguna actividad en un museo o en un taller y quedar encantados con ella, al grado de querer implementarla –tal cual fue vista– en futuros talleres. En este caso sólo es necesario un adecuado apropiamiento de la dinámica: desde identificar la estructura hasta dominar el marco teórico de la misma.

5.1.2. Ajuste

Otras veces conocemos alguna actividad interesante pero que en su estado inicial no puede desarrollarse de manera completamente satisfactoria. Esto puede obedecer a diferentes razones,

desde requerir material poco accesible hasta limitar la participación o ser poco llamativa.

En estos casos se procede a ajustar los aspectos necesarios para que el modelo pueda desempeñarse con éxito. El ajuste implica tanto apropiación de la estructura como dominio de los contenidos de la actividad, con el agregado del aporte creativo capaz de optimizar su desarrollo.

Frecuentemente se usan –para esta modalidad– experimentos realizados anteriormente por científicos, adaptados para servir a los fines de las actividades de divulgación. Tal es el caso de la descomposición de la luz de Newton, la caída de los cuerpos de Galileo o el diablillo de Descartes.

5.1.3. *Diseño*

Así como la propia actividad científico-tecnológica vive en una permanente búsqueda de innovación, la divulgación también requiere de una constante incorporación de nuevos modelos. Así se aumenta la oferta cuantitativamente y se refuerza la coherencia de las actividades con la realidad de los participantes.

El diseño de nuevas actividades cobra especial importancia cuando la divulgación se lleva a cabo en el marco de un seguimiento periódico, como sucede en el Club Infantil de la Ciencia (programa llevado a cabo todos los sábados en el Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas). Cuando los participantes se mantienen en el programa durante largos periodos, nos “obligan” a generar nuevas actividades para evitar aburrirlos y conseguir mantenerlos con una perspectiva agradable de la ciencia.

Los modelos pueden generarse partiendo de dos enfoques:

i) Temático. Se elige un tema específico con el que se desea trabajar y se busca idear modelos capaces de ilustrar los diferentes principios vinculados con él. Existen ejemplos en este sentido, como el Taller Infantil de Física Espacial, grupo especializado en actividades de astronomía, o bien el Grupo Quark, que en Zacatecas se ha dado a la tarea de desarrollar modelos de mecánica cuántica.

El trabajo en este frente requiere un comprometido estudio del tema seleccionado –tanto conceptual como históricamente–, de modo que se cuente con los elementos suficientes para poder diseñar modelos fieles a los principios científicos.

ii) Práctico. En nuestra vida diaria encontramos múltiples fenómenos de manera cotidiana –lo mismo en la naturaleza que en el funcionamiento de aparatos– susceptibles de ser repetidos en el marco de un taller. En este caso se consigue la ventaja de una gran pertinencia con la vida de los participantes.

Una vez identificado el fenómeno de interés, se procederá a investigar la temática relacionada y establecer la estructura del modelo para su trabajo.

5.2. La importancia de los contenidos

Sería mejor si empezaras a enseñar a otros sólo después de que hayas aprendido algo.

Albert Einstein

La mayor parte de este libro se ha dedicado –hasta ahora– a la forma de realizar los procesos enseñanza-aprendizaje. Esto de ninguna manera implica una menor relevancia del fondo del proceso. Es muy importante ser cuidadosos con los contenidos impartidos en los talleres.

5.2.1. Equilibrio diversión-aprendizaje

Hemos hecho mucho hincapié en la necesidad de conseguir que nuestras actividades de ciencia sean sumamente divertidas. La experiencia satisfactoria de los participantes es un elemento central, pero no es el único. Tenemos que ser cuidadosos en no generar actividades vacías: divertidas pero ajenas a cualquier conocimiento científico.

Múltiples museos y centros de ciencia se han visto enfrascados en esta problemática, desviándose de su labor para con-

vertirse en parques de diversiones. Se desperdicia un marco muy favorable para permitir a sus visitantes apropiarse de conocimientos y –en muchos casos– acaba ofreciéndose la idea de aprender en vez de la oportunidad de realmente desarrollar aprendizajes.

La justificación se plantea con base en el afán de crear un gusto por la ciencia, para llevar a los participantes a involucrarse en futuras actividades por su cuenta. Aunque en principio esta idea es muy buena, cuando la actividad que crea el “gusto” es vacía –en cuanto a contenido científico real– se genera una falsa imagen de la ciencia.

Será trascendental el sano equilibrio entre el fomento de la diversión y el gusto por la CIENCIA. Poner ciencia con mayúsculas quiere decir que las actividades deben considerar aspectos realmente vinculados con ella: conocimientos, dinámicas de trabajo, actitudes críticas y creativas, etcétera.

Para cumplir con ello, los guías deberán contar con elementos teóricos suficientes para desarrollar la actividad. Aquí van implícitos el dominio de la información ligada de manera directa al modelo y la estructura del trabajo científico. Especialmente –si se trata de propiciar que los participantes construyan su propio aprendizaje– se deberá conocer el tema lo suficiente para encausar los aportes por el camino adecuado.

Es frecuente que en los talleres se aporten ideas con un vínculo muy débil –casi nulo– con el tema central de la actividad; sin embargo cuentan con un vínculo sólido con las estructuras previas de los participantes. Lejos de desechar estos aportes, la tarea de los guías es aprovecharlos para generar eslabones capaces de unir las ideas de los participantes con la temática abordada. Un buen conocimiento del modelo será útil para enlazar los conceptos vertidos en el taller con el tema central y alcanzar aprendizajes significativos.

5.2.2. Saber decir “no sé”

Durante el desarrollo de los juegos es común que surjan muchas dudas. De hecho podemos considerarlo muestra de una buena dinámica. Si el guía entiende los temas vinculados a su acti-

vidad no sólo podrá responder las dudas sino que lo hará de manera pertinente, obedeciendo al contexto de los participantes.

Si bien deben conocer y entender los fenómenos ligados a sus juegos, los guías no tienen que ser enciclopedias de la ciencia ambulantes. De hecho un guía “sabelotodo” contribuye a la mitificación de los científicos como genios eruditos, seres especiales cuyas capacidades son inalcanzables para las personas comunes.

Este mito es uno de los obstáculos que debemos minimizar para el desarrollo de una cultura científica. Siempre que surja alguna pregunta que el guía no sea capaz de resolver la respuesta será sencilla: “No sé”. Así tendremos a la mano un ejemplo del espíritu científico, la búsqueda de respuestas a las inquietudes que nadie ha podido resolver aún. Hay que resaltar el papel del científico como persona dedicada a desentrañar respuestas en la naturaleza.

En principio esta solución parece muy sencilla pero requiere de toda nuestra humildad para iniciarla. A veces los divulgadores nos enamoramos de la idea de “ilustrar” a los participantes con nuestro conocimiento y de la fascinación que así se genera en ellos. Esta alternativa nos hace renunciar al pedestal establecido por la admiración de los participantes, para permitirles ver mucho más accesible al hombre de ciencia.

Claro que el poder decir “no sé” no debe convertirse en una justificación para la falta de compromiso con el entendimiento de los principios científicos inherentes a la actividad. El guía debe prepararse del mejor modo posible, aunque sabrá que tarde o temprano habrá de recurrir a esta respuesta.

Es obvio que en tal caso no nos conformaremos con ella. Posteriormente se tendrá que invitar a los participantes a emitir su opinión al respecto para formular una conjetura como intento de dar solución a la inquietud. En último término el guía debe comprometerse a investigar la respuesta e invitar a quienes participaron en el juego a hacer lo mismo.

Así podremos acercar más a nuestros participantes a procesos de investigación e incentivarlos a mantenerse vinculados con la ciencia.

5.2.3. *Las analogías y sus límites*

Cuando en los juegos se abordan temas complejos, o poco familiares para los participantes, existe una herramienta muy útil para facilitar la ejecución exitosa de los talleres: las analogías.

Mediante una analogía se establecen las similitudes entre el fenómeno analizado en el juego y algún proceso más conocido para los participantes. Por ejemplo, cuando el tema es la tensión superficial se puede hacer una representación con los participantes –entrelazando sus brazos– actuando como moléculas de agua unidas unas con otras.

Esta herramienta es muy eficaz para conseguir vincular conocimientos previos con la información nueva provista en el taller. Además, cuando construimos analogías para caracterizar principios científicos fuera de nuestro alcance cotidiano –sobre todo cuando pertenecen a escalas enormes o muy pequeñas– llegamos a modelos que representan fenómenos.

Se presenta, de esta manera, una característica específica de ciertas áreas de la ciencia –como la cuántica y la relatividad– en la cual las representaciones describen satisfactoriamente el comportamiento de las cosas. Tal es el caso en la dualidad onda-partícula de los fotones y los electrones, las nubes electrónicas o la curvatura espacio-tiempo.

Si bien las analogías son todo un estuche de monerías, tenemos que ser cuidadosos en su uso. Se debe elegir minuciosamente el punto de apoyo –fenómeno comparado con lo revisado en el juego–, de modo que se mantenga la fidelidad con el principio científico.

5.2.4. *“Divulgamiento”*

Con el afán de hacer la información muy accesible para los participantes –con analogías o sin ellas– muchas veces corremos el riesgo de simplificar tanto las cosas que el conocimiento construido no tiene ninguna coherencia con el conocimiento científico del cual surgió o debía surgir.

También puede suceder que una mala preparación –combinada con el interés de explicar las cosas o responder preguntas– lleve al guía a ofrecer información falsa a los participantes.

Podemos definir como divulgamiento de la ciencia todas las actividades que deberían hacer divulgación pero terminan propiciando la construcción de conocimientos con base en información falsa o errónea.

Toda la preparación y el sentido de la humildad que recién comentamos van encaminados, entre a otras cosas, a evitar caer en el divulgamiento; puesto que puede generar en los participantes desencantos con la ciencia e, inclusive, posibles problemas escolares.

Debemos tener muy presente, en todo momento, el riesgo de mentir al divulgar, para poder prepararnos de manera adecuada y evitar este problema.

5.3. Trabajo en un modelo

Los modelos de talleres –tal como la ciencia– son estructuras dinámicas en constante evolución, producto de la interacción de varios elementos. Con frecuencia se ven moldeados más por los participantes que por los mismos guías, logrando mejorar conforme son desarrollados con un mayor número de personas.

El proceso de mejora no puede desarrollarse a plenitud de manera espontánea. Ha de ser conducido por los guías a través de varias etapas dentro de un ciclo.

5.3.1. *Conceptualización y diseño*

El inicio del ciclo consiste en establecer una conceptualización –definir lo que se quiere decir o lograr con la actividad– y una estructura –cómo se va a llevar a cabo la dinámica. Para llegar a un modelo óptimo habrá que hacer varias pruebas físicas a la actividad para detectar posibles obstáculos y alternativas de trabajo.

5.3.2. Investigación

Esta etapa le otorga sustento al fondo del modelo. Se trata de la explicación, el lado científico. Aunque muchas veces en la primera etapa se tiene una idea clara, vale la pena tomarse tiempo para revisar diferentes enfoques capaces de desempeñarse con éxito en ámbitos distintos.

Como parte de este proceso –tanto en internet como en materiales impresos– es común encontrar documentos relacionados con experiencias en modelos iguales o semejantes, elementos que serán de útil referencia para enriquecer las actividades.

5.3.3. Impartición y retroalimentación

La hora de la verdad. Muchas veces en el papel un modelo parece muy prometedor y al ser ejecutado con grupos se obtiene una respuesta muy pobre, o viceversa. De entrada esto nos permite descartar ciertas dinámicas y ahondar en otras.

En un inicio los modelos tienen un sesgo como resultado de la perspectiva de los guías. La interacción de los participantes en los juegos no sólo les permite a éstos enriquecerse sino que –al mismo tiempo– provee mejoras sustanciales al modelo.

Tal como la comunidad científica depura el trabajo de un investigador –mediante la contrastación de ideas en publicaciones– los participantes mejoran los modelos de juegos en los talleres. Ello hace posible ir más allá de la construcción colectiva del conocimiento en un taller para llegar a la creación colectiva del modelo del juego.

5.3.4. Evaluación

Tras ciertos periodos de ejecución de “prueba” se deberá evaluar el desempeño de un modelo. Se puede hacer mediante la discusión de las experiencias de los guías, las sugerencias de los

participantes, el análisis por parte de divulgadores externos, y la aplicación de cuestionarios y encuestas.

Cabe destacar que cuando se usan estos últimos recursos no se debe buscar evaluar los conocimientos adquiridos por los participantes sino su experiencia, el desempeño del modelo y sus posibilidades para mejorar.

A partir de los resultados de esta evaluación se podrán realizar ajustes en la estructura del modelo y se reiniciará el ciclo que podrá tener tantas iteraciones como los guías consideren necesarias.

5.4. Sistematización

Para sistematizar los modelos es necesario elaborar documentos de referencia con la información necesaria para que un divulgador ajeno a la actividad pueda llevarla a cabo. Estos documentos son de gran utilidad para el intercambio de modelos entre grupos, para facilitar las actividades de nuevos guías o en cursos para que profesores puedan llevar experimentos a las aulas.

Aun cuando se trate de un grupo pequeño, con poco movimiento de guías, es importante crear un acervo de modelos mediante la sistematización. Así se posibilita una mayor trascendencia del trabajo realizado y se crea una base de apoyo para otros divulgadores.

Con el fin de conservar una referencia útil –que pueda ser aprovechada por sus creadores y otras personas– será muy bueno incorporar en la redacción los ajustes resultantes del ciclo de mejora de modelos descrito en el punto anterior.

En las siguientes líneas describiremos el esquema de sistematización utilizado en el Grupo Quark, con la aclaración de que sólo se trata de una sugerencia y que queda abierto a los ajustes considerados pertinentes por cada guía o grupo.

Título de la actividad

Todo modelo debe tener un nombre que lo identifique. Será la misma nomenclatura que se usará con los participantes y se

requiere –en lo posible– prescindir de tecnicismos y usar nombres divertidos.

Principios a explicar

Definición de los principios científicos que se abordarán en el taller. Basta mencionarlos sin profundizar, aunque hay que ser puntuales.

Material

Lista de todos los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad caracterizada en el modelo. No hay que dejar nada implícito; deben enumerarse todos los elementos.

Procedimiento

Paso a paso se describirá el procedimiento que se realizará para desarrollar el modelo. Es importante numerar las acciones que se llevarán a cabo, de manera muy clara y específica en cada paso.

Marco teórico

Incluye la información científica de la que se desprende la explicación del fenómeno. Aunque este contenido está dirigido a los divulgadores, será bueno que no contenga tantos tecnicismos y que su redacción sea clara y concisa.

Preguntas

Nuestros modelos buscan lograr, con la guía adecuada, una transferencia de conocimientos basada en los aportes de los participantes. Para llegar a ello es necesario contar con cuestionamientos capaces de orientarlos en el camino correcto. Las preguntas estarán vinculadas con la experiencia desprendida del juego en cuestión y las estructuras previas de los individuos participantes del taller.

Explicación

Propuesta de “discurso” para –de un modo accesible y con un lenguaje coloquial– explicar lo observado en las actividades del modelo. Se tratará de un aporte de referencia ajustable a la visión de cada guía, quien –respetando los elementos de fondo– elaborará su propia explicación.

El discurso, fiel a la esencia de los talleres, no será dado simplemente a los participantes: se desarrollará mediante el intercambio de preguntas y respuestas entre éstos y el guía.

Diseño

Mención de la persona o institución que diseñó el modelo.

Bibliografía

Cita de las fuentes consultadas tanto para el diseño del modelo como para la elaboración de la sistematización.

5.4.1. Clasificación

Conforme el trabajo de un grupo –o una institución– se ve reflejado en un cúmulo de actividades sistematizadas, se hace necesaria alguna mecánica de organización de los modelos para facilitar la consulta del acervo.

Se pueden organizar los modelos en función de las dinámicas propias del grupo en cuestión. La clasificación puede agruparlos en áreas de la ciencia, etapas históricas, materiales utilizados, etc. En todo caso es imprescindible mantener un orden y crear índices para facilitar el acceso.

Una buena organización ayudará a contar con programas de trabajo para clubes, escuelas y eventos especiales.

El proceso de sistematización y clasificación, bien llevado, es continuo y difícilmente termina. Conforme se alcancen ciertos avances se deberá contar con versiones impresas del acervo de modelos, que servirán de apoyo para el trabajo cotidiano de divulgación.

Seguimientos periódicos

La educación científica de los jóvenes es al menos tan importante, quizá incluso más, que la propia investigación.

Glenn Seaborg

IMAGINEMOS que ya se realizó lo hasta ahora planteado en este libro. Ya llevamos a cabo talleres de divulgación con niños y jóvenes y conseguimos despertar o incrementar su gusto por la ciencia. Ahora ¿dejamos que solos sigan buscando actividades? ¿Hay espacios para que puedan hacerlo? ¿Qué alternativa existe?

No podemos dejar aislados a nuestros participantes; la divulgación debe permanecer cerca de ellos para lograr unirlos cada vez más a la ciencia. De otra manera –consecuencia de la pobre oferta de espacios científicos para el público no especializado– el interés mermará y se habrá desaprovechado el efecto de las actividades originales.

Lo anterior implica un seguimiento más allá de las actividades planteadas en un inicio, un enfoque diferente. Se debe buscar un trabajo cotidiano con la idea de involucrar a los participantes en la ciencia periódicamente.

Se seguirán usando los modelos de juegos, pero habrá que enlazar los contenidos de una sesión con los de otras. Necesitamos estructurar el trabajo a mediano plazo. Si bien se requiere de un mayor esfuerzo, tendremos mejores frutos mediante una sólida aplicación del constructivismo y el aprendizaje significativo.

Contamos con el exitoso precedente del Club Infantil de la Ciencia, del Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Este programa opera desde hace 16 años y se ha con-

solidado como pionero en lo referente al trabajo de fuerzas básicas de la ciencia.

A nivel mundial los clubes deportivos detectan y forman desde ahora a los grandes atletas del mañana. Sabemos que no todos los niños que participan en las fuerzas básicas logran convertirse en estrellas, pero igualmente importante resulta la labor de inculcarles una cultura física y deportiva.

Al detenernos a pensar en la urgente necesidad de incrementar el trabajo científico-tecnológico en un país como el nuestro, resulta lógico establecer programas como el Club: semilleros de científicos. Además encontramos el valor agregado de que se propicia el desarrollo de una cultura científica en los participantes, la mayoría de los cuales probablemente no terminarán por dedicarse a la ciencia.

Paralelamente se pueden cultivar dos capacidades fundamentales y útiles para cualquier individuo, independientemente de su vocación: la creatividad y la crítica. Son elementos intrínsecamente ligados a la ciencia, pero con utilidad en todos los aspectos de nuestras vidas.

6.1. Justificación

La realización de actividades de ciencia recreativa de manera constante y periódica –dándoles un seguimiento formal– nos otorga muchas ventajas. Ya no se trata de una labor aislada, sino de un trabajo perseverante que mediante la familiarización con los participantes se hace más eficaz.

Ya no es necesario iniciar la actividad a partir de cero –explorando para tratar de identificar el entorno de los participantes– sino que están claros los conocimientos previos con los que los niños o jóvenes cuentan. Con base en esto podemos estructurar con antelación las estrategias que se seguirán.

La existencia de una retroalimentación nos ayudará a abordar temas cada vez más complejos, aportando más elementos tanto para el desarrollo de nuevos conocimientos como para incrementar el gusto y el interés por la ciencia. Así se realizarán

importantes aportes al desarrollo cognoscitivo de los participantes.

Por otro lado, se familiariza –de manera gradual– a los participantes con la terminología propia de la ciencia. Esto a fin de cuentas contribuirá a que asimilen fácilmente conocimientos cada vez más específicos.

Profundizamos, con las nuevas actividades o modificaciones en las anteriores, en conocimientos que antes no se hayan explorado por completo. Esto nos conducirá a que –estableciendo los acuerdos pertinentes– los participantes puedan realizar visitas significativas a centros de investigación, donde puedan observar el trabajo de los científicos.

No es que sin esto no se puedan realizar las visitas pero en muchos casos, cuando se llevan a cabo, a los participantes no les queda claro cuál es la labor concreta que el científico realiza porque no entienden en su totalidad lo que se les explica.

6.2. Estrategias

Es posible mediante estos seguimientos impulsar varias estrategias, capaces de acrecentar la trascendencia de la labor de divulgación. Por su propia naturaleza se encuentran intrínsecamente ligadas unas con otras. Algunos de los nuevos objetivos que se pueden alcanzar con estos seguimientos son:

6.2.1. *Detección, seguimiento y orientación de talentos e intereses*

Si bien en muchos casos los participantes con afinidad y habilidad en las tareas relacionadas con la ciencia son identificables aun en una sesión de trabajo, un reconocimiento más eficaz se podrá realizar por medio de los seguimientos. Así se establecen los estímulos adecuados –incluidos en los siguientes puntos– para que los talentos se desarrollen al máximo y los intereses se incrementen. Todo procurando una enriquecedora relación entre

el gusto y la capacidad; de modo que donde exista uno se pueda crear, o desarrollar, la otra.

Cabe resaltar que el científico no sólo nace, se hace. Muchos parecen creer que los científicos son genios destinados –desde su llegada al mundo– a dedicarse a la investigación. A veces ven a la ciencia como algo muy interesante, pero también muy difícil y aún más: inalcanzable. Cambiaremos esta perspectiva demostrando, en diferentes niveles, que el trabajo disciplinado apoyado por el interés puede alcanzar más que el talento puro.

Con lo anterior se establecen los cimientos de las fuerzas básicas de la ciencia, en busca de encaminar a los jóvenes a estudios y actividades científicos (de acuerdo con sus afinidades) en dos vías: la investigación y la propia divulgación.

a) Investigación. Se apoyará a los niños y jóvenes para que lleven a cabo proyectos que consideren tanto la adquisición bibliográfica de información como procesos que los conduzcan a conclusiones sobre fenómenos de su interés. Si estamos hablando de esta actividad –en apariencia muy parecida a los modelos planteados en este libro– como investigación es porque se trabajará con una mayor formalidad, de manera coherente con el desarrollo cognoscitivo de los participantes.

En caso de que la capacidad del guía o responsable del seguimiento se vea rebasada por las necesidades que el participante presente, se deberá encontrar o sugerir un tutor que se ajuste a dichas necesidades y no detenga su crecimiento académico.

Por supuesto que en este punto va implícito encaminar a quienes tomen parte en las actividades a matricularse –llegados la edad y nivel de estudios adecuados– en carreras científicas.

b) Divulgación. La importancia, y ventaja, de este punto es que resulta más flexible y menos exigente que la investigación. Incluso puede servir como un escalón para llegar a ésta.

Quienes así lo deseen, realizarán actividades destinadas a divulgar la ciencia; en coincidencia con muchos de los objetivos que se plantearon al inicio de este libro. El siguiente capítulo profundiza en lo referente a este aspecto.

6.2.2. *Estímulo a la lectura de la ciencia*

Uno de los grandes problemas de nuestro país es la falta de una cultura de lectura. Aunque aún falta leer en todos los aspectos, la ciencia es una de las actividades humanas más afectadas. Por tanto tenemos que encaminar a niños y jóvenes a una lectura de ciencia asesorada, para facilitar la asimilación de la información provista por los libros.

Una buena opción es echar mano de artículos de divulgación publicados en revistas o por diversas instituciones académicas, para después pasar a libros de la misma orientación (particularmente útil será la colección “La Ciencia para Todos” del Fondo de Cultura Económica) y por último a textos más especializados, que exigirán mayor interés, práctica y desarrollo por parte del interesado.

La consecución de este objetivo será especialmente importante no sólo para el desarrollo de futuros científicos, sino para el de individuos íntegros, analíticos y cultos.

6.2.3. *Participación en eventos académicos*

Estas instancias involucran a muchas personas interesadas en la ciencia y resultan muy importantes para desarrollar el entusiasmo por ésta. Así podremos “empujar” a los participantes a comprometerse de lleno en el trabajo científico, cualquiera que sea su aproximación.

Lo ideal será preparar a los niños y jóvenes para participar en el evento, convirtiéndose en protagonistas en vez de observadores. Al asumir dicho papel los participantes encontrarán un mayor estímulo en las actividades científicas. Bastará, en ocasiones, con encontrar espacios de convivencia con gente de ciencia en grandes eventos, los cuales podrán ser concursos, congresos, semanas de ciencia o bien, más pequeños, organizados por el propio grupo de trabajo.

Para el último caso, será muy estimulante organizar festivales en que los participantes presenten a sus familiares –y al público en general– sus actividades científicas favoritas. Estos

eventos tendrán dos grandes efectos: dar “fogueo” a quienes se involucren en ellos y servir como actividades de divulgación, ahora realizadas por quienes antes “sólo” eran usuarios.

6.2.4. Visitas a centros relacionados con la ciencia

Los seguimientos periódicos también nos darán la oportunidad de organizar visitas del grupo de trabajo a escuelas, laboratorios y centros de investigación del área de ciencias. De esta manera se interactúa directamente con los investigadores y su medio de trabajo.

También ha probado ser muy útil visitar lugares comunes para los participantes (cines, centros comerciales e incluso fábricas). Se identifican y analizan los principios que permiten la operación de estos espacios, valorando el papel de la ciencia en los procesos que facilitan nuestra vida cotidiana.

6.2.5. Elaboración de proyectos propios

Que los participantes puedan desarrollar inventos e investigaciones propios –en temas determinados solamente por su propio interés– será en extremo gratificante para ellos. Por este medio podrán buscar dar solución a sus muy particulares preguntas y necesidades, para tomar medidas encaminadas a adquirir el control de su medio, ajustándolo para sí, comandando a la naturaleza con base en su conocimiento.

Muchas veces este trabajo puede llevarlos a concursos o congresos, estableciendo así un nexo con el punto de participación en eventos académicos.

6.3. Formatos

Los seguimientos periódicos se pueden basar en dos formatos. Uno es realizándolos a la par de las actividades escolares, como

un complemento de los contenidos revisados en clase. El otro en grupos o clubes extraescolares de ciencia que reúnan a sus participantes con el objetivo de desarrollar talleres y otros procesos de divulgación.

6.3.1. Seguimiento escolar

Está intrínsecamente ligado, como su nombre lo indica, a las actividades llevadas a cabo en el marco de la escuela. Permitirá un avance progresivo que resultará paralelo a los de los temas analizados en clase, permitiendo una adquisición más fácil de los contenidos y dándoles un mayor significado e importancia.

Como en todos los talleres, será muy útil contar con un guía que complemente al profesor en la realización de estas actividades. Sin embargo, no se descarta que se puedan obtener buenos resultados si el mismo docente incluye en el ámbito regular de clases los talleres de ciencia.

Al mismo tiempo se podrá establecer el seguimiento extraescolar como un complemento lúdico idóneo para las actividades. Incluso se puede fomentar el desarrollo de éste a partir de marcos escolares, formando grupos con docentes y/o estudiantes.

Hay múltiples ejemplos exitosos en este sentido, sobre todo de grupos formados alrededor del trabajo en áreas específicas de la ciencia. Muchas secundarias y preparatorias desarrollan cotidianamente grupos de astronomía, biología o construcción de aparatos. La clave en estos casos es canalizar al programa de seguimiento los intereses y las inquietudes de los jóvenes, para que –en vez de una imposición– la actividad se convierta en algo propio.

6.3.2. Seguimiento extraescolar

Requiere de la creación de grupos o clubes dedicados a hacer divulgación periódicamente, con seguimientos y estructura en un contexto ajeno por completo al escolar. Será preciso contar

con espacios –de preferencia fijos– adecuados para facilitar el desarrollo óptimo de las actividades.

Serán estos talleres programados los que permitan dar un seguimiento útil a las actividades desarrolladas con niños y jóvenes. La estructura habrá de ser flexible para permitir que las actividades se realicen de acuerdo con el nivel de desarrollo cognoscitivo de los participantes, evitando el rezago de algunos e impulsando el desarrollo de otros. Deberá existir un programa que enlace significativamente los conocimientos que se adquieren entre una sesión y otra, de modo que se facilite un proceso constructivista de adquisición del conocimiento.

El Club Infantil de la Ciencia es un caso ejemplar en este sentido. Trabaja de manera permanente con más de 60 participantes, cuyas edades van de los 4 a los 15 años de edad; muchos de ellos tienen más de un año de permanencia e incluso hay quienes rebasan los tres años.

En un programa como este –que aspira a construir fuerzas básicas– la permanencia es un elemento muy importante. Nos obliga a innovar constantemente. Es una contradicción querer mantener a los participantes año tras año con el mismo programa de trabajo. Para evitar esto debemos generar una oferta nueva cada año.

A continuación relatamos la experiencia que hemos tenido con el Club Infantil de la Ciencia y su programación, para dar una idea del modo en que se puede dar seguimiento a la divulgación enlazando contenidos relacionados con la ciencia.

6.3.3. *El Club Infantil de la Ciencia*

Antes de entrar de lleno a los programas de trabajo, es adecuado iniciar con una breve historia de este espacio permanente de ciencia para niños.

El Club surgió en 1990 como una alternativa recreativa de apoyo a la colección principal del Museo Universitario de Ciencias, constituida por un Gabinete de aparatos de física del siglo XIX. Durante sus primeros años las actividades del Club se desarrollaban entre semana por las tardes, con una mecánica simi-

lar a la de la inmensa mayoría de los programas de esta índole en escala mundial: con modelos experimentales divertidos pero sin un programa estructurado de los contenidos.

A los participantes se les instruía en diferentes principios, de manera divertida y para que adquirieran gusto por la ciencia. Sin embargo la participación y permanencia eran muy escasas. Entonces me tocó “ver los toros desde el otro lado de la barrera”, al formar parte de los integrantes del Club.

Algunos años después a los integrantes del Grupo Quark nos correspondió asumir la responsabilidad del Club. Para entonces las actividades ya se llevaban a cabo todos los sábados al medio día. Conscientes de la importancia del aprendizaje significativo para las actividades de divulgación científica, establecimos un programa temático que iba de los temas más sencillos –observables directamente– a los más complicados y abstractos.

Inicialmente no consideramos nada más allá de este programa. Fue el año siguiente, en 2003, cuando nos percatamos de que contábamos con un alto índice de permanencia entre nuestros niños (superior al 50%). Por ello no podíamos mantener los mismos contenidos o nos arriesgaríamos a alejar del Club a los participantes. Esto nos llevó a la dinámica de cambiar el programa de trabajo cada año, lo cual se mantiene vigente hasta ahora.

Aunque exige más trabajo, esta situación permitió echar a andar una idea que veníamos “masticando” hacía algún tiempo y que ya hemos planteado en este capítulo: las fuerzas básicas. Yo pasé por el Club; posteriormente me convertí en divulgador y estudié física. Esto puso en el aire la lógica idea de buscar aprovechar los seguimientos para acercar a los participantes cada vez más a la ciencia.

Hasta ahora diez jóvenes de fuerzas básicas han pasado a las filas de los divulgadores –destacando generalmente por una gran facilidad para llevar a cabo las actividades– de los que siete se mantienen activos. En 2008 se proyecta promover por lo menos a cinco jóvenes con más de dos años de participación en el Club. Actualmente sabemos de cuatro antiguos “clubiños” que estudian en carreras de perfil científico.

6.3.3.1. *La promoción*

Como todo programa que quiere aprovechar al máximo su efecto potencial, los clubes de ciencia necesitan de publicidad y promoción. Nosotros –igual que la mayoría de los divulgadores– no contamos con recursos para anunciarnos en los medios masivos de comunicación.

¿Cómo hacer, entonces, para atraer participantes con recursos tan limitados?

Nuestro principal medio de promoción son los volantes –impresos en una sola tinta o fotocopiados para minimizar costos– los cuales se distribuyen antes de iniciar actividades, en dos modalidades:

- a) Se imparten talleres en escuelas o en las calles de la ciudad para dar una “probadita” de lo que se trata el Club. Al finalizar se reparten los volantes entre los participantes.
- b) Los integrantes de Quark vamos a escuelas a la hora de la salida, para repartir la publicidad entre los padres y madres de familia, pues éstos comúnmente están en busca de programas extraescolares para coadyuvar al desarrollo de sus hijos y son fundamentales para garantizar la participación constante de los niños.

Con frecuencia se presentan casos en que llegan al Club niños llevados “a fuerzas” por sus padres. Nuestro eslogan en estos casos es: “Quédate para probar. Si te gusta, regresas. Si no, dínoslo y nos encargaremos de que no te traigan de nuevo”. Aún no hemos tenido que encargarnos de que alguien no regrese.

Una alternativa para los volantes –con la desventaja de depender de terceros– es el envío de información a rotativos, así como programas de radio y televisión. Hay muchos medios dispuestos a brindar apoyo con la difusión de programas como el Club; sólo hay que estructurar bien la información completa (fechas, horarios, tipo de actividades, temas, etc.), contactar a los comunicadores –dándoles a conocer los pormenores del Club– y es muy posible recibir un valioso apoyo en los medios.

Lo mencionado aquí se desprende de nuestra experiencia y nos queda claro que los esfuerzos de promoción pueden ser tan heterogéneos como la imaginación de los divulgadores lo permita.

6.3.3.2. Los programas en el Club

Pasemos a un punto medular no sólo de la promoción sino del trabajo en general del Club: la programación. Un programa bien elegido y preparado permite atraer un gran número de participantes y lograr un valioso efecto en ellos.

La estructura de trabajo para un programa de seguimiento periódico es el eje fundamental que establece las condiciones desde un inicio, ya sea para un desarrollo exitoso o un posible fracaso. No sólo se debe tomar en cuenta la relación entre los contenidos. Además hay que considerar la diversidad cognoscitiva y de intereses de los participantes, las teorías de enseñanza-aprendizaje y los temas que ya han sido tratados.

En Quark y el Museo evaluamos de manera permanente el desempeño de las actividades del Club. Cada semana se aplican encuestas entre los participantes para que nos digan las actividades que les gustaron o interesaron más y menos. Así detectamos problemas en los modelos y procedemos a ajustarlos para un mejor desempeño. También es común aplicar encuestas –con los participantes y sus padres– al final de un curso para conocer el resultado del programa utilizado en ese periodo.

Aunque ya hemos señalado con gran detalle las ventajas de los talleres, será útil apoyarnos en diversas actividades que puedan servir de alternativa; diversificando los procesos en los que se desenvuelven los niños. Se pueden organizar conferencias (por parte de investigadores y divulgadores invitados), visitas a centros académicos y proyecciones, tanto de documentales como de películas.

A continuación se describe la estructura de algunos programas trabajados hasta ahora en el Club, esperando que puedan ser de utilidad para grupos o instituciones interesados en trabajar en clubes mediante seguimientos periódicos.

Temático

Este programa se basa solamente en temas de física. Fue el primero que se impartió en el Club. El sesgo hacia esta rama de la ciencia en específico se debe a la orientación de la colección permanente del Museo de Ciencias y el perfil de estudios de la mayoría de los integrantes de Quark.

El inicio del trabajo se desarrolló alrededor del tema “propiedades de la materia”. Se eligió como piedra angular por tratarse de un tópico general y sus múltiples enlaces con las estructuras previas de nuestros participantes.

Tras arrancar conociendo a la materia, nuestro siguiente paso fue incorporar a la otra gran protagonista de la física: la energía. Para nosotros el mejor modo de hacerlo, y al mismo tiempo resaltar su relación con la materia, fue mediante la mecánica; experimentando con el movimiento de los cuerpos.

De manera casi imperceptible la complejidad va creciendo conforme avanzan las sesiones y traen consigo los temas de “oscilaciones y ondas”, “óptica”, “fluidos” y “calor”. Nótese que cada uno guarda estrecha relación con los contenidos revisados en las sesiones previas, para aprovechar los conocimientos y las habilidades adquiridos en ellas.

Al llegar al electromagnetismo tenemos que dar un pequeño brinco tanto temático como de abstracción. Aunque este nuevo tema ya no encuentra un fuerte vínculo con lo revisado anteriormente, sí contamos con mucha información al respecto en las estructuras previas de los niños. Los imanes, las descargas estáticas y las instalaciones eléctricas en nuestras casas son importantes elementos para trabajar el tema con los participantes.

Apoyándonos en el marco establecido por el mismo seguimiento, ahora podemos explicar la estructura del universo y las herramientas de las que se valen los científicos para explorarlo y conocerlo. Para la siguiente sesión, ya que se trabaja lo muy grande, se realizan actividades para dar a conocer la relatividad, en sus modalidades especial y general.

A pesar de no tener mucha relación con lo tratado anteriormente, la física cuántica sí cuenta con lazos en otros temas del

curso. El mayor de todos ellos se establece con el electromagnetismo. De este apoyo se parte para cerrar el programa con el estudio de la materia y la energía en su escala más pequeña: el átomo.

Histórico

La ciencia es una actividad intrínsecamente humana y –como tal– está estrechamente ligada al entorno social. Todos los avances científico-tecnológicos que se han logrado son resultado de una coyuntura especial en la cual se encontraban inmersos quienes los forjaron. De igual manera, todos los avances han tenido repercusiones –en mayor o menor medida– en la sociedad en su conjunto.

Este programa cumple, en primer lugar, con la tarea de dar a conocer el papel asumido por la ciencia a través de la historia y cómo diferentes sucesos han influido en su trabajo a lo largo del tiempo.

La segunda meta está encaminada a romper los mitos sobre lo que es un científico. Muchas veces basamos nuestra concepción de los investigadores en una información muy limitada, lo que acaba por llevarnos a aceptar prejuicios absurdos. El programa histórico da a conocer aspectos personales, incluso anécdotas, de los hombres de ciencia con el afán de mostrarlos en su real dimensión como personas.

Desde el trabajo de los griegos hasta las grandes revoluciones científicas del siglo xx se dan a conocer los aspectos relevantes de las vidas, el trabajo y el entorno de los científicos.

Es interesante revisar cómo han evolucionado los “financiamientos” del trabajo de investigación, pues del mecenazgo se ha pasado a los apoyos institucionales. También se destacan los cambios que llevaron a la ciencia de un proceso casi artesanal a otro industrial, denominado “gran ciencia”.

A lo largo del programa es muy bueno propiciar la caracterización de algunos de los personajes más importantes. Esto permite incluir nuevas dinámicas, para añadir frescura, y hacer ilustrativa la representación de algunos científicos facilitando la construcción de aprendizajes.

A la carta

En todo este libro se ha señalado la importancia de la pertinencia: de ser coherentes con la realidad y los intereses de nuestros participantes. En este programa llevamos esto a la práctica. En la primera sesión aplicamos una encuesta orientada a detectar los temas que los niños querían revisar y las actividades que les interesaría desarrollar.

Como resultado se estableció un programa muy práctico, que incluía visitas a varios centros y empresas con múltiples demostraciones y aplicaciones de principios científicos. Se realizaron actividades en museos, centros de investigación, festivales científicos y en una sala cinematográfica.

Además, a petición expresa, se incluyeron temas como papiroflexia, exobiología, aerodinámica, los sentidos, astronomía y termodinámica. Aunque fue un gran reto estructurar un programa coherente con todas las solicitudes de los participantes, los resultados finales fueron ampliamente satisfactorios.

La pirámide de la ciencia

La pirámide de la ciencia es un modelo utilizado con frecuencia para ubicar sus diferentes áreas. En la base encontramos las matemáticas, ya que no ocupan ningún otro conocimiento para poder existir. Después está la física, al requerir sólo matemáticas para funcionar. A continuación sigue la química, que requiere los aportes de las dos primeras. Finalmente, en la cúspide, encontramos a la biología, y en la cual se necesitan los aportes de todas las demás áreas.

Este ciclo es temático pero se le incorporan áreas científicas no trabajadas anteriormente. Tal como el caso de la física, evoluciona desde los temas muy sencillos a los más complejos.

El reto mayor en este caso es la apropiación, adaptación y creación de actividades suficientes para abordar los diferentes temas. La ventaja es la posibilidad de mostrar la rica interacción de todas las áreas entre sí, borrando la idea de una delimitación tácita que las aísla.

¿Cómo funcionan las cosas?

Con este nuevo programa se pretende lograr una gran pertinencia de las actividades con la realidad de los participantes. Consiste en abordar en cada sesión, un diferente aparato de uso común de modo que los participantes consigan entender su funcionamiento y utilidad.

La idea es desentrañar los principios científicos inherentes a muchos de esos aparatos de uso diario y que aún vemos como cajas negras. Podremos dejar atrás –en los casos abordados en el Club– el pensamiento mágico para pasar a una visión analítica.

Como se hizo en los otros programas, se inicia con los dispositivos más sencillos: máquinas simples, lentes, espejos, pilas eléctricas. Posteriormente se avanza a motores, refrigeradores, hornos de microondas, bocinas, teléfono y radio. Tras pasar por otros elementos se cierra el curso abordando aparatos muy útiles, con mayor nivel de complejidad: televisión, computadoras, impresoras, satélites, discos láser y teléfonos celulares.

Siempre buscando un máximo enriquecimiento de las actividades, es posible incorporar elementos de las otras estructuras a este y todos los programas. En el caso específico del funcionamiento de las cosas, es posible montar caracterizaciones de los principales científicos partícipes de la creación o el perfeccionamiento de algún aparato.

6.3.3.3. Actividades extraordinarias

Además de las actividades que ya planteamos, se podrán llevar a cabo otras complementarias de acuerdo con las exigencias y necesidades de los niños y jóvenes que participen en el Club. La intención es sacar el máximo provecho o realizar un aporte a sus intereses y habilidades.

En la sección de estrategias, abordada en la primer parte de este capítulo, discutimos las principales alternativas para enriquecer un seguimiento periódico.

Otra opción puede ser el desarrollo de nuevos juegos y experimentos para mostrar a sus compañeros. Tal enfoque resulta muy útil porque obedece a las inquietudes propias del niño. Esta creatividad puede ser aprovechable para encaminar a los participantes –con la preparación y cumplimiento de los requisitos adecuados– a convertirse en guías.

6.3.3.4. Competencias

Cuando en Quark asumimos la responsabilidad del Club nos encontramos con un problema: el control de los malos comportamientos en los participantes. La mayoría de los niños y jóvenes del Club se desenvuelven de una manera adecuada. Sin embargo todos –en un momento u otro– cometen alguna travesura, desobedecen las reglas o de plano llegan a agredir a sus compañeros.

Si el guía de los talleres busca ser una figura amigable no puede –al mismo tiempo– convertirse en un disciplinador. Teníamos que encontrar una solución para mantener el orden en el Club sin sacrificar la cercanía con los participantes.

Se estableció un sistema de equipos –o casas– que compiten entre sí. Los integrantes, e incluso los guías del Club se distribuyen en tres casas (protones, neutrones y electrones). Con su participación y comportamiento los niños pueden ganar o perder puntos.

Quien intente responder o explicar algo recibe puntos; aun si no está en lo cierto recibe un estímulo a su esfuerzo (recuerden que los errores son parte importante de la ciencia). Claro está, las respuestas acertadas reciben recompensas mayores. También se establecen tareas especiales o competencias con las cuales las casas pueden obtener más puntos.

Al romper el orden, desobedecer las instrucciones de los guías o agredir a un compañero, los participantes pierden puntos. Al final de cada semestre se anuncia a la casa ganadora de la Copa y se entregan medallas a todos los niños: bronce al tercer lugar, plata al segundo y oro al primero. Se otorgan, además, medallas de oro a los mejores de cada casa.

La idea de la premiación es –más allá de cualquier otra cosa– hacer sentir ganadores a todos los participantes y reconocer el esfuerzo de quienes conforman la casa ganadora.

Hasta ahora esta mecánica ha funcionado muy bien. Las casas facilitan un mayor sentido de pertenencia e identidad, más cuando se usan elementos –playeras, gafetes, etc.– para distinguir entre protones, neutrones y electrones. Además, sus nombres logran familiarizar a los niños y jóvenes con conocimientos sobre el átomo y las partículas que lo conforman. Así conseguimos familiarizar a los niños con estos importantes constituyentes del universo que generalmente no tienen presentes.

Las nuevas generaciones de divulgadores*

Todos somos científicos cuando somos niños, pero al crecer sólo algunos conservan un poco de esa curiosidad que es la madre de la ciencia.

Juan Aguilar

7.1. El reto

LA DIVULGACIÓN de la ciencia puede tener muchos objetivos específicos; desde mejorar el desempeño de niños y jóvenes en la escuela hasta estimular un mayor ingreso de jóvenes a las carreras científicas. Sin embargo, casi todas las actividades tienen una meta común: fomentar el desarrollo de una cultura científica.

Al hablar de cultura científica nos referimos a que las personas hagan que la ciencia forme parte de su vida cotidiana, se apropien de ella y dejen de verla como algo ajeno. Se trata de que, tal como asisten a espectáculos deportivos o artísticos, se comprometan frecuentemente en actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Tal cultura tiene muchas implicaciones que no sólo acaban por satisfacer los objetivos específicos mencionados. Además repercute en otros aspectos útiles, como la formación de una visión crítica, el desarrollo de habilidades creativas, el estímulo a la mejora de hábitos de lectura o un uso práctico de la ciencia en la vida diaria.

Cuando buscamos la ansiada cultura científica no lo hacemos en un ámbito meramente individual. No queremos que unos cuantos la desarrollen; aspiramos a que se convierta en algo generalizado.

* Ponencia presentada en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, México, Junio de 2006.

Esto nos enfrenta a una labor colosal en cualquier nivel en que querramos abordarla: el estado de Zacatecas cuenta con un millón trescientos mil habitantes, México rebasa los 100 millones y en toda Latinoamérica estaríamos tratando de llegar a más de 500 millones de personas. Tenemos ante nosotros un gran reto que nos estimula igualmente para encararlo.

Sin embargo –como en el caso de la investigación– las actuales actividades de divulgación resultan insuficientes para atender de manera satisfactoria siquiera a una porción importante de lo que se requiere. Obviamente, esto no se debe a que los recursos humanos dedicados a acercar la ciencia al público no especializado carezcan de capacidad sino que se requiere contar con más divulgadores.

Se vuelve fundamental instrumentar estrategias que nos permitan incorporar a un número cada vez mayor de personas en este esfuerzo sin dejar de ofrecer procesos realmente valiosos para los participantes. Lo ideal es incrementar paralelamente la calidad y la cantidad de las actividades de divulgación.

Esto no resulta descabellado si consideramos que, entre mayor sea el número de personas dedicadas a dar a conocer la ciencia de un modo accesible, será potencialmente mayor la cantidad de ideas e iniciativas que se podrán llevar a cabo. También será posible contar con más personas para evaluar, criticar y enriquecer nuestro trabajo y así mejorar las dinámicas desarrolladas.

7.2. El contexto

En la inmensa mayoría de los casos la labor de divulgación científica no es remunerada, lo que dificulta que muchas personas se dediquen de lleno a ella. Aunque en principio esto aparenta ser una gran desventaja, permite que quienes se dedican a esta labor lo hagan teniendo bien claros los objetivos que persiguen. Entregados a la misión de la divulgación. Esto posibilita minimizar intereses creados y la participación de oportunistas que entorpezcan el trabajo.

Nos enfrentamos a una situación de escasez de divulgadores; los disponibles son muy entregados y convencidos, pero pocos. La realidad pareciera indicarnos que es muy difícil encontrar personas capaces y dispuestas a dedicarse a la divulgación. Sin embargo, hasta ahora se ha tenido una experiencia favorable en ese sentido en Zacatecas.

Si bien no podemos hacer a un lado la búsqueda de una mayor profesionalización en la divulgación –para tratar de generar espacios laborales para dar a conocer la ciencia– es muy importante enfocarnos en atraer divulgadores voluntarios.

Considerando el ya mencionado ámbito de la divulgación científica, es mucho más fácil involucrar en estas actividades a estudiantes que cuentan con un ávido interés por la ciencia y aún no tienen responsabilidades económicas. En especial, por el perfil de su formación, se sugiere invitar a estudiantes de carreras científico-tecnológicas (física, matemáticas, química, ingenierías, etc.) o bien normalistas; esto sin descartar a entusiastas personas de otras carreras o incluso de educación media.

Se vuelve muy importante la motivación que puede llevar a alguien a participar en este esfuerzo. A lo largo de los años hemos podido detectar varios aspectos fundamentales que nos influyen a quienes hacemos divulgación. No redundaremos en ellos puesto que ya fueron revisados en el primer capítulo de este libro.

7.3. A reclutar

Los puntos señalados en la Introducción a la Divulgación son muy útiles para atraer personas que puedan dedicarse a popularizar la ciencia, especialmente jóvenes estudiantes. Esta atracción de nuevos recursos humanos, para ser más efectiva, debe realizarse mediante varios medios y en diversas modalidades.

7.3.1. Convocatorias

Es probablemente la modalidad más formal de reclutamiento y, por esto mismo, nos ha resultado la menos eficaz. Se trata de

hacer una convocatoria abierta mediante publicidad: carteles, volantes, trípticos, participaciones en radio y televisión.

La desventaja, además de la formalidad, es que no se tiene un contacto directo con los interesados sino que se envía un mensaje fijo. Sólo cuando este mensaje concreto coincide con la visión o los intereses de quien lo recibe se obtiene una respuesta favorable. Las otras modalidades –aunque no son masivas– nos permiten hacer nuestro mensaje pertinente con los intereses de nuestros potenciales “reclutas”.

Para muchos jóvenes en principio la idea de la divulgación es muy abstracta, no ubican claramente qué tendrían que hacer o para qué les serviría participar en esta tarea. Simplemente no le prestan mucha atención a la promoción. Los resultados de las convocatorias abiertas que se han desarrollado en Zacatecas han sido muy pobres.

7.3.2. *La divulgación atrae divulgadores*

Una de las primeras –y principales– virtudes que debe tener todo divulgador es el gusto e interés por la ciencia. Actividades como talleres, exposiciones y conferencias generalmente atraen a personas con esta cualidad y, por lo tanto, son un marco muy importante para invitarlas a incorporarse a nuestro esfuerzo.

Contrario al caso de las convocatorias, aquí se puede mostrar claramente de qué se trata la labor a la que pretendemos que las personas se incorporen. Resulta mucho más fácil que se identifiquen y entusiasmen con ella.

Gran parte de los voluntarios que actualmente colaboran con el Museo y el Grupo Quark fueron invitados a colaborar luego de mostrar su interés en alguna de las actividades mencionadas.

7.3.3. *Invitación directa*

Dado que muchos jóvenes encuentran su participación en las actividades de divulgación altamente satisfactoria, es común encontrar que sus amigos se incorporen por recomendación.

Así se consigue –con frecuencia– un agradable ambiente, fortalecido por los lazos de amistad, muy útil para obtener un óptimo desarrollo del trabajo.

Tanto en este punto como en todos los demás cabe señalar que una gran cualidad de los grupos de divulgación es la de no ser cerrados. Con el concepto “cerrado” nos referimos a la falta de disposición para la incorporación de nuevos integrantes en un grupo. Resulta fundamental que el proceso de invitación sea permanente para buscar un crecimiento sostenido en el número de divulgadores.

7.3.4. *Servicio social*

Un problema recurrente para los estudiantes universitarios, no sólo para los de carreras científicas, es encontrar una institución donde realizar su servicio social.

Con frecuencia este “trámite” se cumple sin practicar gran cosa de lo aprendido en la carrera y sólo sirviendo de ayudante en un proceso con pobres aportes para el joven que presta sus servicios.

Para muchas carreras –pero más para las relacionadas con la ciencia y tecnología– la divulgación ofrece un espacio accesible en el que los estudiantes pueden cumplir con su servicio social, realizando una contribución real a la sociedad que solventó los gastos de sus estudios profesionales.

Al mismo tiempo se permite a los participantes obtener las ventajas que ya hemos señalado en cuanto a desarrollo personal y llevar la iniciativa de las actividades que se desarrollan. Dejan de ser simplemente ayudantes en un proceso preestablecido. Surge la oportunidad de asumir un protagonismo real que lleva implícito un sentido de propiedad de la labor y, por lo tanto, implica un compromiso mucho mayor dentro del servicio social.

7.4. Nuevos grupos

Dentro de los procesos de “reclutamiento” no resultará nada raro encontrar personas interesadas en hacer divulgación, sin

coincidir del todo con el modo o el contenido de la labor que se está realizando. La visión del reclutamiento debe ser flexible; puede y debe encaminar a estos interesados a formar sus propios núcleos de divulgación.

Lo anterior resulta de gran importancia. Además de diversificar la oferta de actividades para el “público”, facilitará que los nuevos recursos se sientan realmente protagonistas de su labor haciendo que ésta obedezca a sus intereses, habilidades y necesidades.

No descartamos la posibilidad de ofrecerles todo el apoyo posible para llevar a cabo sus actividades, ya sea mediante cursos de capacitación, materiales, organización de eventos, etcétera.

Aunque es bueno contar con grupos nutridos, creemos que es aún mejor contar con varios núcleos de trabajo porque esto permite multiplicar el efecto de las actividades. En el siguiente capítulo profundizaremos en lo referente a los nuevos grupos de divulgación.

7.5. Capacitación

Uno de los grandes problemas de la divulgación de la ciencia, y de manera más específica los talleres, es que se cuenta con pocos materiales de referencia para llevar a cabo las actividades. A muchos nos ha tocado –en gran medida– aprender a partir de procesos prueba-error.

Una vez que contamos con personas dispuestas a incorporarse a algún esfuerzo divulgador, será importante dotarlas con todas las herramientas posibles para que su labor resulte óptima: capacitarlos.

Si bien nadie puede presumir de poseer la verdad absoluta, siempre es muy útil compartir experiencias, consejos y documentos para que quienes van comenzando no repitan nuestros errores.

En Zacatecas hemos usado tres líneas de trabajo para la capacitación:

7.5.1. *Sensibilización*

Buscando alcanzar el convencimiento y el compromiso –mencionado al inicio– es muy importante dejar bien claro en los interesados en qué consiste la labor que desarrollarán, por qué es importante y qué les aporta. Además deberán establecer claramente, aunque sea para sí mismos, el objetivo que persiguen al hacer divulgación.

También se les darán a conocer las líneas de trabajo que pueden abordar o bien las perspectivas de desarrollo para quienes deseen incorporarse de lleno a la divulgación.

7.5.2. *Teórica*

Aquí se ofrece capacitación en dos puntos medulares para desarrollar las actividades: los metodologías y los contenidos.

El enfoque metodológico se centra en los talleres, entendidos como una dinámica horizontal de aprendizaje lúdico no formal. Buscando un esfuerzo integral –en menor medida– también se ofrecen cursos de redacción, asesoría para desarrollo de conferencias y proyectos o ponencias.

De acuerdo con las actividades que se van presentando, se discuten en grupo los principios científicos que toman parte en éstas y se generan materiales que pueden compartirse posteriormente para referencia.

Al interior de cada grupo es importante desarrollar cursos conceptuales dedicados a dejar claros los temas ligados a sus principales líneas de trabajo. Se trata de una de las medidas más útiles para evitar hacer “divulgamiento”, en vez de divulgación.

7.5.3. *Práctica*

En primera instancia, los nuevos divulgadores practican el desarrollo de las dinámicas con sus propios compañeros; quienes mediante crítica constructiva enriquecen la labor del “practicante”.

Posteriormente realizan junto con un divulgador de más experiencia actividades con público; así se logra obtener más fogueo en una situación controlada. Esto se facilita en gran medida ya que el Museo de Ciencias y Quark llevan a cabo varias actividades de divulgación por semana.

Por último, cuando están listos, los “nuevos” empiezan a desarrollar actividades por sí solos. Cabe resaltar que es común encontrar personas con talento innato para los talleres que –después de la capacitación teórica o incluso antes– son capaces de desarrollar las actividades de forma magistral.

7.6. Planeando a futuro

En el presente capítulo abordamos la búsqueda de nuevos divulgadores desde una perspectiva general. Así, es indispensable hacer una revisión de los aspectos que en el futuro permitan darle un seguimiento a la labor de los recursos humanos con que ya se cuenta, así como a los que hemos de reclutar más adelante.

Se trata de una planeación estratégica que nos pueda garantizar que se mantendrá, a mediano y largo plazos, un crecimiento sostenido en el número de personas dedicadas a facilitar los acercamientos con la ciencia.

7.6.1. *Las camadas*

Con frecuencia los núcleos de trabajo voluntario están integrados por jóvenes de la misma edad, cosa que en principio facilita las actividades. Sin embargo con el tiempo representa un problema para la labor del núcleo: al buscar continuar con sus estudios –o requerir trabajar– la labor se ve mermada, se interrumpe o termina.

Para evitar esto lo ideal es poner énfasis en reclutar jóvenes de diferentes edades y grados educativos que garanticen la permanencia del núcleo y la labor más allá de los individuos. Un trabajo sistemático en este sentido realmente nos permitirá

aspirar a perpetuar la labor de divulgación, además de contar con más personas que nos ayuden a incrementar su efecto cuantitativa y cualitativamente.

7.6.2. Profesionalización

En muchos casos, los mismos divulgadores no vemos nuestra labor como una opción profesional. La vemos como un hobby o una actividad secundaria. Es preciso generar más espacios en los que se pueda llevar a cabo divulgación de manera profesional (remunerada), abriendo la puerta para las nuevas generaciones.

Al mismo tiempo, para quienes quieran incorporarse con mayor dedicación, se debe ir más allá de los cursos iniciales de capacitación. En este aspecto el principal esfuerzo que ha realizado el Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas es la realización, en 2004, del “Diplomado en Divulgación de la Ciencia: Talleres”. Actualmente se trabaja con miras a desarrollar en 2009 un Diplomado en Divulgación que aborde las principales opciones para acercar la ciencia al público no especializado.

A mediano y largo plazos, los proyectos son la inclusión de una materia optativa de divulgación en el plan de estudios de la Licenciatura en Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas y la creación de una Maestría en Divulgación, conjuntamente con otras instituciones educativas.

7.7. Las fuerzas básicas

Aunque también forma parte del trabajo a futuro, este aspecto merece mención aparte por tratarse –desde nuestra perspectiva– de un proyecto muy ambicioso y con un gran potencial.

Desde hace 18 años, una vez por semana, se lleva a cabo en el Museo de Ciencias el Club Infantil de la Ciencia, en el que se trabaja con niños y jóvenes de 5 a 15 años de edad. Las actividades de este Club reciben un seguimiento encaminado a estimu-

lar en los participantes el desarrollo de aptitudes y actitudes favorables a la ciencia.

Desde 2002 –cuando el Grupo Quark asumió la responsabilidad del Club– a la fecha se cuenta con una participación promedio de 50 niños y jóvenes, con un alto índice de reincidencia. Gracias a esto el seguimiento mencionado no se limita a un solo curso sino que se efectúa a lo largo de varios años.

Así, hasta ahora hemos logrado que –producto del trabajo en el Club– diez jóvenes surgidos del Club se dediquen a la divulgación. A lo largo de 2008 se tiene proyectado incorporar a otros cinco jóvenes a la labor de Quark.

El objetivo fundamental de este programa es fomentar el gusto por la ciencia y el aprendizaje lúdico; sin embargo, los resultados hasta ahora permiten ser muy optimistas en cuanto a la formación de futuros divulgadores e incluso investigadores. Actualmente varios egresados del Club están realizando estudios en carreras de perfil científico-tecnológico.

Si bien en este aspecto el Club de la Ciencia es único en México, no consideramos lejana la posibilidad de reproducir este esfuerzo en otras partes para así contar con una red de fuerzas básicas que –a mediano y largo plazos– podrá contribuir al desarrollo de la ciencia en América Latina.

Algunas sugerencias para un grupo nuevo

*Hay alguien tan inteligente que aprende
de la experiencia de los demás*

Voltaire

CUANDO un grupo nuevo empieza a llevar a cabo actividades de divulgación, aparecen un sinnúmero de aspectos operativos a los que debemos poner atención. Si bien en muchos casos se trata de elementos de “forma”, resultan fundamentales para el buen trabajo y una buena ejecución de las dinámicas.

No se puede establecer un camino único para afrontar todas estas circunstancias. Cada grupo deberá considerar su contexto para elegir la ruta que seguirá. Empero, es útil contar con la referencia de los elementos exitosos y desafortunados del trabajo llevado a cabo por otros grupos.

La idea de este capítulo es –casi a modo de epílogo– comparar las experiencias adquiridas en los últimos 12 años en dos grupos de divulgación zacatecanos y de la valiosa retroalimentación recibida de numerosos grupos de otras partes del país.

Las sugerencias se agrupan en temas intrínsecamente ligados a la operación cotidiana de los grupos de divulgación: identidad, estructura interna, reuniones, vínculos y formación.

8.1. Identidad

Es muy importante para todo grupo definir y construir las características capaces de hacerlo singular, de separarlo y distinguirlo de los demás. Lo ideal es establecer las características desde

el inicio de las actividades, tomando en cuenta a todos los participantes.

El punto del consenso es de suma importancia, en la medida en que la identidad deberá ser asumida por completo por todos los integrantes, respetando la decisión colectiva. Se busca conseguir, mediante diferentes modalidades, construir en los participantes un sentido de pertenencia: *el grupo es mío en la medida en que yo soy del grupo*. Podemos señalar que la participación y el compromiso de los integrantes serán proporcionales a la medida en que éstos se sienten representados por el grupo.

8.1.1. Objetivos

En primera instancia el grupo habrá de tener claro el “para qué” de su labor: la misión en la cual se basan sus actividades. En el primer capítulo discutimos algunas de las alternativas más comunes para guiar las actividades de divulgación, aunque cabe recordar la importancia de elegir la que coincida con los intereses específicos de los integrantes.

Además de los objetivos generales, los grupos pueden definir objetivos tácitos para su labor. Existen grupos dedicados a trabajar de manera específica con diferentes sectores vulnerables: niños con bajo aprovechamiento, de la calle o personas con discapacidad.

También en este rubro entra la elección del tema que se divulgará. Puede ir desde toda la ciencia, a una gran área (física, química, biología o matemáticas) o una temática específica (por ejemplo astronomía, cuántica o genética).

Todos estos factores determinarán la singularidad del grupo desde una perspectiva académica y servirán como molde para delinear otros aspectos de identidad.

8.1.2. Nombre

Las definiciones hechas en cuanto a los objetivos de un grupo serán una base importante para establecer el nombre que se le

asignará. Aunque la mayoría de los grupos eligen un nombre relacionado con la ciencia, lo realmente importante es que represente de manera adecuada la concepción de sus integrantes.

Existen grupos con nombres que dejan clara su naturaleza científica, o tecnológica, como el “Taller Infantil de Física Espacial” (TIFE), “Robótica Recreativa”, “La Ciencia Divertida” o “Quark”. También hay grupos como “Onix”, “Que Amigos de AFAT” y “Zain” quienes tienen nombres con un vínculo científico menos obvio, pero capaces de generar una buena identidad con sus integrantes.

Un último aspecto que hay que tomar en cuenta es la creación de una identidad con el público. Es útil usar para el nombre palabras poco comunes pero fáciles de recordar. Así el uso del concepto hará que las personas lo asocien al grupo y no se desvíe la percepción. Con esto, al escuchar el nombre, las personas recordarán al grupo antes que cualquier otra cosa.

8.1.3. Imagen

Una imagen dice más que mil palabras y es preciso buscar un logotipo que logre reflejar la identidad del grupo tanto como lo hace el nombre. Alrededor del concepto gráfico establecido se construirá la imagen para identificar al grupo en múltiples aspectos.

Playeras. Contar con un uniforme, aunque sea sólo en forma de camisetas, es muy importante para fomentar la unión en el grupo y la identidad de los integrantes con el mismo. Un elemento extra –muy útil en la experiencia de Quark– es hacer divulgación por este medio.

Sitio web. En nuestros tiempos, dominados por la computación y la internet, es casi imprescindible contar con presencia en la red. Este elemento ofrece ventajas enormes para proyectar a un grupo en todos los niveles (local, nacional e internacional) e incluso para contar con una nueva oferta divulgadora.

Modelos didácticos. Muchos grupos consiguen crear modelos didácticos propios –como juegos de mesa, crucigramas, gráfi-

cos de trabajo, etc.– que permanecerán con los participantes. Es imprescindible incluir la imagen del grupo en tales modelos.

Propaganda de actividades. Ya sea en programas de seguimiento periódico o en talleres específicos, es bueno dar difusión a las actividades para acercar a ellas a un gran sector del público. En primera instancia la inclusión de la imagen sirve para posicionar al grupo; posteriormente le da relevancia a los eventos.

8.1.4. Actividades

Así como la peculiaridad del grupo debe proyectarse en los aspectos de forma, la identidad también debe hacerse patente en las cuestiones de fondo: en las dinámicas mediante las que se llevará a cabo la divulgación.

Los talleres son dinámicas muy flexibles. Permiten a cada grupo imprimir en ellos su sello distintivo sin sacrificar la calidad o el efecto de las actividades. Desde la forma de involucrar a los participantes hasta las mecánicas experimentales, existen muchas maneras de ajustar los juegos al grupo.

8.2. Estructura interna

Si en un grupo todos los integrantes llevan a cabo todas las acciones necesarias para su operación –económicas, logísticas, académicas o de relaciones públicas– la situación se puede volver caótica, y se desaprovecharán los valiosos aportes de sus integrantes. La opción para resolver este “problema” es contar con una estructura bien definida, orientada a la especialización de los divulgadores y basada en sus aptitudes e intereses.

Aunque suene reiterativo, corresponde a cada grupo establecer los cargos que juzgue necesarios para una buena operación. En este aspecto sólo se describen los que, a partir de nuestra experiencia, resultan imprescindibles para la operación de un grupo sin caer en una extrema burocratización.

8.2.1. *Coordinación*

Su misión es la organización de las actividades del grupo, ya sean reuniones, talleres o cursos. Es importante tomar en cuenta el aspecto de coordinar y no implicar que la persona en este cargo deba hacer todo para la realización de las actividades. Tampoco se debe caer en el otro extremo, con un coordinador que actúe como “jefe” de sus compañeros.

En todo caso, el coordinador habrá de vigilar y encargarse de llevar a buen fin todas las empresas asumidas por el grupo. En el caso de la urgencia de tomar una decisión, sin la posibilidad de consultar a todos los integrantes, la responsabilidad cae en el coordinador.

8.2.2. *Secretariado*

Es el complemento a las actividades y responsabilidades del coordinador; de hecho asume sus funciones en ausencia de éste. El secretario se encarga de distribuir y registrar la participación de sus compañeros en las actividades del grupo. Otra tarea muy importante es la de llevar la minuta de las juntas, para dejar constancia de las decisiones tomadas por el grupo.

8.2.3. *Tesorería*

Ya sea para adquirir el material de un taller, organizar un viaje o llevar a buen término el desarrollo de un proyecto, los grupos necesitan de una persona encargada de administrar y controlar el ejercicio de los recursos económicos. Por estar ligada al dinero, resulta una de las posiciones más delicadas y requiere de un buen registro de todos los recursos recibidos y gastados.

8.2.4. *Material*

Para facilitar la ejecución de las actividades deberá haber un integrante encargado de organizar y mantener disponible el

material necesario para los talleres que maneje el grupo. Aunque en un principio el material puede ser escaso, el acervo de los grupos crece con el tiempo y una buena organización inicial facilita el trabajo posterior. El encargado de material también debe identificar si una actividad nueva puede llevarse a cabo con el material disponible o si se requiere conseguir alguno extra.

Aquí cabe abrir un paréntesis. Estamos hablando de incrementar el material de los grupos pero –al ser escasos los recursos y apoyos– es importante establecer antes caminos eficaces para lograrlo:

- a) Materiales reciclados. Será importante contar con modelos que se puedan elaborar con materiales de desecho, fáciles de conseguir en cualquier casa.
- b) Cuotas de recuperación. Cuando se desarrollen talleres que impliquen la adquisición de material se puede solicitar a los participantes una cooperación que ayude a solventar el gasto implícito en la actividad.
- c) Patrocinios y donativos. Es importante buscar que algunas empresas solventen los gastos para la adquisición de material o bien que lo donen. Incluso hay muchos establecimientos que desechan materiales útiles para los juegos científicos. Un buen ejemplo de esto es la limadura de hierro, muy usada para modelos de magnetismo y fácil de conseguir en los talleres de torno.

8.2.5. Relaciones públicas

Los grupos de divulgación, como todas las asociaciones e instituciones, necesitan establecer vínculos con la población y con diferentes entidades. Surge la necesidad de contar con un integrante que se encargue de fomentar y reforzar estos lazos. Aquí aparecen desde vínculos institucionales –en los que ahondaremos más adelante– hasta la publicidad de las actividades y la difusión en los medios de comunicación. Sobra decir la importancia de que esta persona tenga facilidad de palabra.

8.2.6. Evaluación

Quien se encargue de esta comisión tendrá la misión de monitorear de manera constante el efecto de las actividades del grupo, tanto en lo general como en los casos de modelos específicos. Esto sirve para detectar la eficacia de las dinámicas utilizadas y encontrar alternativas para mejorar los modelos de juegos desarrollados.

8.3. Reuniones

Las reuniones son espacios donde participan todos los integrantes del grupo con el fin de preparar las actividades que éste llevará a cabo, estructurar proyectos, tomar decisiones relativas al grupo o discutir temas relacionados con la ciencia o los modelos de trabajo.

Será ideal contar con una sede fija para las reuniones, lo cual puede ser desde un salón de alguna escuela, un café e incluso alguna plaza pública. Sea cual sea la sede deberá buscarse la comodidad de los participantes.

Asimismo debe tenerse clara la periodicidad de las asambleas del grupo. En el caso de Quark se llevan a cabo los miércoles a las 5 de la tarde en el Museo Universitario de Ciencias. Así se ayuda a que –aun si alguien no recibió el aviso– se sepa cuándo se llevará a cabo la junta. También facilita la incorporación de nuevos integrantes.

Dependiendo de las necesidades establecidas por el trabajo de cada grupo se puede ajustar el periodo de las reuniones, el cual puede ser semanal, quincenal o mensual.

Para Quark las asambleas representan el máximo órgano de toma de decisiones. Reflejan la voluntad de la mayoría del grupo y otorgan legitimidad a todo lo que se decide. Por esto es importante que en ellas participe la mayoría de los integrantes del grupo.

La responsabilidad de convocar a las asambleas y conducir las recae en el coordinador. Es fundamental encontrar una dinámica para conseguir que se resuelvan en las reuniones los aspectos relacionados con el trabajo del grupo pero sin volverlas tediosas para sus integrantes. Se deberá buscar que sean una divertida parte del trabajo del grupo y no un fastidioso requisito. Aunque en esto desempeña un papel muy importante el coordinador, es también destacado el aporte de todos los integrantes en este sentido.

8.4. Vínculos

Es casi inconcebible la idea de un grupo de divulgación que realice su labor de manera aislada. Para una buena operación es preciso establecer relaciones con diferentes individuos o entidades, vinculados a casi todas las modalidades y los niveles de trabajo.

8.4.1. Mecenás

Con este término, usado para nombrar a quienes financiaron la ciencia en las épocas previas a su institucionalización e industrialización, nos referimos a aquellos individuos o entidades que otorgan recursos para llevar a cabo las actividades de un grupo de divulgación. Estos apoyos no sólo pueden ser económicos. Se puede tratar de donaciones materiales para los talleres o de recursos didácticos (libros de modelos de actividades, por ejemplo).

Al principio puede no ser fácil conseguir un “mecenás”. Conforme se llevan a cabo actividades –y el grupo se da a conocer– surgen personas interesadas en apoyar el esfuerzo divulgador. En Zacatecas la comunidad de docentes –especialmente en la escuela de física– ha probado de sobra su compromiso con nuestro esfuerzo, al hacer aportes económicos, didácticos y académicos muy importantes.

En ocasiones los proyectos del grupo generan necesidades específicas y se vuelve imprescindible conseguir un mecenas. Una vez establecidas las necesidades, corresponde al encargado de relaciones públicas –con toda la ayuda posible– conseguir los apoyos requeridos para sacar adelante el proyecto.

8.4.2. *Instituciones*

Pocas veces aparecen mejores oportunidades de recibir apoyo que en el caso de las instituciones, ya sean académicas o estatales. Aunque existen casos exitosos de grupos que no han necesitado un respaldo institucional, es innegable la trascendencia de este apoyo para facilitar el camino.

Una institución puede apoyar en aspectos más allá de los comentados en el mecenazgo. Uno de los más importantes es el otorgamiento de una sede: un lugar para llevar a cabo las actividades –reuniones o talleres– y para resguardar el material.

Por otro lado, se pueden establecer relaciones institucionales de trabajo. Un caso clásico es el de la participación en eventos de divulgación, como la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología o el Encuentro Nacional de Divulgación Científica. Realizar actividades en ambos casos implica relacionarse con las instituciones organizadoras, en estos casos el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Sociedad Mexicana de Física. Tal vínculo le otorga una buena reputación al grupo en los ámbitos local y nacional.

Un último caso de vínculo institucional es el establecido con escuelas para llevar a cabo actividades de divulgación con sus estudiantes. Un buen trabajo en este sentido, con retroalimentaciones maestro-divulgador, puede ser de gran utilidad para ambas partes.

8.4.3. *Otros grupos*

Los enlaces entre grupos de divulgación son muchas veces facilitados por eventos académicos y otorgan grandes ventajas a todos los involucrados.

- i) Se contrastan las ideas y experiencias en lo referente a las mecánicas de trabajo, coadyuvando a una sistemática mejora en el desempeño de las actividades.
- ii) Los grupos comparten los modelos usados en su labor, abriendo la puerta a que los demás divulgadores los realicen y se enriquezcan los esfuerzos de divulgación.
- iii) La creación de redes de colaboración permite llevar a cabo proyectos conjuntos y facilitar el acceso a mayores apoyos. La concreción de una política generalizada de divulgación sólo podrá ser una realidad en la medida en que los relacionados con ella la impulsemos de manera conjunta.

8.5. Piensen en el futuro

Ya hemos dedicado un capítulo completo a la importancia de formar las nuevas generaciones de divulgadores y a las alternativas de trabajo con las que podremos lograr esto. Sin embargo se vuelve a invocar el tema por la importancia de conseguir la participación de cada vez más personas en la divulgación, acercándonos a la meta ideal de desarrollar para nuestro país una cultura científica.

Nos ha tocado conocer muchos grupos de divulgación que, a pesar de haber alcanzado gran calidad en su trabajo, nunca se prepararon para mantenerse a mediano y largo plazos, para trascender a los individuos. Eran grupos “cerrados” y –cuando sus integrantes no pudieron mantener la labor– prácticamente desaparecieron.

Además son pocos los divulgadores comprometidos con la formación de nuevos cuadros capaces de incrementar y enriquecer la labor realizada. Las instituciones de educación de la ciudad de México (UNAM e IPN) cuentan con importantes programas en este sentido; sin embargo en provincia son escasos los esfuerzos con estos objetivos.

Preocupaciones como esta llevaron, desde mi trabajo de tesis hasta este libro, a tratar de crear una referencia para todos aquellos interesados en entrarle a la divulgación –especialmente en el caso de los talleres– sin tener muy claro cómo hacerlo.

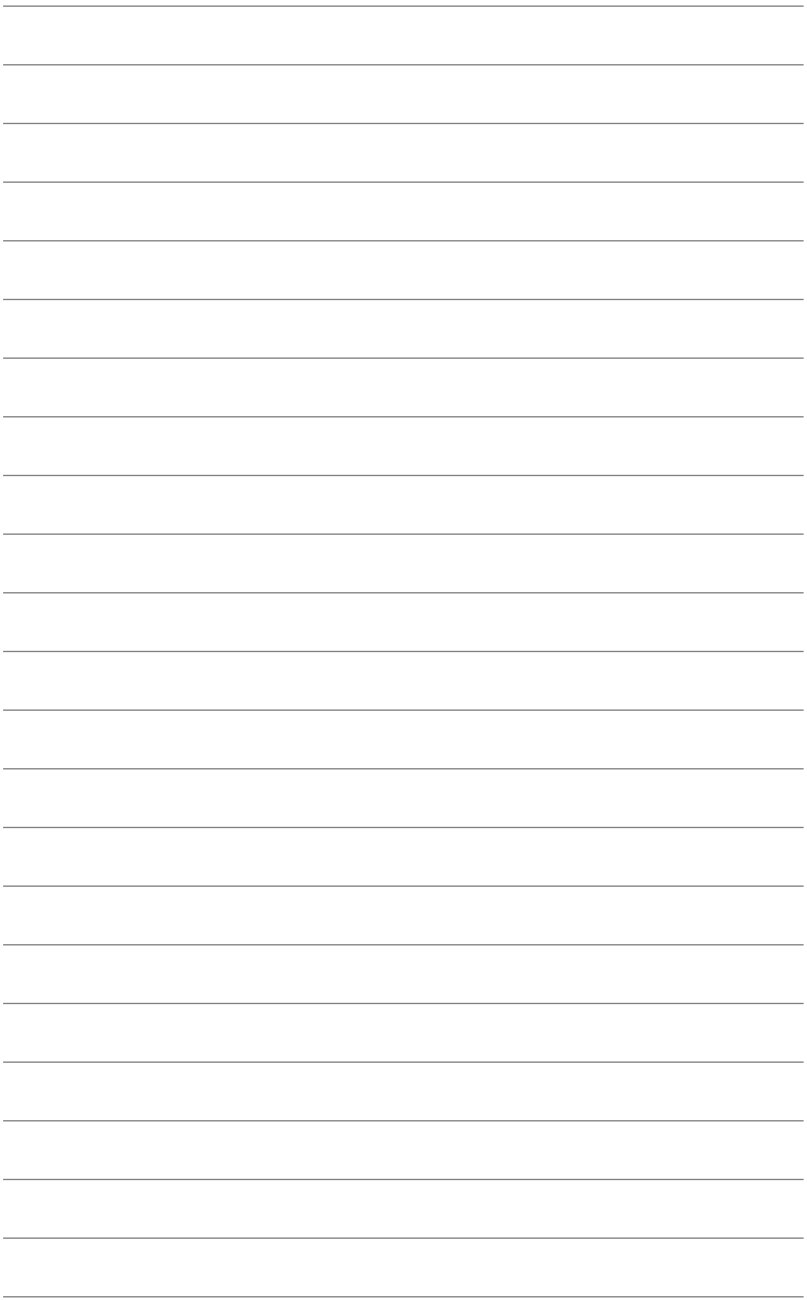
Espero que este granito de arena sea útil para quienes lo lean. Agradeceré enormemente me hagan llegar sugerencias encaminadas a enriquecer cualquiera de los temas abordados en este texto, haciéndolo cada vez mejor para futuros lectores.

Para esto pongo a su disposición mi correo electrónico <miguel@grupoquark.com>, prometiéndoles tomar en cuenta cada comentario recibido. Con esto, aunque de manera un poco más lenta, me ayudarán a convertir este libro en una especie de taller en papel; mejorándolo con el vital aporte de aquellos a quienes va dirigido.

Bibliografía

- ANUIES, *Anuario Estadístico 2002*, México, 2002.
- ARENCIBIA, Jorge, "El pensamiento psicológico y pedagógico de Jean Piaget", en *Revista Cubana de Psicología*, 2002.
- AUSUBEL-NOVAK-HANESIAN, *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, México, 1983.
- BOWEN, Barbara, "Educational Psychology David Ausubel", <<http://web.csuchico.edu/~ah24/ausubel.htm>>.
- AYMA GIRALDO, Víctor, "Curso: Enseñanza de las Ciencias: Un enfoque Constructivista", Brasil, 1996.
- CASANUEVA, Patricio, *Educación y aprendizaje significativo*, Chile, 2003.
- COLL, César, *El constructivismo en el aula*, Ed. Grao, España, 1996.
- DIÉGUEZ LUCENA, Antonio, "¿Hubo siempre dos culturas?" en *Contrastes*, España, 2000. <<http://webdeptos.uma.es/filosofia/dietxt6.htm>>.
- HAMADACHE, Ali, *Documento de trabajo preparado para el taller sobre la relación de la educación formal y no formal. Implicaciones para el entrenamiento docente, organizado por la Oficina de la Unesco en Kingston*, Jamaica, 1994. <<http://gestioneducativa.freeservers.com/Educacion%20Formal%20e%20Informal.htm>>.
- MACEDO, Niedo, *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, Biblioteca Virtual OEI, España, 1997. <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/curricie/index.html>>.

- MATA, Luis, "Aprendizaje significativo, experiencias universitarias", Venezuela, 2000.
- MOLLA, Miguel, "Aprendizaje significativo", <<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Thinktank/4492/noticias/significativo.htm>>
- MOREIRA, Marco Antonio, "Aprendizaje significativo crítico", en *Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, Portugal, 2000.
- PIAGET, Jean, *Mecanismos del desarrollo mental*, Ed. Nacional, España, 1979.
- RODRIGO-SÁNCHEZ, "Juego y aprendizaje: un encuentro metodológico", en *II Congreso Internacional de Educación Virtual*, España, 2002.
- SÁNCHEZ, Tomás, *La construcción del aprendizaje en el aula*, Ed. Magisterio del Río de la Plata, Argentina, 1995.



*CIENCIA EN TODOS LOS
RINCONES. MANUAL DE
DIVULGACIÓN EN TALLE-
RES, SE TERMINÓ DE IM-
PRIMIR EN LA CIUDAD DE
MÉXICO DURANTE EL
MES DE MAYO DE 2008 Y
ESTUVO AL CUIDADO DE:*



Plazuela de los Reyes No. 45 Int. B-102
Col. Los Reyes, Coyoacán 04330 México, D.F.
Tel. 5617 1948
E-mail: abdul_raul@hotmail.com

