



# CIENCIA

EN TODOS LOS RINCONES

*Guía de divulgación en talleres*



Miguel García Guerrero



## CIENCIA EN TODOS LOS RINCONES

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

En mi caso, fue la búsqueda de diversión la que generó mi primer acercamiento con la ciencia -y la divulgación- a través del Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

La idea original de este libro en su primera edición (2008) era compartir las experiencias adquiridas en 12 años de trabajo; dar a conocer las metodologías que resultaron más útiles; y poner por escrito muchas enseñanzas recibidas de grandes divulgadores. Desde entonces he tenido la fortuna de discutir las ideas originales de Ciencia en todos los rincones (en talleres, cursos y congresos) con colegas que me han ayudado a consolidar algunas de ellas y a replantear otras. Además, la práctica constante, con las enseñanzas y retos que ofrece cada grupo, me ofrece nuevos aportes que merecen discutirse.

Ahora, catorce años después y quizá más tarde de lo que hubiera deseado, se presenta una visión corregida y aumentada que busca integrar la visión de las personas con quienes he tenido la fortuna de colaborar. Espero que, así como yo me he beneficiado de los consejos de compañeros más experimentados, el presente texto sirva como una herramienta de apoyo para los talleres de ciencia recreativa, y catalizador para que otros divulgadores –nuevos y viejos- se sumen a la discusión; o, al menos, se diviertan más.

# Ciencia en Todos los Rincones Guía de Divulgación en Talleres

Miguel García Guerrero

Segunda Edición

2022

Universidad Autónoma de Zacatecas

"Francisco García Salinas"

**Ciencia en todos los rincones. *Guía de divulgación en talleres.***

© 2008, Miguel García Guerrero.

© 2022, para la presente edición.

Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas"

ISBN 978-607-555-139-5

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

Corrección de estilo: Laura Michel Sandoval

Diseño de Interiores: Gabriel Benítez Lozano

Diseño de Portada: Diana Elena Pacheco Villegas



# Índice de contenido

## Dedicatoria

### 1. Introducción a la Divulgación de la Ciencia

#### 1.1 La brecha

##### 1.1.1 Ciencia en la escuela

#### 1.2 ¿Qué es la divulgación?

##### 1.2.1 La educación y sus modalidades

#### 1.3 ¿Por qué hacer divulgación?

#### 1.4 ¿Para qué hacer divulgación?

##### 1.4.1 Desmitificar a la ciencia

##### 1.4.2 Formar cultura científica

##### 1.4.3 Orientación vocacional

##### 1.4.4 Crear conciencia en quienes toman decisiones

#### 1.5 ¿Quién debe hacer divulgación?

#### 1.6 ¿Cómo hacer divulgación?

##### 1.5.1 Medios

###### 1.5.1.1 Medios electrónicos

###### 1.5.1.2 Medios impresos

###### 1.5.1.3 Dinámicas grupales

###### 1.5.1.5 Museos y Centros de Ciencia

### 2. Compartir conocimientos

#### 2.1 La Visión Piagetiana.

#### 2.2 La teoría de Vigotsky.

#### 2.3 El aprendizaje significativo de Ausubel

#### 2.4 El constructivismo

#### 2.5 Problematización del aprendizaje

#### 2.6 Los complementos: conjeturas y aprendizaje lúdico

#### 2.7 El cinturón de Batman

#### 2.8 Síntesis.

### 3. Enfoques y narrativas

#### 3.1 Enfoques

#### 3.2 Formas de pensamiento

#### 3.3 La importancia de las narrativas

### 4. Dinámicas de Trabajo

- [4.1 Estrategias de instrucción](#)
  - [4.1.1 Individualizadas](#)
  - [4.1.2 Colectivas](#)
  - [4.1.3 Grupales](#)
- [4.2 El trabajo en grupo](#)
- [4.3 El taller](#)
  - [4.3.1 Características](#)
- [4.4 Los talleres de ciencia recreativa](#)
  - [4.4.1 Descripción](#)
  - [4.4.2 Objetivos](#)
  - [4.4.3 Edad de Trabajo](#)
  - [4.4.4 Modalidades](#)
  - [4.4.5 Enfoques de un taller](#)
  - [4.4.6 Requisitos](#)
  - [4.4.7 La importancia de las reglas.](#)
- [5. Manual del Guía](#)
  - [5.1 Consideraciones](#)
  - [5.2 Desarrollo de las actividades](#)
- [6. A preparar los juegos](#)
  - [6.1 Elementos de los modelos](#)
    - [6.1.1 Réplica](#)
    - [6.1.2 Ajuste](#)
    - [6.1.3 Diseño](#)
  - [6.2 La Importancia de los contenidos](#)
    - [6.2.1 Equilibrio diversión-aprendizaje](#)
    - [6.2.2 Saber decir “no sé”](#)
    - [6.2.3 Las analogías y sus límites](#)
    - [6.2.4 “Divulgamiento”](#)
  - [6.3 Trabajo en un Modelo](#)
    - [6.3.1 Conceptualización y diseño](#)
    - [6.3.2 Investigación](#)
    - [6.3.3 Impartición y retroalimentación](#)
    - [6.3.4 Evaluación](#)
  - [6.4 Sistematización](#)
- [7. Seguimientos periódicos](#)
  - [7.1 Justificación](#)
  - [7.2 Estrategias](#)

7.2.1 Detección, seguimiento y orientación de talentos e intereses.

7.2.2 Estímulo a la lectura de la ciencia.

7.2.3 Participación en eventos académicos.

7.2.4 Visitas a centros relacionados con la ciencia.

7.2.5 Elaboración de proyectos propios.

7.3 Formatos

7.3.1 Seguimiento escolar.

7.3.2 Seguimiento extraescolar

7.3.3 El Club Infantil de la Ciencia

7.3.3.1 La promoción

7.3.3.2 Los programas en el club

7.3.3.3 Actividades Extraordinarias

7.3.3.4 Competencia

8. Las nuevas generaciones de divulgadores

8.1 El Reto

8.2 El contexto

8.3 A Reclutar

8.4 Nuevos grupos

8.5 Capacitación

8.6 Planear a futuro

8.7 Las fuerzas básicas

9. Algunas Sugerencias para un Grupo Nuevo

9.1 Identidad

9.2 Estructura Interna

9.3 Reuniones

9.4 Vínculos

9.5 Piensen a futuro.

10. Bibliografía

## **Dedicatoria**

*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.*

## Prefacio

---

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

En mi caso, fue la búsqueda de diversión la que generó mi primer acercamiento con la ciencia -y la divulgación- a través 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 jamás habría de separarme.

Aunque en los siguientes dos años mi participación en el Club no fue constante, siempre me mantuve ligado al Museo y la gente que ahí trabajaba –a través de visitas y charlas de café sobre cosmología. Así fue que cuando se decidió formar el primer grupo de divulgación en Zacatecas, en abril de 1995, recibí una invitación que habría de cambiar mi vida.

Para ese 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 a un 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<sup>1</sup>.

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 RAMA<sup>2</sup>, me enteré a *grosso modo* en qué consiste hacer divulgación. Así, el atractivo de tal actividad se incrementó. Desde mis años mozos me ha encantado desentrañar el funcionamiento de las cosas; ya fueran tostadoras, teléfonos o tinta invisible. La idea de usar experimentos para acercar a niños y jóvenes a la ciencia me encantó.

Luego vino el Congreso, donde, además de divertirme de lo lindo *trabajando* con cientos de niños y jóvenes, pude conocer a otros divulgadores; una experiencia fascinante. Hasta el día de hoy mantengo lazos de amistad con muchos de ellos.

La euforia del evento nos dejó ávidos de desarrollar más actividades. Así, ¡Eureka!<sup>3</sup> 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 de 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<sup>4</sup>.

Con el paso del tiempo nos dimos cuenta que necesitábamos aprender más de cómo trabajar con los grupos y de los temas que queríamos abordar. Muchas veces Antonio Villarreal, Octavio Campuzano y Bertha Michel –quienes trabajaban en el Museo- nos ayudaron a resolver nuestras dudas o a desarrollar ideas innovadoras. Sin embargo, dada la naturaleza de las actividades que llevábamos a cabo, a menudo acabábamos entrando en

territorios no explorados y en los que no podíamos aprender sino a prueba y error.

En otras áreas de trabajo esto no representaría un gran problema; pero en nuestro caso, al trabajar con niños y jóvenes no es ético aprender echando a perder. Aun así, con frecuencia no nos quedó más remedio. Como educador es duro saber que la “regaste” con un grupo y que difícilmente podrás contactar a sus integrantes para corregir tu error; sin embargo, con todo y eso, detenernos no era una opción.

Gradualmente, conforme seguimos trabajando, el aprendizaje fue en aumento. Se logró definir -casi empíricamente- un sistema que nos resultó muy útil para las actividades de ciencia recreativa, tanto para la labor esporádica en escuelas como la participación recurrente en el club; para actividades locales y eventos nacionales e internacionales.

Cada año se siguió participando en los Encuentros de Divulgación, dentro de los Congresos 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; sobre todo porque nos dimos cuenta que antes ya habían existido aportes valiosos que no pudimos conocer y después hubo personas (y equipos) que no pudieron seguir colaborando.

Aquí debo destacar un hecho curioso: aunque me encantaba la divulgación y estaba en contacto casi permanente con profesionales en la materia –a través del Museo de Ciencias- durante mis estudios nunca contemplé seriamente la posibilidad de dedicarme a esta actividad toda la vida. Para mí la divulgación era un pasatiempo del que disfrutaba mientras convertía en una

“luminaria” de la física<sup>5</sup>. Por eso, aunque en aquel entonces me interesaba encontrar formas de mejorar, la búsqueda de sistematizar experiencias de forma documental no era mi prioridad.

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 de Ciencias de la UAZ. No sólo volvía a llevar a cabo las actividades que me encantaban, sino que podría aportar un granito de arena a la institución que me acercó a la divulgación. Además, ¡me pagarían por hacerlo!

Pero mi fortuna llegó aún más lejos: pude participar de nueva cuenta en formar un grupo de divulgación. El nuevo grupo, en el que hasta la fecha sigo participando, es Quark<sup>6</sup>. 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 nivel medio y superior, que se divierten al jugar con la ciencia y compartirla.

Quizá el aspecto lúdico hace que muchas veces se vea con desdén<sup>7</sup> a los divulgadores; especialmente a los talleristas. En mis días de estudiante parecía que éramos (para muchos profesores) científicos de segunda. Esta discriminación dio lugar, en muchos casos, a un antagonismo donde debería existir colaboración. Y no es que nos hiciera falta formalidad o rigor científico en nuestra labor (aunque sí hay quienes adolecen de este problema); se trata de un conflicto que nace de una percepción errónea. Por fortuna esto ha disminuido sustancialmente gracias a la labor profesionalizante 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 agrí dulce. Nos dimos cuenta que íbamos por el camino correcto pero también que hubiéramos podido evitar muchos de nuestros errores, si alguien nos hubiera dado a conocer esta información desde 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 trabajo. Poder apoyarnos en los conocimientos de otros divulgadores y educadores para optimizar nuestro trabajo.

La idea original de este libro en su primera edición (2008) era compartir las experiencias adquiridas en 12 años de trabajo; dar a conocer las metodologías que resultaron más útiles; y poner por escrito muchas enseñanzas recibidas de grandes divulgadores. Desde entonces he tenido la fortuna de discutir las ideas originales de *Ciencia en todos los rincones* (en talleres, cursos y congresos) con colegas que me han ayudado a consolidar algunas de ellas y a replantear otras. Además, la práctica constante, con las enseñanzas y retos que ofrece cada grupo, me ofrece nuevos aportes que merecen discutirse.

Ahora, catorce años después y quizá más tarde de lo que hubiera deseado, se presenta una visión corregida y aumentada que busca integrar la visión de las personas con quienes he tenido la fortuna de colaborar. Espero que, así como yo me he beneficiado de los consejos de compañeros más experimentados, el presente texto sirva como una herramienta de apoyo para los talleres de ciencia

recreativa, y catalizador para que otros divulgadores –nuevos y viejos- se sumen a la discusión; o, al menos, se diviertan más.

---

<sup>1</sup> Dicho Congreso fue el principal catalizador para la formación del grupo. Dentro del evento se llevó a cabo un Encuentro de Divulgadores, con la participación de grupos de diversas partes 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 tener un representante en las actividades de divulgación.

<sup>2</sup> Recreación Alternativa Maestra del Aprendizaje, grupo basado en la Cd. de México.

<sup>3</sup> Así decidimos bautizar a nuestro grupo, inspirados por la fascinación de descubrir las cosas patente en la inmortal frase de Arquímedes de Siracusa.

<sup>4</sup> 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: de 2004 a la fecha, más de 65 jóvenes han pasado de ser participantes del Club a divulgadores; sólo que esto se ha hecho gracias al trabajo de un nuevo grupo, Quark.

<sup>5</sup> Con el tiempo me di cuenta que –aunque 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.

<sup>6</sup> En 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 la formación del grupo los Quarks tenían 33 años de haber sido descubiertos, muy pocas personas habían escuchado hablar de estas partículas fundamentales.

<sup>7</sup> En 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.

# ***1. 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*

Hoy en día la ciencia y la tecnología (CyT) constituyen pilares fundamentales de nuestras vidas. Desde focos hasta computadoras, de láseres a teléfonos celulares, el impacto de la ciencia nos llega por todos lados. El conocimiento aplicado a un dominio de la naturaleza permite la creación de aparatos que nos han vuelto dependientes en muchas facetas de nuestras vidas y se han convertido en elementos indispensables para la sociedad moderna.

Como 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 existe una gran potencia a nivel mundial sin el respaldo de una sólida estructura en CyT. Por consiguiente, cualquier esfuerzo de progreso y crecimiento debe contemplar este aspecto.

Desafortunadamente México, tal como la mayor parte de América Latina, sigue en pañales en la materia, con pocos recursos humanos y económicos dedicados a las actividades científicas. Mientras que en 2013 en Estados Unidos había 8.9 científicos por cada mil personas, nosotros sólo tenemos 0.76 por millar<sup>1</sup>. Ni qué decir del 0.46 % del producto interno bruto de nuestro país que se

dedica a CyT, comparado con el 3% que se invierte en la mayoría de los países desarrollados.

Ante esta situación surgen tres retos fundamentales: formar ciudadanos capaces de tomar decisiones en un mundo dominado por los avances científicos, incrementar el número de personas dedicadas a la CyT, y finalmente aumentar el apoyo destinado a este tipo de actividades. Para encarar los tres casos es preciso 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. Aun más, frecuentemente se da el caso en que los científicos especializados en un campo del conocimiento son totalmente ajenos a información básica de otras áreas.

Como dijera 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 en un complicado procesador de computadora, sino en aparatos tan sencillos y comunes como un foco, un carro o un refrigerador.

A menudo pasamos por alto la oportunidad de entender el funcionamiento de las cosas con las que día a día convivimos; y no es porque las personas no quieran construir saberes sobre los elementos que las rodean. El problema es que para hacerlo necesitan contar con una vía de acceso a la información científica

capaz de vincular el conocimiento con su realidad. Desafortunadamente, los espacios a través de los que una persona común puede asimilar principios científicos son poco comunes y de difícil acceso, y lo mismo sucede en cuanto al lenguaje que usan los expertos al abordar temas científicos.

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

El problema no sólo implica el que el ciudadano común no entienda los fenómenos a su alrededor. Se refleja en un número más reducido de jóvenes con la vocación de dedicarse a actividades científicas y tecnológicas. Así mismo, quienes no cuentan con una formación científica y se encuentran en puestos a cargo de la toma de decisiones tienen poca sensibilidad respecto a la labor científica y su utilidad. Tenemos con esto una receta para el estancamiento.

### **1.1.1 Ciencia en la escuela**

Uno de los principales obstáculos para la ciencia, o su aprendizaje, inicia en la forma de enseñanza en la educación básica. Es ahí donde generalmente se forman el gusto o rechazo de cualquier materia y donde se puede implementar una solución práctica. No se trata de centrarnos sólo en la educación formal, sino de ofrecer alternativas para trabajar en ella y apoyarla con procesos no formales. Más adelante ahondaremos en los aspectos específicos de las modalidades de educación.

Las clases, por lo general, oscilan entre el discurso docente, el libro de texto y los apuntes del alumno; en muy raras ocasiones se

enfocan a una experimentación a cargo de los estudiantes. De esta forma se cae en una doble trampa:

i) Privilegiar procesos teóricos. Las personas generalmente aprendemos mejor de forma práctica: para caminar, caminamos; para escribir, escribimos; para sumar, sumamos; nunca tratamos de lograr una de estas cosas sólo al ver cómo lo hacen otros o escuchar los resultados de su esfuerzo. Los procesos activos nos permiten entender mejor lo que se hace y desarrollar habilidades al respecto.

ii) Distorsionar la naturaleza de la ciencia. Con la forma en que se aborda la CyT en el contexto escolar, se muestra un conocimiento terminado, que no debe ser discutido ni puesto en duda. Esto evita que los alumnos se enteren de que hay mucho trabajo científico por hacer, o grandes retos pendientes para resolver problemas de la humanidad. Así no sólo se inhiben las vocaciones científicas en los jóvenes, sino también el desarrollo de habilidades y actitudes útiles para futuros investigadores.

Todo esto fomenta un distanciamiento con la ciencia, vista más como una materia escolar que como una actividad humana mucho más amplia. Como señala Ángel Blanco (2004), se necesita mostrar que la ciencia es algo que se practica y no simplemente algo que se aprende. Hay que implementar dinámicas de acercamiento con niños y jóvenes, de modo que desde temprana edad se familiaricen con la ciencia y la entiendan como una profesión que puede ser también divertida y gratificante.

Tales actividades no sólo perseguirán objetivos de divulgación científica, sino que, bien diseñadas y ejecutadas, podrán 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 padres y/o profesores se acerquen a actividades científicas junto a los niños, ya que así éstas se convertirán en procesos mucho más gratificantes. Si se contempla 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 la formación de su perspectiva sobre la ciencia. Además, en estas edades las estructuras cognitivas se encuentran en pleno desarrollo; será muy valioso realizar aportes para el fomento de habilidades útiles no sólo para futuras actividades científicas sino también para la formación de una visión crítica, analítica y razonada.

Será importante aprovechar y tomar en cuenta las inquietudes propias de los participantes para lograr que las actividades sean coherentes con sus intereses y necesidades. Una razón probable para el bajo interés que normalmente muestran niños y jóvenes por la ciencia es que, como dijimos antes, 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 directamente con el contexto 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.

Además de la utilidad y el placer asociado a la comprensión, el factor de sorpresa o asombro puede ser de gran valor para acercar a las personas a la CyT. Con frecuencia las personas dan por sentado muchas cosas en base a su observación cotidiana. Este hecho posibilita caracterizar nuestras actividades de modo que, utilizando principios científicos, logren impactarlos al romper sus esquemas y desafiar su lógica.

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.

Tal como la ciencia se dedica a responder las interrogantes del hombre sobre el funcionamiento de la naturaleza, buscaremos conocer un poco a la divulgación a través de cinco preguntas: ¿Qué es la divulgación? ¿Por qué hacer divulgación? ¿Para qué hacer divulgación? ¿Cómo hacer divulgación? ¿Quién debe hacer divulgación?

## ***1.2 ¿Qué es la divulgación?***

Para hablar de divulgación primero debemos abordar el tema de la comunicación; es decir, los procesos de transmisión de información entre un emisor y un receptor. En un sentido más profundo, a partir de las ideas de Schirato y Yell (1997), podemos hablar de comunicación como la práctica de producir y negociar significados en condiciones sociales, culturales y políticas específicas.

Al hablar del contexto científico la comunicación adquiere una importancia esencial: ciencia que no se comunica no existe. Los investigadores dan a conocer su trabajo en busca de legitimar su



aporte y obtener retroalimentación de sus colegas, a la vez que ofrecen un punto de partida para las nuevas generaciones. El factor clave es que la difusión (la cual Luis Estrada definió como comunicarse entre expertos, que comparten la formación y el lenguaje de una disciplina) es difícil de comprender para personas ajenas al campo científico.

Un ejemplo de difusión es cuando dos médicos intercambian puntos de vista o información acerca de una enfermedad; para cualquiera de nosotros que no compartamos su profesión resultaría muy difícil entender de qué están hablando; sin embargo, ellos logran transmitirse ideas importantes en un corto (pero muchas veces precioso) periodo de tiempo.

A la difusión no le importa a quién se dirija; da por hecho que el público está familiarizado con la terminología especializada. Por eso la mayoría de las personas *sufren* para entender lo que los expertos dicen entre ellos. Pero si se trata de llegar a otros sectores es necesario considerar claramente con quién vamos a comunicarnos, de forma que se pueda acercar al público al contexto científico que dio origen al tema en discusión con un lenguaje adecuado.

La divulgación es la modalidad de comunicación de la ciencia encargada de vincularla con sectores no especializados del público, con todos aquellos grupos y personas 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 realizado por los de otros campos.

A muchas personas cuando escuchan -o leen- información científica les parece que se tratara de otro idioma; la divulgación es el intérprete que lo hace comprensible. Y no se trata de traducir en un sentido literal, palabra por palabra, sino de recontextualizar: ofrecer a las personas la perspectiva que les permita darle sentido y significado a los temas discutidos. Para esto es necesario echar mano del lenguaje coloquial, común entre legos y expertos, prescindiendo al máximo de tecnicismos y propiciando apoyarnos en modelos que resulten fáciles de asociar con experiencias cotidianas.

La divulgación está constituida por el conjunto de actividades encaminadas a facilitar el acceso a la ciencia; sus conocimientos, prácticas, retos, e, incluso, controversias. Tales procesos, como diría Alcívar (2004), transforman la ciencia para llevarla del ámbito especializado que le dio origen a contextos distintos para cumplir con diversos propósitos para una determinada comunidad.

En este aspecto se debe de tener cuidado con no caer en el extremo opuesto a la difusión: la vulgarización. Estamos vulgarizando si, en la transformación para comunicar un concepto científico, tratamos de simplificarlo tanto que acabamos expresando una idea que no es fiel al principio original. No tiene mucho sentido esforzarnos por transmitir un conocimiento que no tiene nada que ver con el funcionamiento real de un fenómeno. Tales casos son contraproducentes: conducen a un desencanto hacia la ciencia.

Además de lo anterior, no se trata solamente de hacer la ciencia fácilmente asequible, sino 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 un proceso educativo, encaminado a propiciar aprendizajes y mejorar las aptitudes y las actitudes que se tienen respecto a la ciencia. Se vuelve necesario revisar cómo se inserta la divulgación en el contexto de la educación; así podremos aspirar a identificar de manera más clara su papel y su alcance en nuestra sociedad.

### **1.2.1 La educación y sus modalidades**

Según la Clasificación Internacional Estándar de Educación, la educación se concibe como “comunicación organizada y sostenida diseñada para producir aprendizaje”. En breve veremos que, dentro de una visión más amplia, 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 mucha mayor flexibilidad respecto a la primera, que refleja una perspectiva mucho más institucionalizada. Ahora, a partir de las ideas de Hamadache, delimitaremos a nuestra vez dos tipos de educación que nos resultan de interés:

**Educación Formal.** Es impartida institucionalmente, obedeciendo programas curriculares establecidos. Se caracteriza por una clara jerarquía con una secuencia de continuidad; ya sea en el orden en que se deben cursar los niveles educativos o los grados dentro de ellos.

**Educación No Formal.** Implica actividades fuera de los programas escolares, aunque pueden surgir de un contexto institucional (como el de los museos). Están organizadas y estructuradas para lograr un conjunto bien definido de objetivos de aprendizaje.

En muchos casos los límites entre un tipo y otro no están muy claros, por lo que no es raro encontrar procesos no formales dentro de la educación formal. A pesar de ser un proceso esencialmente *no formal*, la divulgación tiene fuertes lazos con la escuela. Frecuentemente son instituciones *formales* las que la impulsan; así mismo es común encontrar docentes que involucran actividades de divulgación como complemento a sus programas de estudios.

Cabe resaltar que el caso *no formal* representa esfuerzos planeados y organizados encaminados a propiciar educación. Entonces, al hablar de divulgación no podemos pensar en actividades improvisadas sino en procesos que cuenten con la preparación adecuada para llevar a cabo dinámicas exitosas.

Los puntos anteriores parecieran pasar por alto el contexto educativo en el que aprendemos cosas tan importantes como jugar, hablar, caminar o no meter los dedos a un contacto de la 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 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, juega un rol fundamental en nuestro desarrollo como personas; cuando logramos vincularla satisfactoriamente con las otras dos estaremos en condiciones de potenciar los resultados de los procesos educativos.

Un ejemplo muy interesante surge de la experiencia del “Taller Infantil de Física Espacial (TIFE)”, grupo de divulgación que trabaja en San Luis Potosí. Hace algunos años, con la aparición de la caricatura “Caballeros del Zodiaco”, aprovechó la curiosidad de los niños y logró entusiasmarlos a involucrarse en actividades de astronomía.

Un ejemplo más: en el Grupo Quark realizamos una actividad en que abordamos la forma en que la evaporación de agua en nuestra piel cumple una función refrigerante. Con esto explicamos por qué cuando salimos de bañarnos y seguimos mojados sentiremos mucho frío en comparación a cuando ya estamos secos. Así se crea un vínculo con una experiencia previa de los participantes y se ponen las bases para que tengan un refuerzo de aprendizaje cada vez que terminen de bañarse.

Tal como estos dos casos, en nuestras vidas frecuentemente somos bombardeados por datos que nos despiertan fascinación o morbo, que no pocas veces dejamos insatisfechos. El vínculo entre la divulgación y las experiencias informales permite una doble construcción de sentido al darle significado a los sucesos cotidianos y anclar de forma práctica los temas discutidos.

### ***1.3 ¿Por qué hacer divulgación?***

Si vamos a comprometernos con un esfuerzo serio de comunicación de la ciencia para algún sector del público no especializado, es importante tener muy claras las razones para hacerlo. En primer lugar, incluso si suena egoísta, los beneficios que nos dejará a nivel personal.

El principal motivo para involucrarse en actividades de divulgación científica radica en una de sus características: éstas siempre buscan ser divertidas. En cualquier actividad en la cual queremos que un público pase un rato agradable el primero que debe divertirse es quien la desarrolla, por lo que resulta placentero llevarlas a cabo.

Claro está que no todas las personas van a disfrutar por igual la misma actividad. La riqueza de la divulgación nos permite solventar tal problema: la variedad de medios a nuestra disposición es muy amplia y podemos decir que hay para todos los gustos.

Cada actividad, además, se ajusta a la personalidad de quien la realiza y dirige; en lugar de ajustarse a ellas, las hace formar parte de su individualidad para un óptimo desempeño.

Más allá del deleite inherente a la propia actividad, se encuentra implícita una gran oportunidad de crecimiento personal: en toda actividad se busca transmitir conocimiento; por tanto, quien lo transmite deberá haberlo estudiado, entendido y aprehendido para poder comunicarlo a otros.

Y 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.

Para muchos estudiantes –sobre todo a nivel universitario- las actividades de divulgación son aceptadas como servicio social. Frecuentemente este proceso se lleva a cabo más como un trámite, u obligación, que como una oportunidad de deleite y desarrollo para el individuo.

## ***1.4 ¿Para qué hacer divulgación?***

Ya vimos por qué a alguien le conviene hacer divulgación, pero también es necesario abordar los objetivos que se persiguen al realizar este trabajo; las causas que nos motivan a hacer una diferencia en nuestro entorno.

Los fines perseguidos por 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 a la ciencia**

Alrededor de la ciencia existen múltiples mitos, desarrollados en gran medida por una visión sesgada que se presenta en muchos medios. Cuando las personas imaginan a un científico piensan en 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.

Uno de los principales objetivos que podemos adoptar es echar abajo estos mitos a través de actividades que muestren a la ciencia en su real diversión –digo dimensión- del modo más fiel posible: una actividad humana fascinante, útil y entretenida, 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 un entusiasmo por la ciencia, fundamentado en la idea de Descartes. Hacerlos sentir dueños de la naturaleza a través del conocimiento de ella, pero no sólo un conocimiento puramente teórico sino un vínculo práctico con su realidad. Desde nuestra perspectiva este vínculo resulta muy importante para potenciar el interés que se pueda tener por la ciencia.

#### **1.4.2 Formar cultura científica**

Cuando pensamos en pasar un buen rato a través de una actividad de esparcimiento por lo general las primeras opciones que llegan a nuestra mente son ir al cine, un concierto, una obra de teatro o un evento deportivo. Resulta muy raro que busquemos ir a una conferencia, un taller u otra actividad relacionada con la ciencia.

A pesar de que, como ya hemos mencionado, estamos rodeados de un sinnúmero de interesantes fenómenos naturales, rara vez buscamos acercarnos a actividades que nos ayuden a entenderlos.

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 rol importante en la vida de las personas; esto es, desarrollar una cultura científica.



Cabe resaltar que en la medida que se participe en dichas actividades no nada más por aprender sino también por gusto, podremos 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 y sus efectos en nuestras vidas.

### **1.4.3 Orientación vocacional**

Es de lo más normal ver a profesionistas (ingenieros, médicos, abogados, contadores, etc.) llevando a cabo sus actividades, lo que nos lleva a tener más presente 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 tiene son a través de películas, series y, en el mejor de los casos, revistas o documentales.

Si no se sabe a qué se dedican los científicos, será muy difícil que un joven se decida a ser uno de ellos. Es fácil para un joven ver la practicidad de ser médico o abogado, en función del rol que estos juegan en la sociedad. En cambio un científico tiende a ser visto como algo más alejado de nuestra realidad.

En el inicio del siglo XXI, cuando el avance científico y tecnológico juega un rol crucial en el desarrollo de cualquier nación, vivimos en un país caracterizado por su subdesarrollo científico. A ello se agrega un 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 la misma en nuestro país. A pesar de considerarla interesante, difícilmente llega a ser contemplada como una opción importante para realizar estudios profesionales.

Si bien en México se llevan a cabo importantes trabajos de investigación, las cifras que actualmente ostenta son casi raquílicas

ante la actividad científica que nuestro país requiere. Ya mencionamos las pobres cifras que ostenta nuestro país en cuanto al número de investigadores por cada millar de habitantes.

Aunque los números brutos muestran modestos incrementos, en términos relativos la matrícula en carreras del área de Ciencias Exactas no sólo no ha crecido sino que se ha ido rezagando con respecto a otras carreras. Es, por lo tanto, imperativo despertar en los jóvenes y niños un interés y gusto por la ciencia; fomentar a mediano y largo plazo que se tengan generaciones con un mayor número de investigadores, e incluso divulgadores, que contribuyan a un importante 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 tecnología cobran 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, aún no termina de comprometerse con el desarrollo de un gran sistema nacional en ciencia y tecnología. Los apoyos a la investigación y a la formación de científicos son 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 de la importancia de invertir en ciencia y tecnología. Vale la pena intentar un cambio en la

actitud de los actuales tomadores de decisiones, con el fin de echar a andar un cambio de fondo.

Aquí volvemos a un punto importante del trabajo con niños y jóvenes: impactar 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 ¿Quién debe hacer divulgación?***

Divulgar la ciencia implica dos componentes fundamentales que, tradicionalmente, se encuentran separadas en el abanico de formación académica en México. Por un lado es necesario conocer un tema científico para poder darlo a conocer y, de forma complementaria, se deben tener los elementos necesarios para comunicar el tema de forma eficaz. La primera parte se representa con los expertos de las diferentes disciplinas mientras la segunda comprende comunicadores especializados en diferentes medios.

Los extremos nunca son buenos. En la divulgación es tan problemático el trabajo de un científico incapaz de comunicarse con el sector al que se dirige, como el comunicador que no tiene idea del tema a discutir. Lo ideal es procurar la colaboración entre diferentes actores para construir estrategias de calidad e, incluso, formar investigadores que sepan divulgar y comunicadores con una vasta cultura científica.

Luis Estrada, pionero de nuestra disciplina en México, resumió buena parte de esta idea cuando señaló que la divulgación debe hacerla quien quiera siempre que lo haga bien. Más allá del requisito de una formación específica, la clave para realizar estrategias que

acerquen la ciencia y tecnología al público no especializado está en el compromiso necesario para llevar a cabo un trabajo de calidad.

Parecería que con esto quedó zanjado el tema. Sin embargo, recientemente el Dr. Ruy Pérez Tamayo<sup>2</sup> -otro pionero de la divulgación- señaló que sólo los científicos, con su experiencia personal en el trabajo de generación de conocimiento, tienen la autoridad para discutir los temas y el proceso mismo de la ciencia. Si bien hay casos en que comunicadores que no tienen la preparación necesaria (como señala el propio Dr. Pérez) han hecho un trabajo lamentable, también hay científicos sin preparación en comunicación con resultados penosos.

Ante la reaparición de posturas que se cargan hacia un solo extremo, desestimando la importancia de colaborar y de las dos dimensiones profesionales que requiere la divulgación (en cuanto a ciencia y a comunicación), es fundamental recordar y retomar la postura de Luis Estrada: que divulgue quien sea capaz de hacerlo bien, siempre y cuando se prepare a conciencia en el fondo y la forma.

Pero las personas dispuestas a asumir este compromiso no aparecen de la nada; hay quienes por convicción propia o de forma circunstancial deciden hacerlo, pero no podemos depender de la casualidad. Primero, podemos aspirar a que las mismas actividades de divulgación despierten -primero en colaboradores y después en ciertos sectores del público- el interés por participar en este esfuerzo; luego hay que ofrecer un entrenamiento básico imprescindible para iniciar el trabajo y, en una tercera instancia que nunca termina, propiciar las condiciones para buscar un desarrollo profesional pleno.

## 1.6 ¿Cómo hacer divulgación?

Para conseguir los objetivos generales que planteamos anteriormente, y otros objetivos particulares que se elijan para cada proceso, pueden existir numerosas acciones y metodologías eficaces. No pretendo hacer una revisión exhaustiva de ellas aquí, pero, en una visión general, Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003) ofrecen un modelo de análisis del proceso de divulgación a través de cinco respuestas personales a la ciencia y tecnología que se pretende estimular. En inglés se le conoce como el modelo AEIOU: *Awareness* (Advertir); *Enjoyment* (Encantar); *Interest* (Interesar); *Opinion* (Opinar); y *Understanding* (Comprender, Ubicar)<sup>3</sup>.

**1) Advertir.** Es la base del proceso: hacer conscientes a las personas de que hay un aspecto específico de la CyT con posibles implicaciones para sus vidas, y de que tienen la opción de aprender más al respecto (Burns et al., 2003, p. 196). Para que, de entrada, alguien tenga la opción de acercarse un tema científico-tecnológico, es necesario que se entere de su existencia.

**2) Encantar.** La comprensión de un tema rara vez ocurre en ausencia de un estímulo positivo; sin emoción y motivación nadie elegirá libremente involucrarse en aspectos más profundos de aprendizaje (Lewenstein, 2013, p. 92). En este contexto la diversión puede servir como aliciente en dos niveles:

a) Superficial. Implica una experiencia placentera en el sentido más simple. De acuerdo a Sergio de Régules (2000, p. 73) puede uno fijarse la meta (...) de deleitar con el pretexto de la ciencia:

ofrecer un paseo, que el público viaje y se olvide de sí por un rato; y sobre todo que nos acompañe de buen grado hasta el final.

b) Profundo, implica una mayor participación y satisfacción personal a través de descubrir, explorar y resolver asuntos relacionados con la CyT (Burns et al., 2003, p. 197).

La diferencia entre una experiencia que perdura y otra que se pierde se encuentra en que las primeras provocan niveles de emoción más altos de lo normal (Baddeley citado por Negrete, 2008, p. 94). Cuando nos emocionamos se liberan al torrente sanguíneo sustancias que ponen al cuerpo en alerta y avisan al cerebro para que haga un registro permanente en la memoria de la experiencia (Negrete, 2008, p. 94).

**3) Interesar.** La diversión puede despertar un afán de las personas por involucrarse en actividades de divulgación pero no garantiza que continúen participando. Mantener ligadas a las personas a un tema requiere de interés. Para conseguirlo debe haber una afinidad entre el proceso de divulgación y el contexto del público al que se dirige, con sus gustos, preocupaciones y anhelos.

**4) Opinar.** La actitud de una persona respecto a un asunto científico es sumamente compleja, personal y multifacética. El conocimiento no es el único factor y, a veces, ni el más relevante, pues también influyen las creencias y reacciones emocionales (Burns et al., 2003, p. 197). Al decidir en asuntos como nuevas tecnologías, o descubrimientos científicos, las personas no recurren a toda la información disponible para formar su postura; acuden a atajos cognitivos -como prejuicios, valores o ideologías- para establecer su postura y darle sentido a un asunto (Scheufele y Lewenstein, 2005, p. 660; Bubela et al., 2009, p. 515).

Para Burns y colaboradores (2003, p. 198) la necesidad de una persona por modificar su opinión se presenta cuando se enfrenta un desafío a sus creencias; su visión entra en conflicto con nuevos conocimientos, o bien si se le presenta una alternativa útil o confiable. Para conseguirlo las estrategias de divulgación presentan enfoques que buscan una identidad emocional con los participantes.

**5) Comprender (Ubicar).** Se trata de un pre-requisito para mayores niveles de alfabetización y enfatiza las aplicaciones e implicaciones de la ciencia (Íbid). Aquí encontramos el objetivo último de la divulgación de la ciencia: la capacidad de las personas para ubicar los diferentes aspectos científicos en su realidad, lo cual implica una apropiación del tema, los procesos y los factores sociales inherentes a la CyT.

El modelo AEIOU nos ofrece una panorámica general de una ruta deseable para el trabajo de divulgación, pero nos deja la libertad de elegir el camino idóneo entre diversos medios para acercarnos a los sectores no especializados del público.

### **1.5.1 Medios**

A diferencia de otras actividades con las que cotidianamente estamos relacionados, la ciencia es algo a lo que generalmente sólo nos acercamos a través de la escuela. Nuestra visión está fuertemente influenciada y sesgada por la actitud y capacidad de nuestros profesores. Si bien se trata de profesionales de la enseñanza, no tendrían ser nuestra única referencia y/o enlace con la ciencia.

El aprendizaje de ciencia en nuestro país no se construye de manera conjunta entre profesor y alumnos, sino que se enseña de forma conductista y teórica. Se apela más a la repetición que a la

razón y en muy escasas ocasiones se vinculan los temas de clase con vivencias cotidianas o demostraciones prácticas. Pero ese enlace es fundamental para que las personas entiendan la importancia de la ciencia en su vida; al vincularla con su quehacer cotidiano logran asimilar el conocimiento de manera significativa.

Si pretendemos modificar la visión que prevalece de 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 involucrarnos activamente en este urgente proceso encaminado a modificar la idiosincrasia de las personas, empezando por los niños, para alcanzar una cultura científica generalizada en México.

Cada uno de los interesados en implementar este cambio debemos aportar nuestros esfuerzos de acuerdo a nuestras afinidades y habilidades, de modo que a partir de un trabajo entusiasta y de calidad podamos mostrar una “nueva” cara de la ciencia que resulte al mismo tiempo enriquecedora, interesante y divertida.

Para tal efecto las alternativas son muy variadas e incluyen múltiples medios que pueden ser muy útiles por separado, pero que combinados -como parte de una estrategia integral- resultarán altamente eficaces.

#### **1.5.1.1 Medios electrónicos**

El alcance de estos medios es realmente masivo y aunque el acceso para programas relacionados con la ciencia (en t.v. y radio) es muy restringido, ofrecen una gran ventaja en su cobertura. El principal reto en estos casos es desarrollar propuestas útiles,



atractivas y divertidas, para lograr generar espacios y atraer la atención del público.

Estos medios deberán de disponer de espacios dedicados a resolver las inquietudes de las personas, de modo que no se trate sólo de un proceso unilateral de transmisión de información sino que además incorpore cierta interactividad. En esta tónica han alcanzado relevancia las nuevas tecnologías, en las que el vlogging y las redes sociales se han convertido en un elemento importante por su capacidad de responder a las condiciones del público.

Además, los sitios web en general nos ofrecen la ventaja de poder incluir versiones réplica de los medios impresos y videos de actividades grupales, al otorgarnos alcances nacionales e internacionales que muchas veces no son posibles para las publicaciones “en papel”.

### **1.5.1.2 Medios impresos**

Comparados con los medios anteriores ofrecen la ventaja de -a excepción del internet- un menor costo para llevarse a cabo. Además con ellos podremos involucrar a especialistas de los diversos temas que se traten con mucha más facilidad que en cualquier otra alternativa.

Las opciones para divulgar la ciencia de forma escrita incluyen libros, revistas y cuadernillos de experimentos. Cualquiera que sea el caso, existe la posibilidad de coleccionar: una vez que llegan al lector (o a una biblioteca), pueden ser guardados tanto para darle uso en futuros trabajos, como para ser compartidos.

La ciencia siempre se ha transmitido a través de publicaciones; estos medios sirven -a la par de la divulgación misma- como aliciente para acostumar a las personas a leer

ciencia, actividad muy sana aún para quienes no se dedican a la investigación.

### **1.5.1.3 Dinámicas grupales**

Como su nombre lo indica, estas dinámicas funcionan a través del trabajo efectuado directamente con grupo. A través de una interacción directa y el uso de estrategias alternativas de transmisión de conocimiento se podrá acercar la ciencia de manera importante, tanto a niños y jóvenes, como al público en general.

El medio con más tradición histórica son las conferencias, las cuales propician acercamientos medianamente formales a través de pláticas que comúnmente se acompañan de presentaciones multimedia. Precisarán la colaboración de académicos interesados tanto en dar a conocer su trabajo de investigación como en explicar, de manera clara, simple y agradable, temas relevantes de la ciencia.

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

Nuestra opción estrella -digo, es de la que se ocupará el resto del libro-, son los talleres. A diferencia de los casos que revisamos anteriormente, este medio procura que el participante involucre todos sus sentidos y toda su atención en la actividad que se desarrolla. Otra ventaja es que favorecen la interacción entre guía y participantes, lo que da lugar a solución de dudas y desarrollo de debates.

En estas dinámicas trabajaremos con grupos, procurando desarrollar actividades atractivas y enriquecedoras a través de las

cuales se pueda aprender de forma diferente a la que tradicionalmente se usa en la escuela. 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. Finalmente resalta el rol del guía, o facilitador, quien viene a reemplazar al docente tradicional.

Lo anterior se logra a través de prácticas lúdico-experimentales en las actividades. Los participantes llevarán a cabo estas dinámicas y tratarán de explicar el comportamiento del objeto experimental. Obviamente se tratará de un proceso gradual en el que se iniciará realizando juegos o experimentos que faciliten la participación de los niños y la deducción de los resultados. La dificultad se elevará paulatinamente; cosa que también podrá contribuir al desarrollo cognitivo de los propios participantes.

Estas actividades no sólo aportan mejoras a procesos de enseñanza-aprendizaje sino que les darán a los participantes una visión más clara de cómo trabaja la ciencia, a la par de la importancia de la construcción y transmisión del conocimiento.

#### **1.5.1.5 Museos y Centros de Ciencia**

Si tomamos en cuenta una definición etimológica, un Museo es un lugar donde encontramos a las musas y, con ellas, la inspiración. Recientemente muchos espacios tratan de escapar al 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:

- Cuentan, en su mayoría, con un espacio permanente al que se puede dirigir cualquier persona que quiera involucrarse con la ciencia. Se trata de un punto de gran importancia; con frecuencia la gente no se acerca a la ciencia porque no sabe cómo ni dónde hacerlo.
- Su trayectoria les otorga una valiosa experiencia que, además de optimizar su labor, les permite apoyar el desarrollo profesional de nuevas personas interesadas en dedicarse a la divulgación.
- Bien manejados, sirven como plataforma para llevar a cabo divulgación a través de cualquiera de los medios que discutimos anteriormente. Así, se pueden implementar programas integrales con un amplio abanico de opciones que sirvan para atraer a una gran variedad de sectores del público. Desafortunadamente, en la actualidad son pocos los centros que ofrecen tal diversidad de actividades de divulgación, ya sea por falta de interés, experiencia, recursos humanos o económicos.

El presente libro trata sobre los talleres como una eficaz alternativa para divulgar ciencia. Sin embargo, el vínculo de lo que aquí trataremos con el trabajo de los museos es muy grande. Estas dinámicas son muy útiles para el buen funcionamiento de cualquier museo de ciencia y tecnología y, en gran medida, el trabajo profesional -y el estudio académico- de los talleres en México ha tenido base en museos.

---

<sup>1</sup> Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

<https://data.oecd.org/rd/researchers.htm>

<sup>2</sup> En entrevista publicada el 30 de junio de 2017 por El Colegio Nacional:

<http://colnal.mx/news/profesionalidad-necesaria-para-divulgar-la-ciencia-entrevista-a-ruy-perez-tamayo>

<sup>3</sup> La traducción que aquí ofrecemos no es literal, busca capturar la esencia del modelo al tiempo que se mantienen las siglas que lo caracterizan en inglés.

## **2. 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 una persona (o un grupo) con la ciencia y el que se aprenda un poco de ella. A este respecto existen muchas posturas: desde quien busca transmitir un máximo de conocimiento aun a costa del entusiasmo, hasta quien se centra en el puro entretenimiento sin dar importancia a transmitir información. Como en la mayoría de los casos, lo mejor es el equilibrio; es difícil discriminar entre dos objetivos tan importantes, sobre todo cuando ambos pueden ser complementarios.

El taller, por sí mismo, es una actividad que fomenta procesos dinámicos que procuran ser atractivos, divertidos y placenteros para los participantes. A modo de cimiento será muy útil abordar algunas ideas sobre los procesos enseñanza-aprendizaje; construir un marco de pensamiento que sirva como guía para la acción educativa del taller.

Nuestro medio de trabajo busca construir dinámicas educativas flexibles, capaces de ajustarse a las características de sus usuarios. Quizá es esto lo que nos distingue de las clases tradicionales, o las conferencias, en las que las personas deben adaptarse a las condiciones del profesor o el ponente.

La clave de un buen taller radica en tomar en cuenta que cada grupo es único; sus integrantes tienen expectativas, conocimientos, perspectivas y habilidades distintivas. En base a estos rasgos específicos, la dinámica busca sacar un provecho óptimo al proceso. Así, antes de meternos 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?

Ayudar a construir experiencias y conocimientos no es una tarea sencilla; no sólo hay que tomar en cuenta los temas a discutir, sino también las características específicas de las personas y grupos con quienes vamos a trabajar. Un error recurrente -tanto para docentes como para divulgadores- es tratar de centrar este tipo de procesos en la información a discutir o, lo que es peor, en sí mismos. Nuestro proceso de divulgación debe ser del público y para el público.

A continuación se ofrece un panorama muy general de algunas teorías psicológicas y didácticas que ofrecen recursos útiles para el desarrollo de los talleres.

## ***2.1 La Visión Piagetiana.***

Iniciaremos considerando las aportaciones hechas por el psicólogo y epistemólogo suizo Jean Piaget en lo que se refiere al desarrollo intelectual del individuo.

Piaget consideró que este desarrollo se lleva a cabo a través de varios *estadios* o etapas, que implican una complejidad cada vez mayor en cuanto a las formas de pensamiento y significan completas reorganizaciones de las estructuras mentales

(cognitivas). Podemos hablar de avances que permiten al individuo asimilar cada vez conocimientos más complejos.

Todas las nuevas experiencias implican un reajuste de estructuras mentales que, a fin de cuentas, representa un aporte a su desarrollo cognitivo. La mente se va adaptando gradualmente a la realidad que el individuo percibe.

En cada estadio podemos definir las condiciones a las que un niño o joven es capaz de reaccionar favorablemente en un proceso de aprendizaje, a través de una adecuada dinámica de adaptación. De igual manera, y para el mismo estadio, podemos establecer los procesos que escapan de sus capacidades en ese momento.

Conforme el individuo avanza cognitivamente, las etapas que se superan, lejos de ser desechadas, se convierten en fundamento de los nuevos estadios. Podemos caracterizar a las estructuras mentales como un edificio, en donde las primeras fases son los cimientos.

Piaget distinguió cuatro periodos esenciales en el desarrollo mental del individuo: la inteligencia sensoriomotriz, el preconcreto, las operaciones concretas y las operaciones formales. Cada uno de los periodos está constituido por varios de los estadios anteriormente 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. Ya que no abarca las edades de trabajo de los talleres de divulgación, no ahondaremos en las características de este periodo.



De los dos a los siete años se desarrolla la etapa *pre-operacional concreta*; inicia con la aparición del pensamiento. Tal capacidad de formular ideas y crear representaciones mentales de la realidad, se divide en dos formas:

- i) Una primitiva, en que el ideas están formadas por meras asimilaciones; es decir, se perciben acciones pero sin incorporarlas a nuevas estructuras.
- ii) En la segunda, la acción de pensar formará esquemas, resultado de la incorporación de nuevas estructuras; de modo que el niño irá madurando su visión de la realidad y construirá un pensamiento formal. En la medida que el niño sea capaz de tener experiencias concretas y de modificar su medio ambiente, se habrá alcanzado un pensamiento pre-lógico.

Cabe aclarar que el desarrollo cognitivo del individuo no se presenta espontáneamente con la edad, sino que requiere cierta estimulación. En el caso del paso de la etapa preconcreta a la de operaciones concretas es necesario implantar ciertos conceptos como clasificación, explicación, relación y contaminación.

A los siete años, ya en las *operaciones concretas*, aparece algo de vital importancia para nosotros: lo que Piaget llamó "reflexión". El niño se presenta muchas incógnitas y ya no se conforma con cualquier respuesta; sino que comienza a razonarlas a través de un diálogo consigo mismo. Lo anterior se refleja tanto en sus acciones cotidianas como en la natural curiosidad por los fenómenos en su entorno. Constantemente se dedica a especular

sobre las causas 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 cognitivas -al menos para el aprendizaje de ciencias-, será recomendable motivar a los niños a buscar respuesta a sus dudas en el proceso de divulgación: no responderles, sino brindarles la oportunidad de que descubran. Lo anterior implica una satisfacción asociada con la ciencia para el niño, lo que puede influir notablemente para una futura afinidad hacia ella.

Al entrar en las operaciones concretas se alcanza una estructura mental cada vez más profunda y compleja. La forma de percibir el mundo es mucho más parecida a la de los adultos pero aún no implica una capacidad de abstracción. Se actúa directamente sobre los objetos, mas resulta muy complicado hacerlo sobre hipótesis o enunciados verbales. También es complicado llevarlos a entender conceptos asociados a fenómenos que no pueden percibir directamente. Así, lo que se les pretenda enseñar debe de ser fácilmente reconocible a través de las actividades que se efectúen con ellos.

Como en el caso de un deportista tratando 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*.

Existen varias operaciones que influyen de manera trascendente en el desarrollo cognitivo del individuo en esta fase:

conservación, clasificación, seriación y numeración. En este punto ya se entra 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 se maneja habitualmente para este último salto la edad de 11 años, esto es muy variable ya que, como ya señalamos, se debe esencialmente a los “ejercicios” que de manera consciente o inconsciente lleva a cabo el individuo. Influyen notablemente los estímulos que desde los primeros años se hayan recibido. En muchos casos, resultado de los contextos de la casa y la escuela, el paso a la última etapa se puede adelantar o retrasar.

Ya que las investigaciones desarrolladas por Piaget no estuvieron encaminadas por completo al ámbito educativo, no nos ofrecen conclusiones claras en este aspecto y más bien quedan abiertas a la interpretación. Aún así, a pesar de lo subjetiva que pareciera ser la teoría piagetiana, parece sugerir claramente que el tipo de tareas que un individuo es capaz de efectuar y resolver está determinado por el desarrollo cognitivo que ha alcanzado en un momento específico.

Del mismo modo está condicionado el conocimiento que los niños y jóvenes pueden adquirir, por lo que se tendrán que adaptar los principios que se pretende que entiendan, de modo que se ajusten a su estructura mental.

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, suponen un marco de referencia para

investigaciones posteriores. Sus aportes pusieron en duda las ideas conductistas de que para aprender bastaba con presentar la información.

Nos ayudan a destacar la importancia, para el aprendizaje en ciencias, de usar los procedimientos del trabajo científico. Tal aspecto 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 cognitivo individual como algo interno, en la escuela rusa Lev Semenovich Vigotsky trabajaba una teoría que resultaría complementaria: *El Origen Social de la Mente*. Vigotsky estudió el impacto que el medio y las personas que interactúan con un niño tienen en su proceso de aprendizaje.

Para Vygotsky (1995, p. 287) la palabra es la unidad que refleja la unión del pensamiento y el lenguaje en su forma más simple, a través del significado. Este último es a la vez un fenómeno verbal e intelectual que vincula el sonido o la escritura con un concepto; es la base de la relación lenguaje-pensamiento.

Debemos considerar que pensamiento y expresión verbal no coinciden directamente. Los mensajes verbales se forman articulando diferentes partes, las palabras, y en contraste el pensamiento se estructura como un todo, una visión integral:

“El pensamiento representa siempre un todo más extenso y voluminoso que una sola palabra. Con frecuencia, el hablante necesita varios minutos para exponer una idea. En su mente, ese pensamiento está presente como un todo, no como una sucesión de unidades sueltas, como se desarrolló en su habla. (...) Cabe comparar el pensamiento con una densa nube que descarga una lluvia de palabras. El proceso de transición del pensamiento al lenguaje implica un complejísimo proceso de descomposición del pensamiento y de recomposición en palabras.” (Vygotsky, 1995, p. 341)

Cualquier proceso de interacción verbal con nuestros semejantes implica un estímulo para nuestro desarrollo mental. Lo anterior se debe a que tales interacciones implican asimilar lo que se nos dice o bien organizar nuestras ideas para así hacernos entender. En el caso de los niños es la comunicación con los adultos la que se vuelve especialmente exigente y, por lo tanto, útil.

En este proceso el desarrollo cognitivo muestra una gran analogía con el trabajo científico, ya que ambos implican contrastar ideas que los empujan a avanzar. Nadie nace hablando: el hacerlo implica un complejo proceso al que complementan nuestros intentos, nuestras equivocaciones y alguien que corrija nuestros errores; es de este modo que podemos depurar gradualmente nuestra habla. Lo mismo pasa con nuestras ideas y pensamientos en general, y más adelante -para quienes se dediquen a la investigación- con los mismos trabajos científicos.

Vigotsky concede una gran importancia a la influencia en el aprendizaje de la interacción de los niños con adultos y entre iguales, 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:

**a)** Frecuentemente el código verbal usado por los adultos no coincide con el de los niños, lo que puede impedir que se establezca un puente de comunicación claro. Es muy útil que un compañero con un mayor desarrollo (no sólo en el contexto escolar, sino también entendido como un amigo o familiar de edad cercana) “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 cuyo caso también podemos hablar de una interacción entre iguales que favorece el aprendizaje.

**b)** Por su parte el “intérprete” se enriquece al desarrollar sus habilidades no sólo 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 exitosamente un principio a un compañero estará claro su dominio sobre el conocimiento del tema.

Encontramos una relación experto-novato que, aplicada en un contexto educativo, puede ayudar en gran medida a obtener mejores resultados. Cuando se trabaja entre iguales los niños temen menos a expresar sus dudas e incluso a equivocarse. En tales casos se abre la posibilidad al desarrollo de un proceso de

adquisición del conocimiento más libre, sin el temor a ser reprendido por un error.

Lo anterior nos debe impulsar a fomentar mayores interacciones entre los participantes dentro del taller. A través de 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 le asigna una gran importancia a la actividad dentro del aprendizaje, incluso priorizándola sobre el desarrollo cognitivo. En su definición de la actividad -como un proceso de modificar el medio activamente- nos volvemos a encontrar con un fuerte vínculo con la ciencia, ya que ésta puede concebirse como la más eficaz herramienta para modificar nuestro medio.

Es a través de la acción sobre su medio como los niños -desde su más temprana edad- lo descubren, lo conocen y, hasta cierto punto, lo dominan. Por lo tanto es adecuado, para optimizar el proceso del aprendizaje, promover un rol activo para los participantes; esto, además de acrecentar su conocimiento, podrá favorecer el avance de sus habilidades.

A pesar de lo útiles e importantes que los conceptos anteriores 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 ser una sorpresa, ya que en buena parte los principios anteriores son utilizados en esta teoría, enriqueciéndola y dándole sustento.

De acuerdo a la “zona de desarrollo próximo” (que por facilidad denotaremos ZDP) cada estudiante, de acuerdo a su capacidad

cognitiva, es capaz de asimilar determinados conceptos y de resolver satisfactoriamente ciertos problemas por sí solo. Además existen otros retos que se encuentran fuera de su alcance pero que pueden enfrentarse exitosamente con la ayuda de algún adulto o de un compañero más aventajado, un experto.

La ZDP comprende el tramo que encontramos entre lo que la persona puede aprender de manera autónoma y lo que puede asimilar con ayuda. Obviamente, una persona no podrá llevar a cabo actividades que se encuentren fuera de la ZDP; claro que no se trata de una región rígida sino que se va modificando simultáneamente con el avance mental del individuo.

Cuando tratamos de que una persona construya conocimientos es importante tener en mente sus ideas y experiencias previas, su edad y su contexto, de modo que no excedamos su ZDP. De no ser así se puede conducir a impotencia y repulsión por la actividad que la causó. En muchos casos el origen de la aversión de mucha gente por la ciencia es un proceso de aprendizaje mal llevado que desembocó en frustración.

Ahora el guía, con ayuda de los expertos, recibe también un rol de corresponsabilidad en el desarrollo de estructuras mentales del participante, mismas que permitirán construir conocimientos cada vez más complejos. Este proceso constituye una retroalimentación: el ejercicio de construir nuevos conocimientos lleva a reorganizar y desarrollar las estructuras mentales del individuo.

La facilidad con que el concepto de ZDP se presta para usarse con fines prácticos es consecuencia, sin duda, de las condiciones en que se formuló originalmente por Vigotsky: como una alternativa



frente a las pruebas estandarizadas en el terreno educativo. Estas pruebas conducen a enfocar la atención en las habilidades o capacidades ya constituidas y dominadas por el educando. No toman en cuenta lo que está en proceso de aprenderse, pero que por el momento sólo se puede realizar con el apoyo de otra 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 que están en la base 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 desarrolló una de las teorías del aprendizaje más importantes del siglo pasado: la del *aprendizaje significativo*. Esta teoría surgió en los años sesenta, en un contexto 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 al aprendizaje repetitivo o memorístico; surgió en la búsqueda de un proceso más eficiente, capaz de fomentar una permanencia mucho más prolongada del conocimiento. Se trataba de encontrar métodos que permitieran aprender realmente y no limitarse a memorizar.

En 1963 Ausubel publica “Psicología del Aprendizaje Verbal Significativo”, trabajo revolucionario en cuanto a teorías de la elaboración 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 cognitiva del individuo. En la medida que la nueva información se relacione con la que ya se cuenta o incluso tome ésta como punto de partida, será más fácil llevar a cabo 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 cognitiva del niño, su terminología y su contexto para poder usar éstos como enlace para transmitir nuevos conocimientos. Usualmente resulta difícil para los adultos establecer puentes de comunicación que resulten claros para los niños. Nos resulta difícil ajustarnos (que no bajarnos) a su lenguaje y muchas veces estamos tan inmersos en nuestras propias experiencias que resulta difícil identificarnos con las de ellos.

En muchos casos hay que estar familiarizado con los principales modos de entretenimiento del niño o joven: comics, revistas, internet y, por supuesto, la televisión. Resultará muy útil estar -aunque sea un poco- al tanto de los programas favoritos con los que se entretienen los niños, para así utilizarlos como un puente atractivo que facilite el inicio del proceso de aprendizaje.

Si bien con un poco de práctica no es difícil establecer lazos de comunicación que faciliten la realización de aprendizaje significativo con niños, podemos ayudarnos también en la relación novato-experto para construir dinámicas significativas. Al asumir el rol 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 y dejarlos aportar los datos que en su propio contexto favorezcan más el proceso de aprendizaje.

Estos procesos participativos también contribuyen a darle más control al niño en “su” investigación, en la que se identificará de lleno con el rol 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 entendemos cabalmente de qué se trata. Así, las dinámicas por descubrimiento sin comprensión y la enseñanza mecánica repetitiva resultan muy poco prácticas para el aprendizaje de las ciencias<sup>1</sup>. Con dinámicas por descubrimiento sin comprensión hablamos de descubrimientos más allá del alcance de una estructura cognitiva previa y que, por lo tanto, no pueden resultar significativos. Tales actividades podrán resultar viables en los casos en que la persona ya haya adquirido conocimientos vinculados con el fenómeno que se dispone a analizar.

En base a lo que hemos discutido anteriormente no es posible esperar resultados positivos de un proceso iniciado cuando sólo se tienen en cuenta los temas que vamos a discutir. Es necesario diseñar lo que Ausubel llamó “organizadores previos” para poder llevar a cabo un proceso óptimo de adquisición del conocimiento. Estos organizadores son una suerte de lazos cognitivos con la estructura existente que permitirán a los niños establecer relaciones significativas con la nueva información que precisan adquirir.

Podemos entender el proceso de construcción del conocimientos a modo de cadena: un concepto nuevo se incorpora como eslabón firmemente asido a los conocimientos previos, y listo para enlazarse con el próximo concepto. Si el vínculo entre dos ideas es muy débil la cadena se romperá, pero entre más sólido sea más difícil será olvidar el conocimiento.

También resulta importante estructurar de manera jerarquizada los conocimientos que se van a abordar, dando prioridad a los más generales y desde ahí descendiendo en orden de importancia. Esta jerarquización nos da, de entrada, la posibilidad de facilitar el aprendizaje significativo; entre más general sea la información más puentes cognitivos podrá encontrar con las estructuras de la persona. Además este proceso ayuda a los propios individuos a jerarquizar sus ideas, de modo que no tengan problemas cuando necesiten discutirlos.

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 la persona acaba aprendiendo muy bien cosas que no resultaban trascendentes dentro de lo que se pretendía abordar. Los resultados óptimos dependen de establecer claramente la importancia de los conceptos en un orden tácito.

**b)** La enseñanza debe organizarse respetando la estructura psicológica de las personas involucradas, es decir, sus

conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje. Obviamente si nos damos cuenta de que sus ideas previas son erróneas, debemos remitirnos hasta los conocimientos acertados más avanzados que tenga la persona, de modo que a partir de éstos logremos enmendar el error y posteriormente elaborar nueva información.

Por otro lado, resulta fundamental respetar los modos de aprendizaje de los niños. Siembre que tratemos de alterar sus dinámicas de aprendizaje durante el propio proceso de enseñanza estaremos dando dos pasos para atrás; para ellos resultará muy difícil desarrollarse a través de 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 una relevancia enorme: de nada importa que se usen las mejores teorías y dinámicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje si no se cuenta con la disposición de participar y aprender por parte de los educandos. El guía debe ejecutar y desarrollar las actividades de un modo que resulte atractivo, llamativo, para incitar a los niños y jóvenes a sumir un rol activo dentro del proceso. Desde el inicio de la actividad se debe de establecer un ambiente festivo contagioso, de modo que los niños rápidamente adopten una postura favorable con la actividad y se involucren de lleno.

Este último punto, dentro de las condiciones que estableció Ausubel, es de vital importancia para poder llevar a un término satisfactorio nuestros talleres. Los procesos que se desarrollen con las personas deben de ser, necesariamente, recreativos; es decir, como un desarrollo divertido y enriquecedor para los participantes.

## **2.4 El constructivismo**

Los trabajos que hemos revisado anteriormente 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 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. Se elabora, en realidad, a partir 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 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.

De esta manera se confiere una naturaleza intrínsecamente individual a la construcción del conocimiento, no en el sentido de un proceso solitario pero sí de algo único, definido por la naturaleza propia del individuo y su interacción con el medio. No todas las personas aprenden de la misma manera; debemos poner atención a no coartar sus aptitudes individuales y estrategias propias de aprendizaje, sin descuidar el avance del trabajo en grupo.

La construcción de ideas propias, que llevamos a cabo cotidianamente en todos los aspectos de nuestras vidas, está condicionada 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 al respecto de un conocimiento como de las experiencias relacionadas que con éste.

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

En todo aprendizaje constructivo va implícita la apropiación de un concepto nuevo, mediante la cual el individuo aprovecha sus estructuras previas para asimilar mentalmente los nuevos conocimientos. Casi tan importante como elaborar las nuevas ideas resulta la adquisición de las habilidades necesarias para apropiárselas. Así, el desarrollo de aptitudes -a la par de la información misma- será protagonista de nuevos procesos y situaciones.

De especial importancia para nuestros objetivos de divulgación de la ciencia, resulta la práctica del modelo constructivista conocido como “El Método de Proyectos”. Utilizado especialmente para interacción en situaciones específicas y significativas, estimula el “saber”, el “saber hacer” y el “saber ser”; esto es, se realiza un trabajo que funciona en tres niveles: 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 a través de la discusión de la información, con una dependencia directa con la capacidad y disposición que los participantes muestren dentro de las dinámicas.

En muchos casos nos encontraremos con participantes avanzados en cuanto a las habilidades que les permitirán adquirir un conocimiento en particular, pero no muy interesados en hacerlo. Por el contrario habrá quienes tengan la mejor disposición para hacerlo pero se les dificulte. Las mismas actividades deben estar encaminadas a desarrollar las aptitudes mediante estímulos positivos y también a optimizar la actitud de las personas hacia la ciencia mediante aspectos lúdicos que generen el gusto por ella. De este modo lograremos crear un equilibrio óptimo para el buen desarrollo de nuestras actividades: procurar un saludable balance actitud-aptitud.

Debido a que pensamos desarrollar procesos de construcción de conocimientos esencialmente subjetivos, debemos respetar lo máximo posible los procedimientos propios de cada persona, siempre y cuando éstos vayan a favor de la actividad. Aquí encontramos una definición básica para el rol de nuestro guía: un facilitador, moderador, 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 habrá de contar con el respeto y confianza de sus compañeros y, obviamente, debe manifestar lo mismo hacia ellos. Así se contribuirá a facilitar que las personas se acerquen para aportar sus ideas o buscar dar solución a sus inquietudes.

Aunque en las líneas anteriores hicimos una descripción general de la teoría constructivista, no representa una forma de trabajo homogénea para los procesos educativos. Dentro de esta



teoría podemos definir tres escuelas, tres formas de abordar el proceso educativo:

**i) Activa.** Enfatiza 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, cognitivas y experimentales que no sólo realizarán aportes al desarrollo del individuo, sino que además serán herramientas para futuros procesos.

**ii) 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. Apelando a la naturaleza de exploración por juegos del ser humano se logra que el individuo encuentre y asimile su propia identidad, al tener claras sus preferencias y habilidades.

**iii) Constructivista.** Centra su énfasis en el saber: en los contenidos curriculares que permiten desarrollar el acto de pensar, la tarea de investigar y autoevaluar el aprendizaje, y -como consecuencia- aprender a aprender. Gira alrededor del proceso, llevado a cabo por el mismo individuo, de adquirir información, cuestionarla, asimilarla y construir su propio conocimiento. Podemos afirmar que esta última escuela pone de manifiesto muchos de los puntos de atención de las otras dos. Las necesita para poder cumplir con sus objetivos.

El avance y desarrollo de las personas a través de estas escuelas es un camino muy importante para alcanzar un proceso de aprendizaje ideal. Sin embargo, debemos tener presente que esta utopía con frecuencia choca de frente ante la inercia de años en un modelo educativo centrado en el discurso del docente, su

asimilación y repetición. No siempre es fácil iniciar procesos participativos, que involucren de lleno a las personas, pero es necesario procurarlos para conseguir los objetivos que perseguimos.

## **2.5 Problematicación del aprendizaje**

Paulo Freire fue un educador y teórico brasileño que trabajó durante la segunda mitad del siglo pasado. En su trabajo más importante, *La Pedagogía del Oprimido*, brindó importantes elementos para replantear la esencia de los procesos educativos.

En primer lugar caracterizó algunos problemas fundamentales de la educación tradicional, como el protagonismo excesivo del profesor y los procesos unidireccionales e incuestionables de transmisión de la información: “el educador aparece como el agente indiscutible [...] cuya tarea indeclinable es “llenar” a los educandos con los contenidos de su narración. Contenidos que sólo son retazos de la realidad, desvinculados de la totalidad en que se engendran y en cuyo contexto adquieren sentido.” (Freire, 1972)

La situación planteada es especialmente preocupante para muchos procesos asociados a la enseñanza de la ciencia. Se presentan los conocimientos de una forma terminada e incuestionable que traiciona la esencia de lo científico y ofrece pocas oportunidades para vincularse con la realidad que les dio origen. Con frecuencia los docentes privilegian al discurso sobre la acción y la abstracción aislada sobre la experimentación.

Freire además criticó lo que él estableció como educación bancaria: la dinámica en que los docentes se valen del discurso como agente para guardar información en los alumnos. Se trata de

un proceso pasivo para las personas en el que los maestros deciden los elementos que serán transferidos a sus receptores y simplemente se dedican a acumular información en ellos.

“La educación dominadora se convierte en el acto de depositar, en la cual los y las educandos son los depositarios y el/ la educador quien deposita los conocimientos. Este tipo de educación es narrativa, discursiva y disertadora, no permite que hombres y mujeres “puedan ser” pues los sitúa al margen de la praxis.” (Freire, 1972)

El pedagogo brasileño le otorga gran importancia a la acción y al protagonismo del individuo en los procesos educativos. En este sentido no se debe pensar en formarlo; más bien debemos procurar ofrecerle las condiciones para que se forme a partir de situaciones de aprendizaje relacionadas con su realidad.

Propone problematizar los procesos educativos en contextos relacionados directamente con la vida de sus participantes. Se trata de darle un sentido real a las situaciones abordadas por las personas en los procesos educativos. Para ello se usan generadores orientados a despertar conciencias y catalizar la transformación de la situación opresora en que se encuentran.

“En la educación problematizadora, alternativa a la bancaria, los educadores y educandos son sujetos de su praxis, se supera la falsa conciencia del mundo al ser la acción transformadora-humanizadora de los hombres y mujeres. Al no existir imposición de lo que se aprende, la posesión del conocimiento del mundo por parte del educando se realiza de manera libre, siendo apoyada por el educador/ a, cuyo papel es ser

facilitador simplemente. La educación entonces debe rehacerse a sí misma a través de la práctica constante.” (Freire, 1972)

Al conjugar las ideas de Freire con otras de las teorías revisadas podemos ver en los talleres la oportunidad para revolucionar la educación y la divulgación científicas, para convertirlas en procesos del usuario y para el usuario. Ello requiere, sin embargo, intentar redefinir el rol del educador en los talleres. Se trata de un facilitador, un guía dedicado a establecer las condiciones necesarias para que los participantes puedan construir sus propios conocimientos a partir de sus estructuras cognoscitivas y experiencias previas. El eje principal para estos procesos debe ser el planteamiento adecuado de problemas, para tratar de resolverlos a través del taller.

“Mediante el taller, el docente y los alumnos desafían un conjunto de problemas específicos buscando también que el aprender a ser, el aprender a aprender y el aprender a hacer se den de manera integrada, como corresponde a una auténtica educación o formación integral.” (Maya, 1996)

El impacto educativo de los procesos de problematización juega un rol clave para los talleres de ciencia recreativa, en la medida que puede convertirse en otro elemento para replicar la labor científica.

## ***2.6 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 en la optimización de procesos enseñanza-aprendizaje. Especialmente para el caso concreto de actividades de ciencia recreativa.

Estos dos complementos son alternativas que -como veremos con más detalle a continuación- se desprenden de la naturaleza humana. Dicho origen facilita su exitosa inserción en cualquier contexto 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 e impacto individual, entendiendo que una combinación bien ejecutada permitirá potenciar los resultados del proceso.

### **2.6.1 Indagando lo desconocido**

Al nacer llegamos al 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, a qué aspiramos, etc. Originalmente todo nos resulta desconocido en un mundo lleno de maravillosas novedades e insospechados peligros; estamos ubicados en lo que Piaget definió como la etapa de la inteligencia sensoriomotriz, en que el infante interactúa con cuanta 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 jugar con diferentes objetos, en todo tipo de situaciones, permite adquirir información, así como obtener

experiencias y habilidades que propician una evolución cognitiva del individuo. Poco a poco vamos creando nuestra propia perspectiva de la realidad y –en la medida que nos desarrollamos mentalmente– vamos entendiéndola. De manera gradual y 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 una meta específica detrás de la acción.

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, y se suma un crucial elemento social. Surge un comportamiento que muchos conservamos por el resto de nuestros días: primero observar y posteriormente actuar, ya sea la observación la 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. Es decir, 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, generalmente, cuando un suceso contradice la concepción de la realidad y la persona 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 obligan a replantear nuestros esquemas. Nunca me canso de repetir esto en los talleres que realizo: el científico no es la persona que sabe todo; es quien no sabe algo y está dispuesto a llegar a las últimas consecuencias para averiguarlo.

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 se confrontan las ideas del científico (hipótesis) con la realidad de la naturaleza (a través de experimentos), hasta llegar a un modelo congruente. Aparece, entonces, una figura fundamental no sólo para la ciencia sino también para un desarrollo cognitivo en el individuo.

### **2.6.2 La conjetura**

Siempre que encaramos un problema, o tratamos de resolver una pregunta, es necesario generar una conjetura; el intento de dar solución al 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.

Cometer un error, en sí mismo, no representa nada malo, siempre y cuando nos apoyemos en la realidad para superar la falla 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 resulta en errores. El proceso de identificar los desaciertos y corregirlos es el que conduce al valioso conocimiento científico. Son los mismos errores los que otorgan 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 cognitivo del individuo. Desafortunadamente, en los procesos educativos formales el ambiente no resulta el más propicio para estimular a los niños a formular conjeturas. Es mayor el miedo a equivocarse que la voluntad de participar, por el gran estigma con que carga el error. Malas calificaciones, reprimendas de maestros o padres e incluso burlas de compañeros, constituyen los principales factores que inciden para reforzar este temor.

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. Lo anterior propicia un rol pasivo de niños y jóvenes en los procesos educativos. Se limitan a esperar a que el docente les otorgue la información que sólo deberán aprender y posteriormente repetir, sin que necesariamente entiendan de qué se trata.

Claro está que resultaría casi imposible -tomando en cuenta el número de alumnos por grupo- lograr que todos asuman un rol activo aportando conjeturas en clase sin disminuir sustancialmente los contenidos revisados. Pero 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 las personas 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; también ayudará a que pierdan el miedo a equivocarse y asuman, por fin, un rol 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 una situación 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 que se permita a los participantes decidir cuándo participan 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.

### **2.6.3 A jugar**

Pocas actividades en nuestro mundo pueden ser encontradas en contextos tan diversos como el juego. Sin importar el origen, edad o el nivel económico, los seres humanos siempre nos vemos acompañados de 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 hablamos de propiciar aprendizajes, el juego constituye 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 aún de manera instintiva tendemos a llevar a cabo. El jugar no tiene que enseñarse, lo traemos de “fábrica”. El punto anterior abre la puerta a la fácil ejecución de las dinámicas lúdicas, independientemente de con quien trabajemos.

De hecho, al referirse al proceso de adaptación a la realidad que mencionamos en el punto anterior, 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.

#### **2.6.4 ¿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 ideas como desorden, relajo u ocio.

Dado que su objetivo esencial es formarnos para la vida la escuela, en diferentes aspectos, es una de las instituciones más serias que podemos encontrar. Como el juego siempre se encuentra asociado con diversión, pareciera asumir un rol antagónico respecto a la labor educativa.

Empero, como dijera Batllori, “Para un niño, jugar es la cosa más seria del mundo”. Así, lejos de esta contraposición encontramos la posibilidad de una rica relación complementaria. La clave radica en encontrar dinámicas que permitan aprender jugando.

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 de un juego lo que nos hace involucrarnos de lleno en él. Tal proceso, como en el caso de la conjetura, debe de ser libre. Así, se hace posible lograr que las dinámicas educativas dejen de ser una obligación y lleguen a ser un regocijo para los participantes.

### **2.6.5 Jugar para Aprender**

Además de convertirse en un estímulo catalizador del proceso educativo, el juego nos ofrece diversas ventajas. Resulta claro que existe un gran número de juegos diferentes, capaces de conseguir objetivos específicos. En esta discusión buscaremos ser lo más generales posible, para evitar imponer restricciones innecesarias a los juegos de aprendizaje científico.

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

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

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

Todos estos procesos, aprovechados en la educación, hacen que el individuo asuma un rol activo y pase de ser un observador 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.

## **2.7 El cinturón de *Batman***

Los talleres son dinámicas muy flexibles. En vez de imponer su forma de trabajo de manera rígida, intentan ajustarse a las características del grupo para ejecutarse de manera exitosa. Tal versatilidad requiere de poderosas herramientas y habilidades didácticas.

Aunque los elementos teóricos resultan de gran importancia como marco para los talleres, no es bueno “casarse” con ninguna visión teórica: la esencia del taller radica en la actividad. Es a través de ella que los guías pueden y deben adquirir una capacidad efectiva para desarrollar las dinámicas. Sin embargo la acción requiere de nociones pedagógicas para guiarse; es imprescindible aprovechar los elementos teóricos para mejorar la forma en que divulgamos la ciencia.

Con frecuencia los talleristas construimos nuestra forma de trabajo de manera empírica y posteriormente encontramos una justificación para las mecánicas utilizadas. Desafortunadamente este proceso implica el desarrollo de costosas dinámicas prueba-

error que sacrifican muchas actividades con el afán de encontrar mecánicas de trabajo efectivas.

Gradualmente se han impulsado acciones formativas encaminadas a que los nuevos recursos entiendan los elementos involucrados en su trabajo y añadan nociones pedagógicas en el proceso de dar estructura a su labor.

Ya hemos abordado las principales líneas de pensamiento pedagógico que, en mayor o menor medida, inciden en la acción educativa de los talleres de ciencia recreativa. Todas ellas aportan elementos valiosos para crear un “arsenal” de estrategias orientadas a construir procesos activos de divulgación científica. Sin embargo, es oportuno aclarar que no todos los elementos revisados se aplican siempre.

El tallerista debe ser capaz de distinguir cuales teorías le pueden ser útiles para divulgar la ciencia de forma eficaz según las características de los participantes, los temas abordados y los modelos utilizados. Su misión es aprovechar los elementos pedagógicos a su disposición para recrear la ciencia de forma pertinente con su grupo.

Con el uso adecuado y oportuno de los enfoques teóricos aparece un conjunto de elementos de acción inherentes al taller de divulgación científica, la forma de trabajo que lo caracteriza.

## ***2.8 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 nivel de desarrollo cognoscitivo de los niños y jóvenes. Así mismo, las tareas que los educandos deban realizar deben estar ubicadas 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, tendrán que dedicarse los primeros minutos de la actividad a estimularlos a desenvolverse a través de preguntas, que permitirán identificar el nivel en el que se tiene que trabajar.
- 3.** Los propios procesos que se desarrollen deben estar orientados también a ser un estímulo dentro del desarrollo cognoscitivo y construir una retroalimentación que permitirá que los participantes saquen mayor provecho de las nuevas actividades a las que se incorporen.
- 4.** La actividad debe de 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 una falta de respeto para su individualidad, cosa que puede alejarlos de las actividades 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.** Coadyuvar a que el niño estructure sus ideas para expresarlas, debatirlas y defenderlas con sus compañeros de modo que adquiera una visión clara del trabajo 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, de modo que todos los participantes alcancen un máximo provecho en cada actividad.

**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 dentro de la actividad.

---

<sup>1</sup> Salvo en algunas excepciones de temas muy abstractos en que es imposible que los participantes deduzcan las cosas, aún con el apoyo de experimentos y juegos. Tal es el caso de temas de física de partículas, biología molecular o astronomía.

### **3. Enfoques y narrativas**

*“ El escuchar una descripción en forma de historia sobre el movimiento de una persona a través de los episodios de la vida nos afecta de tal manera que evoca emociones tales como la compasión, la ira o la tristeza”*

Jerome Brunner

Mi primer gran fascinación por la ciencia vino desde la astronomía: las estrellas, galaxias, agujeros negros y el *Big-Bang* me cautivaron en la adolescencia de forma maravillosa.

Al seguir esta pasión llegó a mis manos “Un Universo en expansión”, un libro del astrofísico mexicano Luis Felipe Rodríguez. El texto me llevó a conocer muchos detalles del origen del Universo, de su comportamiento actual y de la forma en que lo estudiamos; pero, con todo y lo interesante de estos puntos, fue otra cosa la que se me quedó más grabada.

Entre los pasajes del libro, el Dr. Rodríguez comentó una experiencia que vivió en su juventud en un importante radiotelescopio en Estados Unidos. Luego de una larga espera (debida a la alta demanda internacional del aparato), por fin pudo tener acceso al gran aparato para recopilar datos útiles para su investigación, y al llegar a las instalaciones para trabajar se sintió sobrecogido: si él era un pequeño yucateco buscando “hacerla” en la gran escena de la astronomía, ¿cómo competir contra los grandes científicos que desfilaban ahí todo el tiempo?

Estaba a punto de “echarse para atrás” cuando el operador del aparato (norteamericano) prendió la radio y se escuchó una canción



de Armando Manzanero. Justo en ese momento nuestro protagonista pensó: si mi paisano puede triunfar en este lugar, entonces yo también puedo. Su trabajo en el radiotelescopio resultó fructífero, como parte de una exitosa carrera que ubica a Luis Felipe Rodríguez como uno de los principales radioastrónomos a nivel mundial.

Muchos años después de leer el libro tuve el gusto de acompañar al Dr. Rodríguez en la visita a un museo, cuando asistió a un evento en Zacatecas. Entrados en la charla le dije lo mucho que había disfrutado “Un Universo en expansión” y lo memorable que resultó su anécdota para mí. Al respecto me comentó que cuando escribió el libro puso mucha atención a la forma de abordar diferentes temas científicos pero que el relato de esa experiencia no estuvo muy planeado; sin embargo muchas personas se han acercado a él para expresarle el impacto que les dejó esa historia.

Quise arrancar este capítulo, que habla de enfoques y narrativas, con un relato (que habla de otro relato) para poner de manifiesto la importancia de tener una forma adecuada de presentar las ideas. El uso de historias hace que las personas se involucren emocionalmente en un tema científico, lo que proporciona experiencias más intensas y memorables. Además, nos ofrece muchas opciones para discutir un mismo tema científico.

La información que se razona a través de la divulgación puede abordarse de múltiples maneras, o, como diría Berruecos (1998), a través de distintos relatos globalizadores, sin perder fidelidad con los principios científicos en cuestión, o al menos con los debates actuales al respecto. Estas diferentes formas de abordar los temas son fundamentales para comprender el proceso de divulgación, en

la medida que sirven para establecer la perspectiva desde la que las personas involucradas entienden la temática en cuestión.

Las estrategias de comunicación eficaces logran conectar un tema científico con algo que las personas consideran valioso o prioritario, lo que proporciona relevancia al asunto y sentido a los conocimientos que se construyen sobre el tema (Nisbet y Scheufele, 2009, p. 1774). La misma información científica puede plantearse de diferentes maneras para alterar la forma en que las personas procesan la información (Berube et al., 2010, p. 34), lo que hace que presten más atención a ciertas dimensiones del debate.

### **3.1 Enfoques**

Los enfoques (*frames*) son líneas narrativas que el divulgador utiliza para establecer una conexión con las personas a las que se dirige, con el afán de ayudar a que asimilen los aspectos sociales de un avance. Son herramientas que ofrecen puntos de referencia y significado comunes entre científicos, comunicadores y sectores de público clave (Hellsten y Nerlich, citados por Nisbet y Scheufele, 2009, p. 1770).

Para un buen manejo de los enfoques la divulgación debe combinar un panorama claro de los elementos técnicos que desea abordar a la par de los aspectos sociales de los mismos; el abordaje de una sola parte ofrece una visión parcial, sesgada, que limita la comprensión del fenómeno tratado. En seguida veremos la forma en que el discurso de divulgación puede articular estos elementos para construir y aprovechar un enfoque.

## **3.2 Formas de pensamiento**

Para incidir en la opinión y comprensión que las personas tienen de la CyT, se debe tomar en cuenta la forma en que éstas procesan la información. El psicólogo norteamericano Jerome Bruner (2009, pp. 11-12) caracterizó dos modelos de función cognitiva con formas distintivas de ordenar la experiencia, de construir la realidad y comunicar conocimiento: el paradigmático (o lógico-científico) y el narrativo.

Estos modelos, complementarios e irreductibles el uno al otro (Negrete, 2008, p. 47), nos ofrecen elementos necesarios para construir enfoques eficaces para la divulgación de la CyT.

**a) Modo paradigmático.** Representa el ideal de un sistema formal de descripción y explicación de las cosas: clasifica los elementos particulares en categorías (o conceptos) que se relacionan entre sí a través de operaciones lógicas (Bruner, 2009, p. 12). Podríamos decir que aquí se encuentra la base de la estructura de abstracciones científicas:

“El razonamiento paradigmático es el método primario mediante el que los humanos convierten su experiencia en algo ordenado y consistente. Con él se producen redes cognitivas de conceptos que permiten familiarizarse con las experiencias a partir de elementos que reaparecen continuamente. Pero estas redes son, sin embargo, abstracciones de nuestra experiencia.”  
(Negrete, 2008, p. 52)

La ciencia y tecnología se estructuran de esta forma, es la construcción de teorías que permiten describir, explicar y predecir el comportamiento de fenómenos naturales. Bruner (2009, pp. 11-12) señala que muchas hipótesis científicas y matemáticas se construyen a partir de pequeñas historias o metáforas, pero solo alcanzan su madurez científica a través de un proceso de conversión a la verificabilidad, formal o empírica, y su capacidad no depende de sus orígenes dramáticos.

**b) *Modo narrativo.*** Las personas organizamos experiencias y memorias sobre todo de manera narrativa, a través de historias, mitos, justificaciones y relatos (Bruner, 1991, p. 4). Es un modo convencional de comunicación con fuerte arraigo cultural, que permite entender la acción humana a través de tramas. A diferencia de las construcciones científicas, que pueden ser verificadas como ciertas o falsas, las construcciones narrativas solo pueden aspirar a la verosimilitud (Bruner, 1991, p. 4). La clave para una narrativa exitosa es que resulte creíble.

### ***3.3 La importancia de las narrativas***

Las narrativas son útiles para la divulgación científica a través de varios factores: facilitan la memorización a través de un marco que vincula diferentes elementos de información (Negrete, 2012, p. 47), son un medio preciso para representar y comunicar conocimientos, sirven como un efectivo detonador emocional (Negrete y Lartigue, 2004, p. 123-124), y además permiten incorporar la dimensión humana y social de la ciencia. Apoyándose

en recursos retóricos, la divulgación combina el discurso paradigmático con el narrativo para crear un enfoque capaz de *seducir* a su público, hacerlo partícipe de su visión de la ciencia e incorporarlo a una forma específica de construir significado del tema abordado.

De forma semejante Macnaghten y colaboradores (2015, p. 4) destacan que la narrativa representa una ruta para una comprensión más simétrica de la vida social de la ciencia; a través de un diálogo que aborda tanto el desarrollo de artefactos técnicos como las prácticas culturales que los hacen importantes para la sociedad. Se ayuda a las personas a darle sentido a los nuevos avances dentro de su realidad. Para estos autores las narrativas operan de dos maneras: en primer lugar representan el mundo en un nivel de generalidad que busca reproducir una postura en una amplia gama de contextos; y en segunda instancia operan relatos -con tramas y personajes, roles y responsabilidades- que destacan las trayectorias de las dinámicas sociales involucradas en la ciencia (Íbid).

Con toda esta gama de posibilidades a disposición de la narrativa vemos que no es trivial sacar provecho al modo de pensamiento narrativo dentro de la divulgación: se requiere articular el conocimiento de los aspectos sociales (históricos, económicos, políticos, etc.) de un tema y la habilidad para darles una forma atractiva para involucrar al público en una experiencia memorable.

No todas las personas que hacen divulgación cuentan con la formación y la habilidad para lograr esta articulación de pensamiento paradigmático y narrativo; de hecho con frecuencia la especialización del trabajo científico dificulta este proceso. Conforme los avances científicos se vuelven más complejos resulta

casi natural que los expertos relacionados con los aspectos técnicos (físico-naturales) sean quienes realicen la tarea de divulgarlos. Más aún, es común escuchar que sólo los especialistas en avances de frontera tienen la “capacidad” (conocimiento) para divulgarlos. Sin embargo, a la vista de la discusión previa esto es un grave error, porque pierde de vista todo un ámbito de relaciones sociales que escapa al dominio académico; así como también es un error pensar que alguien con formación exclusivamente social puede abordar el tema en su totalidad.

El problema de muchos científicos naturales al hacer divulgación de un tema novedoso o polémico, es que carecen de la formación social y la habilidad retórica para complementar su base de pensamiento paradigmático con un sólido complemento narrativo.

Esto nos pone en una situación doblemente problemática: el abordaje abstracto de los conceptos complica el comprender los temas y, además, se limita la discusión al resultado formal del trabajo de investigación sin tener la oportunidad de conocer el contexto y la forma en los que se produjo.

Tampoco podemos irnos al otro extremo de divulgar sólo con atención a las relaciones sociales y descuidar los aspectos técnicos, dejando fuera uno de los ejes principales del trabajo científico-tecnológico. Incorporar tanto las relaciones técnicas como las sociales en la divulgación de la ciencia no es sencillo; es necesario un trabajo interdisciplinario, con la participación de especialistas de diferentes ámbitos, para abordar los temas de forma integral. O bien demandar el compromiso de que el divulgador vaya más allá de la superficie del tema en cuestión; para profundizar en la parte

analítica y también en la parte histórica, económica, política y (por qué no) hasta anecdótica de un avance.

## **4. 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 poder llevar a cabo actividades exitosas, no sólo en propiciar aprendizaje sino en desarrollar actitudes y aptitudes favorables a la ciencia. Sin embargo, no establecen una dinámica de trabajo específica para optimizar un proceso.

Para poder alcanzar nuestros objetivos es preciso determinar claramente las mecánicas que habremos de aplicar en los procesos desarrollados, de modo que se establezca un método de trabajo bien definido.

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

De antemano se sabe que nos inclinaremos hacia los talleres, aunque nuestro interés es ubicarlos en el marco de una perspectiva general.



## **4.1 Estrategias de instrucción**

Podemos separar los medios de enseñanza-aprendizaje en tres grandes grupos, que a continuación describimos.

### **4.1.1 Individualizadas**

Encaran el proceso enfocadas directamente en el sujeto, en un trabajo individual que deberá tener presente sus condiciones únicas tanto de preparación como experiencia: contexto social, desarrollo cognoscitivo, habilidades y motivación. Entre éstas se pueden nombrar las siguientes: 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) de modo que el potencial de enriquecimiento de la información es muy restringido.

### **4.1.2 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 estudiante. Entre éstas se encuentran la exposición, la demostración y el uso de los medios audiovisuales.

Este caso presenta trabajo más tradicional y conductista, que puede frustrar a los participantes con desarrollos cognoscitivos

menores de los que precisa el conocimiento transmitido o aburrir a los que estén por encima de la media.

### **4.1.3 Grupales**

Son estrategias que se implementan alrededor de la interacción del docente (guía) con los educandos y 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 el potencial de enriquecer la actividad mediante la participación de todos los “alumnos”, quienes podrán realizar aportes coherentes con ideas y aptitudes propias. También sirve de apoyo para resolver problemas de atraso en los participantes con la ayuda de sus propios 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 implementar las actividades.

## ***4.2 El trabajo en grupo***

Ya que hemos determinado nuestra primera fase de trabajo debemos avanzar y definir, ahora, las características específicas con las que contará la metodología que ejecutaremos.

El trabajo en grupo se puede desarrollar de diferentes maneras: como discusión, debate, estudio dirigido o panel. De acuerdo a los objetivos y teorías que ya revisamos parece justo integrar un poco de cada uno en nuestra actividad, e involucrar, desde distintos frentes, a los participantes.

Ya vimos que para optimizar un proceso de aprendizaje es muy útil que éste no sólo esté asociado con información, sino también con una experiencia. Lo anterior resalta algo que debemos priorizar, junto a la diversión, en nuestras dinámicas: conseguir una participación activa –manual, intelectual y emocional- de los niños y jóvenes en ellas para ayudar a plasmar de manera indeleble el conocimiento en sus mentes.

Así se construye una experiencia que permitirá aprender a aprender. Esto es, aprender a partir de la acción (directa o indirecta) sobre el objeto de estudio, investigándolo, apropiándose.

Por esto debemos encontrar una metodología de trabajo en grupo que se desarrolle de la manera más horizontal posible, de modo que cada uno de los participantes se vea tan involucrado en la actividad como el mismo guía. De esta manera cada individuo se convierte 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 de 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, al observar, estudiar y entender su realidad.

### ***4.3 El taller***

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

Frecuentemente encontramos, sobre todo en la divulgación, que como taller se concibe toda actividad en donde los participantes construyen 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 el resolverlo. Nuestra meta principal siempre será desentrañar los principios que rigen el funcionamiento de cada uno de los fenómenos que se trabajen con nuestros 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 en base a sus estructuras a que lo memoricen tal como les fue planteado. Aquí se encuentra una directa referencia a la ejecución de dinámicas orientadas al aprendizaje significativo y al constructivismo.

Se vuelve mucho más importante estimular el desarrollo de habilidades –creatividad, proceso experimental- o actitudes -visión crítica y disposición a participar- que la capacidad de memorizar información.

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 a memorizar.

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.

Por otro lado, esta dinámica nos ofrece otras posibilidades por demás interesantes y útiles. Nos permite:

i. Una fácil construcción 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, a través de un continuo proceso de desarrollo intelectual.

El taller es una exploración colectiva desarrollada alrededor de un objetivo concreto, que exige que todos los integrantes del grupo se involucren por completo para ser alcanzado. Para una optimización del tiempo y resultados en las actividades es necesaria 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 a través de diversos medios.

### **4.3.1 Características**

Además de las bondades del taller como una dinámica horizontal e inclusiva, podemos encontrar en él cualidades que nos otorgan importantes ventajas para transmitir conocimientos.

Nuestro trabajo toma como base el modelo teórico que describe la eficacia del taller como estrategia de instrucción encaminada a implementar procesos para facilitar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### ***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. Se hace posible un trabajo colectivo, enriquecido por los aportes de todos los integrantes del grupo. Se optimizan los resultados individuales al poner especial atención a las características cognoscitivas de cada participante.

Habrá que trascender la tentación de centrar la dinámica en el tema tratado o el experimento. El eje de los talleres es el participante, quien construye una experiencia científica a través de una triple interacción: física, emocional e intelectual. En muchos museos a este proceso se le conoce como manos, corazón y cerebro en acción (“hands on”, “heart on” y “mind on”).

#### ***Planeación y Pertinencia***

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

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

Estableceremos los medios más adecuados para implementar nuestra actividad, tomando en cuenta las peculiaridades del grupo de trabajo. La naturaleza, rol, características, vínculos con la estructura cognoscitiva y la vida cotidiana de los conocimientos y habilidades en cuestión serán importantes en este sentido.

El ajuste a dichas peculiaridades del colectivo de participantes será mucho más fácil en un marco de trabajo cotidiano, en el que se tengan bien identificadas las habilidades, 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 que le permita adaptar las actividades que se propone realizar a las características de los niños o jóvenes con los que vaya a trabajar.

### ***Desarrollo de habilidades***

A partir de una estimulación adecuada -que será inducida por el guía, pero implementada también por todos los miembros del grupo de trabajo- se podrán alcanzar en nuestras actividades útiles ejercicios de iniciativa, imaginación, creatividad y memoria. Todos estos elementos son esenciales en un buen desarrollo cognoscitivo del individuo.

Dado que los estímulos al desarrollo de la memoria son implementados cotidianamente, podemos centrarnos más en lo que concierne a los otros puntos que serán desarrollados a través de los talleres.

En toda actividad emprendida por cualquier ser humano la iniciativa asume un rol fundamental. Es la encargada de involucrar 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 dentro de los talleres como en otras actividades.

Se debe insistir que se pierda el miedo a romper esquemas, a analizar la información recibida, hacerla propia, cuestionarla y construir nuestro propio criterio; desarrollar conjeturas que busquen explicar las cosas de mejor manera.

Esto último 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, ya que implica cristalizar los productos de la imaginación en soluciones concretas para los problemas a los que los participantes se enfrentan.

### ***Construcción de conocimientos***

A partir de lo que acabamos de mencionar se podrá lograr que los nuevos conocimientos se constituyan en experiencias vivas y



significativas para los participantes. Se trata de enriquecer al máximo las estructuras mentales, especialmente las relacionadas con la ciencia, entre los niños y jóvenes.

El aspecto más importante de los talleres es que permiten, más que ninguna otra actividad, el que los participantes se involucren 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 rol de estrategia de instrucción para facilitar el aprendizaje- provoca una modificación en la actitud del participante gracias a un cambio de actitud en el guía. Tal transformación no es sólo intelectual, sino también en la capacidad perceptiva de cada individuo.

### ***Creatividad y crítica***

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

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

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 los participantes en la solución de futuros problemas, ya sea que se

presenten en procesos de aprendizaje o en cualquier otra situación de sus vidas.

En todo momento se debe de trabajar con una visión crítica, no sólo respecto al trabajo realizado sino incluso a 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 través del tiempo el avance de la ciencia ha sido posible gracias a quienes se han atrevido a cuestionar las grandes teorías establecidas, lo que da lugar a otras que resultan más completas.

De este modo favoreceremos una cimentación sólida de nuestros conocimientos, base fundamental de aprendizajes importantes. Por otro lado se habrán formado individuos capaces de detectar errores en los modelos que han desarrollado para explicar diversos fenómenos, a los que no se les dificultará modificar (o arreglar) sus propias teorías.

Un factor clave para mejorar la capacidad crítica, especialmente hacia el trabajo propio, será encaminar a los niños y jóvenes a realizar evaluaciones de las teorías desde la visión 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.

### ***Inter-aprendizajes***

Otra gran ventaja que debemos hacer notar en los talleres es que propician los inter-aprendizajes e intercambios de experiencias. Se trata de una característica más que importante de esta dinámica, que la separa de todas las demás.

Las otras valoran mucho el trabajo y los logros individuales. En cambio, aquí buscamos un aprendizaje colectivo basado en la colaboración, en el que todos los niños o jóvenes podrán aportar individuales y valiosos conocimientos, experiencias y habilidades para la consecución de un objetivo de grupo. Esto fomenta una interrelación entre las aportaciones de todos, que nos ayuda no sólo a optimizar resultados sino también a potenciar las aptitudes de cada individuo.

Incorporamos de este modo, también, relaciones de trabajo experto-novato que evitan el rezago de los participantes a partir de la asistencia prestada por sus propios 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. Esto contribuye enormemente a la maduración cognoscitiva del individuo, minimizando la dependencia permanente para con un docente y en la misma medida potenciando la iniciativa de los participantes.

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.

Resulta obvio que los educandos, acostumbrados toda su vida a recibir y guardar información, encontrarán problemas al tratar de adquirirla por sí mismos. Aquí debemos retomar la importancia del rol de nuestro guía. Al asumirse 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 roles y objetivos fundamentales de la ciencia: 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, a través del conocimiento, que es probablemente uno de los logros más satisfactorios que la ciencia nos puede dar.

#### ***4.4 Los talleres de ciencia recreativa***

Una de las ventajas de los talleres es que son dinámicas muy versátiles. Podemos ejecutarlos tanto dentro de la escuela, fuera del contexto regular de las clases, como en otros espacios especialmente implementados. En cualquier caso, aparecen como una oportunidad de aprender (y jugar) de un modo nuevo y no como una obligación más a cumplir.

Si bien acabamos de revisar características generales inherentes a las dinámicas de nuestro interés, es oportuno aclarar la gran diversidad de actividades identificables como talleres. En función de los intereses de un grupo o una actividad específicos, una dinámica puede distinguirse notoriamente de otras.

Cada uno de los problemas que podemos intentar resolver plantea retos particulares por sus características. Si bien exigen ser encarados con distintos enfoques, pueden ser resueltos a través de unas actividades flexibles bien planteadas, diseñadas y ejecutadas; dinámicas lúdicas que induzcan al participante a ver la diversión dentro de la ciencia.

De manera coherente con las características de los participantes, podremos trabajar en marcos un poco más formales,

para dar a conocer el modo de trabajo de los científicos.

#### **4.4.1 Descripción**

Estas actividades divertidas se llevarán a cabo en un contexto despreocupado en que el guía, que deberá ser visto como una figura accesible -un “amigo”-, establece las condiciones para que los participantes adquieran un conocimiento, una habilidad o el gusto por la ciencia.

Se tratará de actividades recreativas prácticas, horizontales, libres, abiertas, participativas (de modos creativos y críticos), colaborativas y deliberativas.

Las dinámicas se pueden aplicar de diversos modos, siempre buscando que el niño o joven las vea como un juego que a la par de lograr que se la pasen bien los ayuda a aprender. Dichas modalidades siempre se ajustarán a las características del taller concreto que se pretenda implementar.

Sobre el desarrollo concreto de las dinámicas profundizaremos en el siguiente capítulo.

#### **4.4.2 Objetivos**

Estamos acostumbrados a un sistema educativo que, por motivos prácticos, es muy restrictivo en lo que al comportamiento de los alumnos se refiere. Hay que estar sentados poniendo atención a la clase impartida por el docente; no se puede hablar entre compañeros (salvo en algunas excepciones) y no se manipulan los objetos de estudio.

La actividad se enfocará a realizar juegos de investigación en los que se formarán equipos que, por si solos, buscarán explicar ciertos fenómenos observables y manipulables. El guía sólo

participará para agilizar las actividades, establecer reglas, propiciar un óptimo ambiente para el desarrollo de la actividad y facilitar conocimientos en la medida que a los participantes se les dificulte adquirirlos.

Los juegos, como su nombre lo indica, estarán caracterizados por la diversión, el deleite. El participante debe considerarlos una actividad estimulante en la que se puede desenvolverse con libertad. Dentro de un marco de orden, se debe procurar que los participantes puedan hacer muchas de las cosas que normalmente tienen prohibidas, como gritar y saltar, de modo que se sientan en un ambiente favorable.

Se buscará estructurar los grupos de trabajo de un modo que favorezca la labor en equipo de una manera horizontal, tratando de evitar individualismos. En muchos casos sucede que hay un integrante del grupo que naturalmente asume el liderazgo en la actividad; a quien asuma tal rol (y en provecho de sus propias aptitudes) se le podrá encomendar evitar los rezagos de miembros de su equipo.

También se buscará fomentar la libertad en cuanto a aportación e intercambio de ideas, siempre dentro de un marco de respeto entre los participantes. Dicho punto por un lado favorecerá el contraste de ideas entre los jóvenes al ayudarles a que entiendan el modo en que el trabajo científico se ve depurado, y por otro ayudará a estimular tanto su desenvolvimiento como sus habilidades verbales y de estructuración de ideas.

Aunque solemos pasarlo por alto, aun los grandes científicos a veces encuentran dificultades para expresar sus ideas con claridad. En el caso de las actividades con jóvenes, es común que se

presente el caso en que alguno ha entendido por completo el fenómeno con el que se está trabajando y, sin embargo, no es capaz de expresar a sus compañeros su visión del asunto de manera coherente. Tenemos que dotarlos de herramientas que les permitan superar este tipo de dificultades.

Las discusiones dentro de los equipos se vuelven fundamentales para estimular a los participantes a alcanzar un óptimo desarrollo de sus habilidades de expresión. Así mismo 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. Será importante -dentro de las actividades grupales- sacar provecho a las mayores habilidades de cada niño o joven. Así ellos se verán a sí mismos con un potencial rol dentro de la ciencia e identificará cualidades que lo puedan hacer un buen científico.

Paralelo a lo anterior se debe buscar también asignar a los participantes tareas vinculadas con las cosas que más les gusta hacer. Dicha estrategia puede resultar en un puente aún más sólido que el punto anterior para lograr involucrarlos en la ciencia desde temprana edad.

Todos -especialmente a edad temprana- estamos en una constante búsqueda de un sentido de pertenencia, tratando de encontrar nuestro nicho. Con los puntos anteriores, relacionados a talentos y preferencias, involucramos a los niños en una actividad de

investigación productiva que ofrece resultados fácilmente identificables, los cuales otorgan la satisfacción de alcanzar un objetivo común y aportar 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 involucraremos en una actividad con más ahínco.

En algunos casos resultará útil realizar actividades competitivas para maximizar la participación de los niños en ellas. Sin embargo, hay que poner especial atención al 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 de lograr que dentro de la actividad se alcancen logros colectivos que resulten satisfactorios para todos los integrantes. Los juegos se deben desarrollar de un modo tal que se puedan obtener muchas pequeñas victorias para diferentes bandos, haciendo que la sensación de derrota prácticamente no exista.

Una capacidad fundamental cuyo desarrollo debemos potenciar es la de hacer frente a nuevos problemas y resolverlos satisfactoriamente. Alcanzaremos este objetivo estimulando las capacidades de análisis y crítica de los participantes, de modo que puedan identificar los factores esenciales que inciden en un fenómeno.

La capacidad de razonamiento y solución de problemas es una meta asequible a través de un seguimiento en los talleres. Será un



producto de nuestras actividades que debemos valorar tanto como la explicación de los fenómenos analizados a través de un juego en concreto, ya que se trata de un elemento esencial de la ciencia.

Por último, tenemos que agregar un importante objetivo de los talleres: a partir del contexto de la propia actividad desarrollada, establecer la importancia de la ciencia y una definición clara y sencilla de ésta. Así los participantes tendrán claro el rol de la misma en la naturaleza y en sus vidas.

#### **4.4.3 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 a las características de quienes tomen parte en la actividad.

Afortunadamente lo anterior no representa mucho problema. Basta con preparación y práctica que posibiliten identificar el contexto de los participantes, para ajustarse sin problemas a un código que facilite la comunicación. Aquí va implícito el desarrollo de versatilidad en los guías, de modo que sin problema puedan trabajar con niños de 5 o 6 años, con adolescentes o adultos.

Cuando ya 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 en los participantes. Estos límites también pueden ser flexibles si implementamos actividades previas que preparen a los participantes para los requisitos de la actividad principal.

En general podemos establecer una edad mínima de trabajo óptimo, entendiendo éste como el que produce un mínimo de resultados favorables, en los 5 años. A esta edad el niño ya se ha familiarizado, a través de la escuela, con actividades que demandan su atención junto a la de todo un grupo.

Podemos decir que durante la educación primaria 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. Será muy importante estimular adecuadamente a los niños para lograr sembrar en ellos una vocación científica de fascinación y cuestionamiento respecto a los fenómenos a su alrededor.

El aprendizaje significativo será trascendental para obtener los resultados deseados. No podemos iniciar la construcción de conocimiento sin contemplar los conocimientos previos del participante; en caso contrario -como sucede frecuentemente- los nuevos conocimientos no serán asimilados.

De la mano irá también lo divertido, para atraer la atención y para reforzar los conocimientos adquiridos. Hay que retomar el 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.

En estas actividades no podemos establecer un límite superior en cuanto a edad de participación. De hecho no existe, ya que la

ciencia es para todos divertida por igual y siempre será útil lograr generalizar esta concepción.

Además, dentro de nuestro esfuerzo por desarrollar una cultura científica, siempre 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.

De forma por más curiosa, es muy frecuente ver que muchos adultos, al realizar estas actividades, 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 actividades abiertas al público es muy útil que los padres de familia u otros familiares participen en los juegos ya que esto animará a niños y jóvenes a integrarse.

#### **4.4.4 Modalidades**

Los talleres no sólo nos presentan una alta flexibilidad en cuanto a edad de trabajo se refiere, sino que también en cuanto 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 dentro del 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 algo cotidiano y no como algo exclusivo de los libros de texto.

Para potenciar la actividad resultará muy útil que el juego se lleve a cabo antes de revisar el tema dentro de los cursos regulares. De tal suerte -cuando llegue el momento de analizar el fenómeno con más formalidad- se contará con más elementos para entenderlo y asimilarlo fácilmente.

### ***Contexto no formal periódico (semiformal)***

Podemos ubicarlo como un punto intermedio entre el formal y el no formal. Se desarrolla a través de actividades realizadas de manera periódica y que, sin estar ligadas a los planes de estudio trabajados en la escuela, cuentan con un programa de trabajo. Dicha programación se orienta a una óptima asimilación de los conocimientos transmitidos y a un estímulo al 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 el Club todos los sábados , durante un periodo de dos horas, se desarrollan talleres de ciencia recreativa a través de juegos con un grupo de más de 60 niños y jóvenes. En este caso las actividades se guían en un programa que semana a semana revisa diferentes temas, con una continuidad que facilita la asimilación de conceptos por parte de los participantes.

Los seguimientos no formales periódicos y 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 la misma.

- 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 implementar dentro de la escuela, por las tardes o incluso también en 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 llevar a cabo prácticas de ciencia recreativa. Estos talleres muy rara vez cuentan con regularidad. Por lo general se llevan a cabo en eventos como congresos, semanas de ciencia o visitas a escuelas.

Aquí los objetivos son crear experiencias sorprendentes, agradables y significativas que queden asociadas con la ciencia. Propician 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 involucrarse en actividades periódicas.

Este contexto resulta notable por sus propias características, pero también porque puede funcionar como un importante catalizador para el desarrollo de los contextos anteriores. Así mismo, puede ayudar a reclutar a futuros elementos dedicados a la divulgación de la ciencia.

#### **4.4.5 Enfoques de un taller**

En cualquiera de los modos en que se desarrolle la actividad, también la podemos efectuar desde distintas perspectivas, para ajustarnos tanto 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 mejoras que se les puedan implementar.

#### ***Retos.***

Una primera opción es retar a los participantes a lograr algo inverosímil de acuerdo a su experiencia cotidiana, pero que a final de cuentas -con ayuda de la ciencia- resulta fácil 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, solamente ayudándose con el papel, voltear el vaso sin que se tire 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 eventos inesperados dentro de los experimentos. Tales sucesos nos conducen a eliminar errores, al igual que reacomodar las teorías existentes o bien crear nuevas, para explicarlos.

En el caso del vaso de agua se logra identificar 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.

Los retos son una de las dinámicas que enfrentan más problemas para involucrar a los participantes de forma activa. Hay arraigados temores al error o al fallo que inhiben el aporte de ideas de muchas personas. Este formato es muy importante para mostrar la importancia del error en la construcción de conocimientos científicos.

### ***Absurdo.***

Otra metodología de trabajo que ofrece buenos resultados es llegar y 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 en base a las evidencias determinar cuál de ellas está 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 de que, de acuerdo a 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 siendo cierta 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 implementar “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.

### ***Concursos.***

Una dinámica que incentiva la participación es la de los concursos, 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 evento que se trate.

Un caso clásico de estas actividades es jalar la cuerda, competencia que gusta mucho a los niños y que muchas veces ejecutan sin pensar muy bien en lo que están haciendo. Rara vez tratan de razonar como 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 regularmente 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 a promover en todos los concursos que efectuemos: señalar la practicidad de ejercitar y saber utilizar nuestro intelecto, y

destacar sus ventajas sobre la pura fuerza bruta, aunque de ningún modo están peleadas la fuerza y el razonamiento.

Las competencias pueden hacerse tan simples como jugar a ver quién descubre primero como 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 implementar, de modo que puedan ser presentadas 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 variaciones de preferencias y carácter empujan a niños y niñas a tratar, con mucho ahínco, de demostrar que son mejores que sus rivales.

Para involucrar a los participantes aún con más fuerza 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 resulte memorable para quienes tomen parte en ella.

### ***Experimentos.***

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

De este modo seremos capaces -en la medida que el nivel de los participantes lo permita- de acercarlos cada vez más en las actividades a la labor cotidiana de los científicos. Así, habremos

sentado las condiciones para dar a conocer a esta profesión, cuya labor concreta se encuentra un poco aislada del conocimiento común.

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

Este tipo de dinámica inicia con una pregunta; un planteamiento inicial que conduce al grupo a indagar en la naturaleza e intentar descubrir cosas nuevas. Para ello se aprovechan tres elementos: la interacción con un dispositivo experimental, un discurso usado por el guía para involucrar a los participantes en el proceso y un proceso de socialización de ideas en que los usuarios producen modelos para explicar lo que han observado en la actividad.

El procedimiento parte de los conocimientos y experiencias de los participantes; luego combina experimentos, conjeturas y discusiones para un proceso de construcción de conocimientos. Con frecuencia el guía busca detonar un conflicto, o controversia, entre el individuo (o el grupo) y los fenómenos que se observan. Surge una crisis cognitiva: conceptos que antes se consideraban seguros ahora son cuestionados, no se puede dar por sentado nada que no sea demostrable.

Un factor importante para el éxito del taller es que la solución de la crisis no sea impuesta por el guía, sino que se resuelva a través de argumentos planteados por los participantes y experimentos que los validen o descarten. Esto conduce a una reelaboración de las estructuras de los participantes para explicar de manera satisfactoria el fenómeno abordado.

### ***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 este caso la dinámica será mostrar el experimento o fenómeno, enfocando esfuerzos para equilibrar la falta de interacción física con una mayor participación de los niños y jóvenes a través de aporte de ideas, conjeturas, etc.

Sacrificamos la interacción física del taller para garantizar la seguridad de los participantes, o la integridad del equipamiento usado. Generalmente estas dinámicas implican experimentos de gran interés o espectacularidad. En una demostración el experimento sólo es manipulado por el guía, quien debe equilibrar la falta de interacción física con una mayor participación en los niveles intelectual y emocional.

Para conseguirlo es útil abordar la dinámica como un espectáculo: mover el ánimo de los participantes, divertirlos y asombrarlos para mantener su atención. Al mismo tiempo se debe alentar el aporte de ideas y conjeturas aún más que en las otras modalidades de taller.

### ***Modelos abstractos.***

La ciencia moderna incluye un gran número de modelos asociados a fenómenos que, por su escala, no podemos manipular de forma directa. Los modelos abstractos son actividades en las que usamos un artefacto para representar un fenómeno físico. Son un gran apoyo para abordar teorías que se ocupan de interacciones totalmente ajenas a nuestra experiencia cotidiana por ser

demasiado pequeñas o grandes, como sucede con la mecánica cuántica o la relatividad. El trabajo de estos modelos no se restringe a estas teorías o a la física; existen muchos otros principios que no pueden ser abordados mediante una interacción directa pero que es oportuno dar a conocer a través de talleres.

Los modelos abstractos son una variedad de metáforas para mantener la interacción física en el taller aún sin experimentar directamente. Sin embargo requieren de gran cuidado en el diseño y ejecución de la dinámica para no caer en la vulgarización del tema.

#### **4.4.6 Requisitos**

Para poder contemplar una implementación generalizada de los talleres, dentro de cualquier contexto, debemos tomar en cuenta que en general 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 recursos con que contaremos serán muy variables. Si queremos que nuestras actividades sean dirigidas 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 contexto libre y casual.

Debe evitarse que se encuentren distractores cerca del área donde se realizaran los juegos, ya que esto requerirá 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 lo más fácil de ejecutar, en todos los aspectos, en la medida que los materiales para las actividades sean fáciles de conseguir, 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 fáciles de realizar las que consiguen un mayor asombro por parte de los niños. En todo caso será ideal que el material utilizado dentro de los juegos pueda ser reusable para futuras actividades.

#### **4.4.7 La importancia de las reglas.**

Todos los seres humanos necesitamos límites claros para nuestro comportamiento dentro de toda actividad en la que nos desenvolvamos y, 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 jugarán un rol fundamental las reglas dentro del juego.

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

En este sentido puede ser útil la figura del guía como moderador, quien procura que se sigan los lineamientos. Se debe tener cuidado en mantenerse como un procurador de reglas y no como un disciplinador; de hacerse así, se corre el riesgo de quitarle informalidad al juego y restringir la libertad de desenvolvimiento de los niños. También hay que delegar la responsabilidad de hacer respetar las reglas a los participantes, de modo que el guía no sea visto como un árbitro; figura que tampoco es visualizada como agradable o amigable.

Las reglas pueden variar dependiendo de 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 actividades:

**-Respeto a los compañeros y su trabajo.** Esto 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 arrebatárles 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 considerablemente el desarrollo del juego. Aquí el orden vuelve a ser responsabilidad del guía, quien se asegurará que los niños levanten su mano para pedir el uso de la palabra y, también, de asignar el orden correspondiente para hablar. Caso parecido será al hacer uso de los diferentes materiales que sean requeridos. Se deberá inducir a un trabajo ordenado con roles claros dentro de los grupos de trabajo, para propiciar el mejor desarrollo del trabajo.

**-Compromiso con la actividad.** Se debe resaltar que para que todos se diviertan, aprendan y le saquen 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. 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 participantes.** Esto empieza 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 manejó, agregando el no gritar ni ofender a los participantes. Por otro lado se deberá tratar igual a cada persona, 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 a un niño se le hace sentir tajantemente que está equivocado se le frustra, cosa que en muchos casos lo aísla de la actividad o en el mejor de los



casos mata su confianza para expresar sus opiniones. Se tiene que empujar a que manifiesten sus ideas y opiniones, haciéndoles saber que todas aportan algo. Depurando errores es como se hace la ciencia.

Como mencionamos anteriormente, las reglas anteriores se pueden ver recortadas o enriquecidas según el contexto; además, las mismas actividades indicarán la necesidad de agregar nuevos lineamientos.

## ***5. Manual del Guía***

*“Caminante, son tus huellas  
el camino y nada más;  
Caminante, no hay camino,  
se hace camino al andar.”  
Antonio Machado*

El guía juega un rol fundamental para el óptimo desarrollo de nuestras actividades. Por lo 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 a través de un camino flexible, de acuerdo las características del grupo de trabajo. Tal “trayecto” será el agente para alcanzar los objetivos generales que planteamos respecto a la ciencia y los particulares que, en cuanto a aprendizaje, plantee la actividad. Pero se debe tener claro que, a pesar de que exista una meta a la que se pretenda llegar al inicio de un taller, el camino no está marcado en piedra: es más importante que la ruta responda a los intereses de los participantes que llegar al objetivo que se buscaba en un principio.

El guía -nuestro mediador del aprendizaje- se convierte en un orientador y planificador de la acción educativa:

—Proporciona el material de estudio o la forma de conseguirlo.

—Promueve y motiva la participación de las personas durante la realización del taller.

—Tiene un profundo respeto por las opiniones de los participantes. Los acepta tal como son y reconoce la singularidad y capacidad de cada uno.

Para poder desarrollar las actividades, en base a la experiencia, planteamos 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 de ser visto como una barrera totalmente rígida, ya que es posible que jóvenes con 13 o 14 años cuenten con la madurez, interés y habilidades necesarios 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 a los 20, 70 o 100 años.

Antes de empezar a desarrollar una actividad se debe dominar su contenido y tener claros los términos que se vayan a usar, ya que en caso opuesto se le estarían inculcando conceptos erróneos a los niños.

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 distrayéndose por no escuchar bien.

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 será influenciada por la actitud del guía. El guía debe disfrutar sus actividades, para así entregarse a ellas (al momento de prepararlas y realizarlas) en un 100% y convertirse en un verdadero estímulo para los participantes.

### **5.1 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. Normalmente al docente se le ve como proveedor del conocimiento predigerido para memorizar y observador del trabajo que les asigna a sus alumnos. Nuestro guía debe ser un facilitador de las actividades que:

- Crea situaciones idóneas para que los alumnos logren colectivamente construir su conocimiento.
- Orienta y reconduce las tareas.
- Promueve la reflexión y la obtención de conclusiones acerca de lo aprendido.

Para cumplir con su labor de un modo satisfactorio existe una serie de aspectos importantes a tomar en cuenta:

- i. **Convicción y compromiso.**

Sin lugar a dudas, los guías deben estar claros del “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 pretenden 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 óptimo 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.

Este 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.

## ii. ***Lenguaje adecuado.***

Frecuentemente la labor que describimos es llevada a cabo por personas altamente involucradas en la ciencia, acostumbradas a manejar términos que resultan complejos para el público no especializado, que es precisamente al que nos interesa dirigirnos.

Será necesario, para propiciar acercamientos, minimizar el manejo de estos términos con los participantes, tratando 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.

iii. ***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, que 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 inclusive, 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.

iv. ***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 rol que desempeña y las responsabilidades que éste implica.

Esto no está peleado con la diversión dentro de los juegos o experimentos que se lleven a cabo. De hecho, desde nuestra particular visión, si el guía mismo se está divirtiendo esto redundará en una mayor probabilidad de diversión para los niños y jóvenes. Debe funcionar como un detonador recreativo. En caso contrario, si el guía se manifiesta apático, aburrido o demasiado serio, esto puede desembocar en el fracaso de la actividad.

v. ***Vale más una buena pregunta...***

Dentro de su rol de facilitador, el guía debe ceder la iniciativa a los niños y jóvenes a través de preguntas que los empujarán a cuestionarse acerca del tema en cuestión o a analizar los fenómenos que están observando. Como ya revisamos anteriormente, lo anterior puede contribuir al proceso de desarrollo que implica el 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 conducirá 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 que buscan una memorización del conocimiento que ha sido otorgado por el docente.

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

vi. ***Las reglas.***

Aunque el guía no debe ser visto como un guardián de la disciplina, es frecuente que tenga que adoptar tal papel, en casos en los que un participante no sólo se resiste a colaborar en la actividad sino que presenta 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 actividades de ciencia y los juegos que ellos normalmente realizan,

ya sean deportes o actividades de otro tipo. En todos los casos hay objetivos y reglas que todo participante que quiera jugar debe acatar, y que fueron establecidos para el buen desarrollo de las mismas actividades.

En los casos en que irremediamente el niño se muestre renuente a modificar su comportamiento y una vez se hayan agotado los esfuerzos positivos para que participe favorablemente, se le tendrá que excluir de la actividad.

## **5.2 Desarrollo de las actividades**

Las actividades 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. También el que use su propio carácter y respete 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 desarrollo de un taller. Cabe aclarar que se trata solamente de una propuesta, susceptible a 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.

Así mismo se les platicará a los participantes 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, en que escuela están, su grupo, etc.

Ej. “Hola, yo me llamo Miguel; ¿cómo me llamo?” : “MIGUEL”.

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

**b) Exploración.** No podemos empezar la actividad sin tener claro el contexto de los participantes. Por consiguiente, se hace una exploración a través de 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 los participantes no se tengan nociones claras, se les dará una perspectiva general antes de iniciar la dinámica.

Ejemplo: “¿Alguno de ustedes sabe que 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, está presente 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 dentro del juego o experimento. Para esto resulta muy práctico dividir a los participantes en grupos.

Como estímulo para que se involucren al 100% dentro de 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, lo que evitará 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 5 integrantes”, “Pónganle nombre a su equipo. A ver quién se lo pone más rápido”, “Bueno, con ayuda de esta bomba de aire, papel, pegamento, colores, agua y el unicel 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 elegir quién lo va a lanzar”.*

**d) Deliberación y explicación.** Ya sea antes de desarrollar la actividad, porque necesiten planearla; y/o después, para entenderla, los participantes buscarán aportar ideas para encontrar la explicación del fenómeno que se está analizando. El guía buscará formular preguntas que encaminen a los participantes a alcanzar los conceptos buscados. En caso de que se dificulte hallar la explicación, el guía estará encargado de proveerla. La información

revisada –aún para un mismo fenómeno- serán tan variada como contextos de desarrollo cognoscitivo diferentes podamos encontrar, por lo que 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, de modo que sean asimilados fácilmente.

Ejemplo: *“¿Por qué si le metemos aire a la botella, con la bomba, 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, que es detenida por nuestro tapón de unicel. En un momento la presión es tan grande que el tapón se rompe y el aire sale rápidamente de la botella. Al salir el aire, por la misma presión, empuja nuestro cohete y lo hace elevarse; lo anterior se conoce como propulsión y es el mismo principio que hace que los cohetes que van 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 -y 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 útil?”, “¿Se divirtieron?”, “Con el juego anterior -como vimos todos- buscamos el modo de hacer que el cohete se eleve, por lo que le tuvimos que dar energía para 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), 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 podemos jugar a hacer ciencia”.*

## **6. A preparar los juegos**

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

*Patllori*

Contrario a lo que se podría pensar, jugar a hacer ciencia no es una cosa sin importancia. Los talleres recreativos –nuestros juegos- requieren de compromiso para una realización efectiva. Además de tomar en cuenta los aspectos metodológicos ya mencionados en capítulos anteriores, el guía debe de preparar sus actividades de manera adecuada.

Aun los mejores divulgadores, con habilidades innatas para facilitar el acceso del público a la ciencia y tecnología, difícilmente pueden realizar un proceso exitoso “sobre las piernas”; requieren un análisis de la compleja relación entre los objetivos que se persiguen, los conceptos que se deben abordar y los sectores del público a los que se van a dirigir. Los juegos no deben ejecutarse de manera espontánea o improvisada; se requiere de respaldo y preparación, es decir, un modelo.

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

### **6.1 Elementos de los modelos**

Los materiales que dan vida a los procesos de divulgación de la ciencia y la tecnología cobran sentido a través de cinco elementos esenciales: los aspectos que nos guían para realizar un buen diseño y una exitosa ejecución de nuestras actividades.

**i) Público.** Todo proceso de comunicación tiene dos o más protagonistas. Para las actividades de divulgación nosotros seremos un actor importante pero más trascendente aún es definir quiénes nos acompañarán en esta aventura. El punto de partida para la concepción y desarrollo de un material de divulgación debe ser precisamente el perfil de las personas a las que nos vamos a dirigir. A partir de ellas es que se debe diseñar y ajustar el producto que se busca para la divulgación y no al revés, como puede llegar a ocurrir: pretender que las personas a las que nos dirigimos se ajusten a lo que se ofrece. A partir de la definición de un sector del público con el que vamos a trabajar, podemos trabajar en el andamiaje que dará soporte al proceso de divulgación.

**ii) Objetivos.** Todo proceso orientado a crear un material de divulgación debe tener bien definidas las metas que persigue y las personas involucradas deben estar convencidas y comprometidas con tales objetivos. En caso de no establecer un rumbo claro puede darse la situación de encontrar múltiples metas en el camino, intentar conseguir las todas con el material y al final terminar por no conseguir nada. O bien al no trabajar con una guía específica, las personas pueden llevarse cosas que no tienen nada que ver con los intereses de quienes promovieron la acción de divulgación.

Ya sea que se busque acercar a las personas a un tema científico de vanguardia, cambiar su postura sobre un tema que ya conocen, despertar conciencia sobre un problema latente o mejorar sus actitudes hacia la ciencia y tecnología, debemos tener claro qué objetivo perseguimos para poder buscar la ruta que nos lleve a conseguirlo.

**iii) Tema.** Puede parecer redundante abordar el tema científico que se discutirá en el proceso de divulgación, toda vez que ya mencionamos los objetivos, pero no necesariamente se trata de lo mismo. Podemos tener como objetivo estimular el desarrollo de una visión crítica por parte de las personas involucradas y usar el principio de Arquímedes para lograrlo o, para el mismo objetivo, utilizar principios de electrostática. También, por ejemplo, si nuestro objetivo es abordar los riesgos de las nuevas tecnologías, esto se puede hacer desde temas tan diversos como radiactividad, organismos modificados genéticamente o nanotecnologías.

Es importante acotar de forma clara el tema específico a discutir, así como los distintos aspectos que deseamos tocar del mismo; esto nos dará pauta para la investigación que nos permitirá conocer lo suficiente del tema para facilitar su comunicación. Cuando se investiga para preparar la actividad de divulgación es fácil caer en un entusiasmo por el tema que nos lleva a querer abarcarlo en su totalidad. Aquí es importante que valoremos hasta dónde llegar para que nuestro público no se canse o se sature.

**iv) Medio.** Muchos divulgadores ya tenemos el medio elegido, por nuestra especialidad o experiencia profesional, aun antes de

definir cualquier otra cosa. Esto puede ser útil para aprovechar una trayectoria de trabajo efectivo en un medio particular; sin embargo puede convertirse en un obstáculo en el caso que la estrategia usada no armonice con el público, los objetivos o el tema elegidos para el proceso. Ahora bien, puede darse el caso de que los elementos para nuestro proceso de divulgación nos motiven a usar un medio en el que no tenemos experiencia previa; en este caso no debemos extralimitarnos, sino prepararnos para realizar la tarea de forma específica a través de cursos o con el apoyo de expertos que nos ayuden a desarrollar el material y adquirir experiencia en el proceso.

**v) Estructura.** Para realizar la divulgación de forma exitosa es preciso establecer un marco retórico para la discusión: esto no quiere decir que ésta solo dependa del aporte del divulgador, pero sí cabe señalar que -como mínimo- ubica a las personas en un escenario para empezar a discutir. Existen múltiples líneas narrativas para abordar un mismo tema e incluso transmitir el mismo enfoque; aquí entra en juego la sensibilidad y capacidad del divulgador para adaptarse a la combinación de público-objetivos-tema (y hasta el medio) para enganchar a su audiencia.

Como un punto extra para estimular a las personas involucradas sugerimos propiciar la interacción o, al menos, buscar caminos para que éstas puedan asumir un papel activo. Hay medios -como conferencias, talleres y exhibiciones- en los que la participación de las diferentes personas se presenta de forma casi directa, mientras que otros -libros, artículos, videos- requieren de abordajes más creativos para lograrla: por ejemplo, se puede llevar



al público a través de una serie de ideas que lo conducen a un resultado antes que explicarle el resultado en sí; también es útil plantear retos que se pueden realizar de forma paralela al proceso de divulgación o bien crear escenarios con los que el público se puede identificar para proyectar sus ideas hacia el tema.

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

### **6.1.1 Réplica**

El primer caso es el más sencillo de todos: consiste en repetir un modelo tal como fue observado 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 actividad: desde identificar la estructura hasta dominar el marco teórico de la misma.

### **6.1.2 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 exitosamente. 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.

### **6.1.3 Diseño**

Tal 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 potencia 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. 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 a partir 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 a 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.

## ***6.2 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 ha sido dedicada -hasta ahora- a la forma de realizar los procesos enseñanza-aprendizaje. Esto no

implica una menor relevancia del fondo del proceso; de hecho es muy importante ser cuidadosos con los contenidos impartidos en los talleres.

### **6.2.1 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: es decir, que resulten divertidas pero ajenas a cualquier conocimiento científico.

Múltiples museos y centros de ciencia se han visto enfrascados en esta problemática al desviarse de su labor para convertirse 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 vaga de aprender en vez de la oportunidad de realmente desarrollar aprendizaje.

La justificación se plantea en base al 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. Pongo “ciencia” con mayúsculas para enfatizar que las actividades deben de involucrar

aspectos realmente vinculados a ella: conocimientos, dinámicas de trabajo, actitudes críticas y creativas.

Para poder cumplir con ello, los guías deberán contar con elementos teóricos suficientes para desarrollar la actividad. Aquí van implícitos el dominio de la información ligada directamente a la actividad 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 encauzar los aportes por el camino adecuado.

Frecuentemente en los talleres se aportan ideas con un vínculo muy débil, casi nulo, con el tema central de la actividad; sin embargo éstas 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.

### **6.2.2 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 actividad no sólo podrá responder las dudas sino que lo hará de manera pertinente, de acuerdo al contexto de los participantes.

Si bien deben conocer y entender los fenómenos ligados a sus juegos, los guías no tienen que ser enciclopedias andantes de la ciencia. 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 para el desarrollo de una cultura científica que debemos minimizar, no potenciar. Siempre que surja alguna pregunta que el guía no es 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 rol 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 echarla a andar. A veces los divulgadores nos enamoramos de la idea de ilustrar a los participantes y de la fascinación que 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.

Obviamente que en este 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 a dar solución a la inquietud. En último término el guía debe comprometerse a investigar la respuesta e invitar a quienes se involucraron en el juego a hacer lo mismo. Así podremos acercar

más a nuestros participantes a los procesos de investigación e incentivarlos a mantenerse vinculados con la ciencia.

### **6.2.3 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 hablamos de tensión superficial se puede hacer una representación con los participantes: hacer que todos entrelacen sus brazos para que actúen como moléculas de agua enlazadas entre si.

Esta herramienta es muy eficaz para conseguir vincular conocimientos previos con la información nueva provista en el taller. Además, como ya señalamos, 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 las partículas, 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 cuidadosamente el punto de apoyo -fenómeno comparado con lo

revisado en el juego- de modo que se mantenga la fidelidad con el principio científico.

#### **6.2.4 “Divulgamiento”**

Con el afán de hacer la información más 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 debería 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 a todas las actividades que deberían hacer divulgación pero terminan propiciando la construcción de conocimientos en base a información falsa o errónea.

Toda la preparación y el sentido de la humildad que señalamos anteriormente 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, potenciales 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.

### ***6.3 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. Frecuentemente 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.

### **6.3.1 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 actividad). Para llegar a un modelo óptimo habrá que hacer varias pruebas físicas a la actividad, y así detectar posibles obstáculos y alternativas de trabajo.

### **6.3.2 Investigación**

Esta etapa le otorga sustento al fondo del modelo, 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 contextos distintos.

Como parte de este proceso es común encontrar, tanto en internet como en publicaciones impresas, documentos relacionados con experiencias en modelos iguales o parecidos, elementos que servirán de útil referencia para enriquecer las actividades.

### **6.3.3 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 potenciar otras.

En un inicio los modelos tienen un sesgo producto 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. Se hace posible ir más allá de la construcción colectiva del conocimiento en un taller para llegar a la creación colectiva del modelo del juego.

### **6.3.4 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 implementación 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.

## **6.4 Sistematización**

La sistematización de los modelos se compone de documentos de referencia con la información suficiente 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 útil referencia 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. Es necesario aclarar que sólo se trata de una sugerencia y que queda abierta a los ajustes considerados pertinentes por cada guía o grupo.

***Título Actividad:***

Todo modelo debe tener un nombre que lo identifique. Será la misma nomenclatura para usar con los participantes. Hay que procurar, en lo posible, prescindir de tecnicismos y usar nombres divertidos.

***Autor:***

Persona que redactó la sistematización. En caso de que la idea no sea original es importante dar crédito a quien la creó.

***Principios a explicar:***

Definición de los principios científicos a abordar 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 a efectuar para desarrollar el modelo. Es importante numerar las acciones a realizar y ser muy claros y específicos en cada paso (con el uso de frases lo más cortas posibles).

***Marco Teórico:***

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

***Preguntas:***

Nuestros modelos buscan lograr, con la guía adecuada, una construcción de conocimientos basada en los aportes de los participantes. Para llegar a esta construcción son necesarios 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 involucrados en el taller.

***Abordaje sugerido:***

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 construirá su propia explicación sin dejar de respetar los elementos de fondo.

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

***Dinámicas complementarias:***

Actividades que pueden facilitar el logro de los objetivos planteados o el de otros complementarios.

***Datos curiosos:***

Información de anécdotas o aspectos cotidianos que pueden relacionar el tema con la vida de las personas involucradas.

***Bibliografía:***

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

## **7. Seguimientos periódicos**

*“La educación científica de los jóvenes es al menos tan importante, o 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. Se logró encender una chispa que capta su atención, genera inspiración o, con un poco de suerte, despierta vocación hacia la ciencia y tecnología. 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 ha de permanecer cercana a ellos para lograr unirlos cada vez más a la ciencia. De otra manera, debido a la pobre oferta de espacios científicos para público no especializado, el interés mermará y se habrá desaprovechado el impacto 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 para los talleres, pero habremos de enlazar los contenidos de una sesión con los de

otras. Necesitamos estructurar el trabajo a mediano plazo. Si bien se requiere de más trabajo, tendremos frutos mayores mediante una sólida aplicación del constructivismo y el aprendizaje significativo.

Existe el exitoso precedente del Club Infantil de la Ciencia, del Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Este programa opera desde hace 32 años y se ha consolidado como pionero en lo referente al trabajo de fuerzas básicas de la ciencia.

En el mundo los clubes deportivos detectan y forman desde la infancia a los grandes atletas del futuro. Sabemos que no todos los niños involucrados en las fuerzas básicas resultan estrellas, pero igualmente importante resulta la labor de inculcarles una cultura física y deportiva; en este sentido se están formando ciudadanos sanos a través del deporte.

Al detenernos a pensar en la urgente necesidad de incrementar el trabajo científico-tecnológico en un país como México, resulta lógico implementar programas como el Club: semilleros de científicos. Además encontramos el valor agregado de propiciar el desarrollo de una cultura científica en los participantes, la mayoría de los cuales probablemente no terminarán dedicados a la ciencia pero podrán convertirse en ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas en un mundo cada vez más dominado por los avances de la ciencia y tecnología.

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.



## **7.1 Justificación**

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

Evitamos el problema de iniciar la actividad desde cero; es decir, ya no hace falta explorar cada vez para tratar de identificar el contexto de los participantes, sino que están claros los conocimientos previos con que los niños o jóvenes cuentan. En base a esto podemos estructurar con antelación las estrategias que se implementarán.

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 e interés por la ciencia. Así se realizarán aportes al desarrollo cognoscitivo de los participantes.

Por otro lado, se familiariza a los participantes de manera gradual con la terminología propia de la ciencia. Esto eventualmente contribuirá a la asimilación sencilla de conocimientos cada vez más específicos.

Profundizamos, a través de nuevas actividades o modificaciones en las anteriores, en saberes que antes no hayan sido explorados por completo. Esto nos conducirá a que, al establecer los acuerdos pertinentes, los participantes puedan realizar visitas significativas a centros de investigación, donde los propios científicos describan su trabajo.

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, ya que les faltan elementos para comprender en su totalidad lo que se les explica.

## **7.2 Estrategias**

Es posible mediante estos seguimientos impulsar varias estrategias, capaces de dar mayor trascendencia a 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:

### **7.2.1 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 sola sesión de trabajo, un reconocimiento más eficaz se podrá realizar a través 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. Mucha gente parece 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, incluso inalcanzable. Cambiaremos esta perspectiva al demostrar, a 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, buscando encaminar jóvenes a estudios y actividades científicas, de acuerdo a sus afinidades, en dos vías: la investigación y la propia divulgación.

### ***—Investigación.***

Se apoyará a los niños y jóvenes para que lleven a cabo proyectos que involucren tanto adquisición bibliográfica de información como procesos que los conduzcan a conclusiones respecto a sus fenómenos de 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.

### ***—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.

### **7.2.2 Estímulo a la lectura de la ciencia.**

Uno de los grandes problemas de nuestro país es la falta de una cultura de lectores. Aunque aún falta leer sobre toda clase de materias, la ciencia es una de las actividades humanas más afectadas por esta falta del hábito. 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” de Fondo de Cultura Económica) y finalmente 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.

### **7.2.3 Participación en eventos académicos.**

Estas instancias involucran a muchas personas interesadas en la ciencia y resultan muy importantes para desarrollar un entusiasmo

por ésta. Así podremos “empujar” a los participantes a involucrarse 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, y convertirlos en protagonistas en vez de observadores. Al asumir dicho rol los participantes encontrarán un mayor estímulo en las actividades científicas. Bastará, en ocasiones, con encontrar espacios de interacción 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 presentarán a sus familiares –y a público en general- sus actividades científicas favoritas. Estos eventos tendrán dos grandes impactos: dar “fogueo” a quienes se involucren en ellos y servir como actividades de divulgación, ahora desarrolladas por quienes antes sólo eran usuarios.

#### **7.2.4 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 resultado ser muy útil visitar lugares comunes para los participantes (cines, centros comerciales e incluso fábricas), ya que así ellos identifican y analizan los principios que permiten operar a estos espacios, lo que les permite valorar el rol de la ciencia en los procesos que facilitan nuestra vida cotidiana.

#### **7.2.5 Elaboración de proyectos propios.**

El que los participantes puedan desarrollar inventos e investigaciones propios dentro de temas determinados solamente por su propio interés será enormemente gratificante para ellos. A través de esto podrán buscar soluciones a sus muy particulares preguntas y necesidades para tomar medidas encaminadas a adquirir control de su medio, ajustarlo para sí, y ejercer mayor dominio sobre la naturaleza a través de su conocimiento.

Muchas veces este trabajo puede llevarlos a concursos o congresos, lo que de esta manera establecerá un nexo con el punto de participación en eventos académicos.

## **7.3 Formatos**

Los seguimientos periódicos se pueden desarrollar a través de dos formatos: uno es realizarlos a la par de las actividades escolares como un complemento de los contenidos revisados en clase. El otro, hacerlo en grupos o clubes extraescolares de ciencia que reúnan a sus participantes con el objetivo de desarrollar talleres y otros procesos de divulgaciónn

### **7.3.1 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 resulte paralelo a los de los temas analizados en clase, lo que facilitará la adquisición de los contenidos y les dará un mayor significado e importancia.

Como en todos los talleres, será muy útil que para esta labor exista un guía que complemente al profesor para realizar estas

actividades. No se descarta, sin embargo, que se puedan obtener buenos resultados si el mismo docente involucra dentro del contexto regular de clases los talleres de ciencia.

Al mismo tiempo se podrá implementar el seguimiento extraescolar como un complemento lúdico idóneo para las actividades. Incluso se puede fomentar el desarrollo de este a partir de marcos escolares al hacer equipos con docentes y/o estudiantes.

Existen múltiples ejemplos exitosos en este sentido, sobre todo de grupos formados alrededor de trabajo en áreas específicas de la ciencia. Muchas secundarias y preparatorias desarrollan cotidianamente clubes 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.

### **7.3.2 Seguimiento extraescolar**

Requiere de la creación de grupos o clubes dedicados a hacer divulgación periódicamente, con cierta continuidad y estructura en un contexto enteramente ajeno al escolar. Será preciso contar con espacios -preferentemente fijos- adecuados para facilitar el desarrollo óptimo de las actividades.

Serán estos talleres programados los que permitan dar un seguimiento útil a las actividades realizadas con niños y jóvenes. La estructura habrá de ser flexible para permitir que las actividades se implementen de acuerdo al nivel de desarrollo cognoscitivo de los diferentes participantes, para evitar el rezago de algunos y potenciar 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 una asistencia promedio de 72 participantes, cuyas edades van de los 5 a los 15 años de edad; muchos de ellos tienen permanencia de más de tres años e incluso hay quienes rebasan los 5.

En un programa como éste, 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.

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 mientras se van enlazando contenidos relacionados con la ciencia.

### **7.3.3 El Club Infantil de la Ciencia**

Antes de entrar de lleno a los programas de trabajo, me parece 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, 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 similar a la de la inmensa mayoría de los programas de esta índole a nivel mundial: con modelos experimentales divertidos pero sin un programa estructurado de los contenidos.



Los participantes eran instruidos en diferentes principios, se divertían y adquirían gusto por la ciencia. Sin embargo la participación y permanencia eran muy escasas. En ese entonces nos tocó “ver los toros desde el otro lado de la barrera”, como parte de los integrantes del Club.

Algunos años después –ya dentro del Grupo Quark- nos correspondió asumir la responsabilidad del Club. Para este 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 tópicos más sencillos -observables directamente- a los más complicados y abstractos.

Inicialmente no contemplamos 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%). 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 año con año, misma que 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.

De 2004 a la fecha más de 60 jóvenes de fuerzas básicas han pasado a las filas de los divulgadores. De ellos, que en general se destacan por una gran facilidad para llevar a cabo las actividades, 21 se mantienen activos. Este año se proyecta promover a otros 5 jóvenes con más de 2 años de participación en el Club. Actualmente sabemos de más de 30 antiguos “Clubiños” que estudian -o han egresado- en carreras de perfil científico.

### **7.3.3.1 La promoción**

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

¿Cómo hacer, entonces, para atraer participantes cuando los presupuestos son muy limitados?

Nuestro principal medio de promoción son los volantes - impresos en una sola tinta o fotocopiados para minimizar costos- distribuidos 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 quienes hayan participado.
- b. Los integrantes de Quark vamos a escuelas a la hora de la salida, y repartimos la publicidad entre padres y madres de familia. Los padres 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.

Frecuentemente se presentan casos en que llegan al Club niños llevados “a fuerzas” por sus padres. Nuestro lema en estos casos es: “Quédate para probar. Si te gusta, regresas. Si no, no hay ningún compromiso”.

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. Existen muchos medios dispuestos a apoyar difundiendo la implementación de programas como el Club; sólo hay que estructurar bien la información completa (fechas, horarios, tipo de actividades, temas, etc.), contactar a los comunicadores, darles a conocer los pormenores del Club, y es muy posible recibir un valioso apoyo en los medios.

En los últimos años las redes sociales se han ubicado como un aliado fundamental para promover este tipo de programas. Un factor clave está en no publicar sólo la información como texto, sino usar imágenes o videos atractivos que representen lo que se hace en el Club y motiven a los usuarios a compartirlos. Un aspecto importante se encuentra en fomentar aliados para la promoción: personas a quienes se pueda etiquetar para que le den un alcance mayor a la publicidad.

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.

### **7.3.3.2 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 tener un valioso impacto 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 potencial fracaso. No sólo se debe de 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 en 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 una mejor ejecución. También es común aplicar encuestas –con los participantes y sus padres- al final de un curso para conocer el desempeño 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 al diversificar los procesos en los que se desenvuelven los niños. Se pueden implementar 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 puedan ser de utilidad para grupos o instituciones interesados en trabajar en organizaciones similares mediante seguimientos periódicos.

## **Temático**

Este programa se basa solamente en temas de física. Fue el primero implementado en el Club. El sesgo hacia esta rama de la ciencia en específico se desprende de 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 primero con la materia, nuestro siguiente paso fue incorporar a la otra gran protagonista de la física: la energía. Para nosotros el mejor modo de involucrarla y al mismo tiempo resaltar su relación con la materia, fue mediante la mecánica: experimentar 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 y aprovecha los conocimientos y las habilidades desarrollados 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 suficiente 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.

Al apoyarnos 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 contexto social. Todos los avances científico-tecnológicos que han existido 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 rol asumido por la ciencia a través de la historia y cómo diferentes sucesos han influido su trabajo a través del tiempo.

La segunda meta está encaminada a la desmitificación del científico. Muchas veces basamos nuestra idea previa de los investigadores en una información muy limitada, lo que acaba llevándonos a 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 contexto de los científicos.

Es interesante revisar cómo han evolucionado los “financiamientos” del trabajo de investigación, desde el mecenazgo a los apoyos institucionales. También hay que destacar los cambios que llevaron a la ciencia de un proceso casi artesanal a otro industrial, denominado “gran ciencia”.

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

### **A la Carta**

Durante todo este libro se ha hablado de 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, con 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 frecuentemente para ubicar sus diferentes áreas. En la base encontramos las matemáticas, ya que no precisan ningún otro conocimiento para poder existir. Después está la física, que requiere sólo matemáticas para funcionar. A continuación sigue la química, que trabaja con aportes de las dos primeras. Finalmente, en la cúspide, encontramos a la biología y su uso de todas las demás áreas.

El reto mayor en este caso es la apropiación, adaptación y creación de actividades suficientes para abordar los diversos temas. La ventaja es la posibilidad de mostrar la rica interacción de todas las áreas entre sí y borrar 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 un diferente aparato de uso común en cada sesión, de modo que los participantes consigan entender su funcionamiento y utilidad. La idea es desentrañar los principios científicos inherentes a muchos de esos aparatos usados a 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.

### **La ciencia de los no científicos**

Muchas personas sienten que su trabajo no tiene nada que ver con la ciencia y la tecnología, pero no se detienen a revisar que, de forma consciente o inconsciente, todo el tiempo aplican principios científicos. Este programa les ofrece a los participantes una perspectiva del conocimiento que nos explica la forma en que se trabaja en diferentes profesiones y oficios, así como los descubrimientos que permitieron mejorar el desempeño en ciertos casos.

### **Mitos desmitificados**

Todos los días convivimos con creencias que parecen ampliamente aceptadas entre la población pero que en realidad no tienen el menor fundamento científico. Desde las ideas aristotélicas sobre la caída de los cuerpos (que increíblemente aún encuentran mucho eco en nuestros días), pasando por la astrología y hasta los productos milagro, este programa ofrece actividades para mostrar lo que la ciencia nos permite conocer al respecto.

Los experimentos y demostraciones no sólo resultan atractivos; además sirven para detonar un completo ajuste en las ideas de los participantes: al enfrentarse a la contradicción entre lo que observan y lo que creían que debería pasar, se construyen nuevas ideas para explicar lo observado. Esto, además de ayudar a entender mejor la realidad, ayuda a los niños y jóvenes a asumir una postura crítica-escéptica ante los fenómenos a su alrededor.

## **Los retos de la ciencia**

Este es probablemente mi favorito entre los programas del Club y para explicarlo me voy a apoyar en las magistrales palabras de Terry Pratchett<sup>1</sup>. En su libro “Rechicero” aparece un joven mago prodigio que cautiva con sus ideas a los magos de la Universidad Invisible (máxima casa de estudios mágicos), al grado que el Archicanciller llega a afirmar que el chico ha llegado a “expandir los límites de la ignorancia”. Cuando leí esta frase por vez primera quedé impactado: creo que es probablemente la mejor definición de la ciencia con la que me he topado (y eso que jamás pretendió ser una definición).

La ciencia no se trata de lo que sabemos; su esencia está en lo que ignoramos y deseamos averiguar. Entonces, hay que tener presente que con cada descubrimiento, a la par que se construyen conocimientos, se abre la puerta para nuevas preguntas: se expanden los límites de la ignorancia. El problema es que rara vez se divulga eso; nos concentramos mucho más en las respuestas del pasado que en las preguntas latentes. Con esto se puede dar la idea de que todo lo que valía la pena hacerse en la ciencia ya está hecho, y así no se despertarán más vocaciones.

Los retos de la ciencia se concentran en llevar a los participantes por un paseo en las fronteras de la ignorancia científica: las preguntas que deberán responder los científicos del siglo XXI.

### **7.3.3.3 Actividades Extraordinarias**

Además de las actividades que ya planteamos anteriormente, se podrán implementar otras complementarias de acuerdo a las

exigencias y necesidades propias de los niños y jóvenes que participen en el Club; con ello se busca sacar un máximo provecho o realizar un aporte a sus intereses y habilidades.

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

Otra opción puede ser desarrollo de nuevos juegos y experimentos para mostrar a sus compañeros. Resulta muy útil por obedecer a las inquietudes propias del niño. Esta creatividad puede ser aprovechable para encaminar a los participantes a, con la preparación y cumplimiento de los requisitos adecuados-, convertirse en guías.

#### **7.3.3.4 Competencia**

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 en el 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 guardián de la disciplina. Teníamos que encontrar una solución para lograr mantener el orden en el Club, sin sacrificar la cercanía con los participantes.

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

Aquel que 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 más puntos. 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 nos ha funcionado muy bien. Las casas facilitan un mayor sentido de pertenencia e identidad, más cuando se usan elementos como playeras, gafetes, etc. para distinguir a diferentes grupos, en este caso particular, entre protones, neutrones y electrones. Esos nombres logran familiarizar a los niños y jóvenes con conocimientos sobre el átomo y las partículas que lo conforman.

---

<sup>1</sup> Autor de literatura fantástica que, entre otras cosas, escribió más de 30 libros para darle vida al Mundo Disco, un planeta imaginario que aunque no tendría nada que ver con el nuestro sirve a la perfección para parodiar muchas cosas de nuestra realidad. Dicho sea de paso, aunque escribe fantasía, en sus obras Pratchett hace gala de una vasta cultura científica.

## **8. Las nuevas generaciones de divulgadores**

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

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

*Juan Aguilar*

### **8.1 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, en general 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 eventos deportivos o artísticos, se involucren frecuentemente en actividades relacionadas con ciencia y tecnología.

Tal cultura tiene muchas implicaciones que no sólo acaban satisfaciendo los objetivos específicos antes mencionados, sino que repercuten 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 contexto meramente individual. Es decir, no queremos que unos cuantos la desarrollen sino que aspiramos a que se convierta en algo generalizado.

Esto nos enfrenta a una labor colosal en cualquier nivel que queramos 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 parte 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 hace falta 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 sería incrementar paralelamente la calidad y la cantidad de las actividades de divulgación.

Esto no resulta nada descabellado si tomamos en cuenta 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 podremos contar con más personas para evaluar, criticar y enriquecer nuestro trabajo, con lo que podremos mejorar las dinámicas desarrolladas.

## ***8.2 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 bien claros de 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 pocos divulgadores; 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 -tratando de generar espacios laborales para la comunicación pública de la ciencia y tecnología- es muy importante enfocarnos en atraer divulgadores voluntarios.

Considerando el ya mencionado contexto 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 involucrarse en este esfuerzo. A través de los años hemos podido detectar varios aspectos fundamentales que nos influyen a quienes hacemos divulgación, los cuales fueron revisados en el primer capítulo de este libro.

## ***8.3 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 eficaz, debe realizarse en varios medios y modalidades.

### **8.3.1 Convocatorias**

Es probablemente la modalidad más formal de reclutamiento y, por esto mismo, ha resultado ser para nosotros la menos conveniente. Se trata de hacer una convocatoria abierta mediante publicidad: posters, 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 involucrarse en esta tarea, y 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.

### **8.3.2 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 este 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 y resulta mucho más fácil que se identifiquen y/o 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 actividad de las antes mencionadas.

### **8.3.3 Invitación directa**

Dado que muchos jóvenes encuentran su participación en las actividades de divulgación altamente satisfactoria, es bastante común encontrar que sus amigos se incorporan en las actividades por recomendación. Esto redundará con frecuencia en un ambiente agradable, 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 no ser cerrados. Con el concepto “cerrado” nos referimos a la falta de disposición para incorporar nuevos integrantes en un grupo. Resulta fundamental que el proceso de invitación sea casi permanente, y buscar un crecimiento sostenido en el número de divulgadores.

### **8.3.4 Servicio Social**

Un problema recurrente para los estudiantes universitarios, no sólo para los de carreras científicas, es encontrar una institución para llevar a cabo su servicio social. Frecuentemente se cumple este servicio sin practicar mucho de lo aprendido en la carrera y sólo haciendo de ayudante en un proceso que no le aporta gran cosa al joven.

Para muchas carreras -pero más para las relacionadas con ciencia y tecnología- la divulgación ofrece un espacio accesible en el que los estudiantes pueden cumplir con su servicio social al realizar 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 discutido en cuanto a desarrollo personal y

llevar la iniciativa de las actividades a desarrollar, y no ser simplemente un ayudante 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.

## **8.4 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 no debe de ser cerrada; puede y debe encaminar a estos interesados a formar sus propios núcleos de divulgación.

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

Con esto no descartamos la posibilidad de ofrecer a los nuevos grupos todo el apoyo posible para llevar a cabo sus actividades, ya sea a través de cursos de capacitación, materiales, organización de eventos, etc.

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

## **8.5 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 poder 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: es decir, 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. A continuación compartimos las cuatro líneas de trabajo para la capacitación que hemos usado en Quark:

### **8.5.1 Sensibilización**

En aras de alcanzar el convencimiento y 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 explícitamente, 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.

### **8.5.2 Teórica**

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

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

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

Al interior de cada grupo, es importante desarrollar cursos conceptuales dedicados 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.

### **8.5.3 Herramientas de trabajo**

Además de tener algunas nociones sobre los procesos de comunicación, las características de la divulgación, la esencia de los talleres y otros aspectos que se desprenden de la parte teórica, todo buen tallerista requiere el manejo de varios recursos esenciales en las dinámicas de ciencia recreativa.

Una buena capacitación aborda herramientas para el manejo de voz, el control de grupo, la creación de narrativas para los talleres, ideas para el fomento de participación, recursos para grupos problemáticos y el uso de documentos de sistematización de talleres.

### **8.5.4 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 en conjunto con un divulgador de más experiencia actividades con público, con lo que 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 desarrollar las actividades que, después de la capacitación teórica e incluso antes, son capaces de desarrollar magistralmente las dinámicas.

## **8.6 Planear a futuro**

Dado que estamos abordando la búsqueda de nuevos divulgadores desde una perspectiva general, resulta indispensable hacer una revisión de los aspectos que a futuro permitan darle un seguimiento a la labor de los recursos humanos con que ya se cuenta y a los que hemos de reclutar más adelante.

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

### **8.6.1 Las camadas**

Frecuentemente 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, interrumpida o terminada.

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 impacto cuantitativa y cualitativamente.

### **8.6.2 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 involucrarse 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” y en 2010-2011 se realizó un Diplomado en Divulgación, con una perspectiva más general. Actualmente existen diplomados en numerosas instituciones de nuestro país: la UNAM, la Universidad de Quintana Roo y varios consejos de ciencia y tecnología (como los de Coahuila, San Luis Potosí, Yucatán).

En el 2017 inició, en la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, un curso en comunicación pública de la ciencia para estudiantes de carreras científicas. Posteriormente se le ha dado seguimiento con varios años de trabajo en la Unidad Académica de Ciencias Físicas y, recientemente, en la Unidad Académica de Física. Finalmente, a mediano plazo, se aspira a la creación de una Maestría en Divulgación, conjuntamente con otras instituciones educativas.

## ***8.7 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 30 años, una vez por semana, se lleva a cabo en el Museo de Ciencias el Club Infantil de la Ciencia, que trabaja con niños y jóvenes de 5 a 15 años de edad. Las actividades de este Club llevan un seguimiento encaminado a estimular en los participantes el desarrollo de aptitudes y actitudes favorables a la ciencia. En el capítulo anterior ya abordamos a detalle muchos de los aspectos interesantes del Club y las fuerzas básicas.

El objetivo fundamental de este programa es fomentar el gusto por la ciencia y el aprendizaje lúdico; sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora son muy optimistas con mira a la formación de futuros divulgadores e incluso investigadores. Actualmente hay

decenas de egresados del Club realizando estudios en carreras científico-tecnológicas.

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 plazo podrá contribuir al desarrollo de la ciencia en Latinoamérica.



## **9. Algunas Sugerencias para un Grupo Nuevo**

“¿Acaso hay alguien tan inteligente como para aprender 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 actividades.

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, compartir las experiencias adquiridas en los últimos 27 años, con la participación en dos grupos de divulgación zacatecanos, la colaboración que se desprende de “Recreación en Cadena, Red Mexicana de Talleristas de Ciencia” y la valiosa retroalimentación que se ha recibido 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.

## **9.1 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 actividades, tomando en cuenta a todas las personas involucradas.

El punto del consenso es sumamente importante en la medida que la identidad deberá asumirse 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”. Dicho de otra manera, 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.

### **9.1.1 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, de nueva cuenta, 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 a divulgar. Puede ir desde toda la ciencia, a una gran área (física, química, biología o matemáticas) o una temática específica (por ejemplo astronomía, cuántica o electromagnetismo).

Todos estos factores determinarán la singularidad del grupo desde una perspectiva académica y servirán como molde para delinear otros aspectos de identidad.

### **9.1.2 Nombre**

Las definiciones hechas en cuanto a los objetivos de un grupo serán una base importante para establecer el nombre a asignarle. 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 a 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, de modo que el uso del concepto remita directamente a las personas al nombre del grupo y no se desvíe la percepción. Con esto, al escuchar el nombre, las personas recordarán al grupo antes que cualquier otra cosa.

### **9.1.3 Imagen**

Una imagen dice más que mil palabras y es preciso buscar un logotipo capaz de 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 a través de este medio

—**Sitio web y redes sociales.** 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 inclusive para contar con una nueva oferta divulgadora.

—**Modelos didácticos.** Muchos grupos consiguen crear modelos didácticos propios –como juegos de mesa, crucigramas, gráficos 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 un máximo de público. En primera instancia la inclusión de la imagen sirve para posicionar al grupo; posteriormente le da relevancia a los eventos.

#### **9.1.4 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 impacto de las actividades. Desde la forma de involucrar a los participantes hasta las mecánicas experimentales, existen muchas maneras de ajustar los juegos al grupo.

## ***9.2 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, con el riesgo de desaprovechar 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 cuales, a mi juicio, resultan imprescindibles para la operación de un grupo sin caer en una extrema burocratización.

### **9.2.1 Coordinación**

Su misión es organizar las actividades del grupo, ya sean juntas, 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 actuando como “jefe” de sus compañeros. Hay que entender que cada integrante vale tanto como el coordinador y todos juntos valen más que él.

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.

### **9.2.2 Secretariado**

Es el complemento a las actividades y responsabilidades del coordinador; de hecho asume sus funciones cuando éste no se encuentre disponible. 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, lo que deja constancia de las decisiones tomadas por el grupo.

### **9.2.3 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.

### **9.2.4 Material**

Para facilitar la ejecución de las actividades deberá haber una persona encargada de organizar y mantener disponible el material necesario para los diferentes talleres manejados por 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 material extra.

Aquí cabe abrir un paréntesis, pues estamos hablando de incrementar el material de los grupos pero –siendo escasos los recursos y apoyos- es importante establecer caminos para lograr esto:

- a. Materiales reciclados. Será útil contar con modelos que se puedan llevar a cabo usando 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 conseguir material en empresas que puedan solventar los gastos de su adquisición o donar los materiales. 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, en los talleres de torno.

### **9.2.5 Relaciones públicas**

Los grupos de divulgación, como todas las asociaciones e instituciones necesitan establecer vínculos con la población y con diferentes entidades. Surge así la necesidad de un integrante encargado 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.

### **9.2.6 Evaluación**

Quien se encargue de esta comisión tendrá que monitorear de manera constante el impacto 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 utilizados.

## **9.3 Reuniones**

Las reuniones son espacios donde participan todos los integrantes del grupo con el fin de preparar las actividades que el grupo llevará a cabo, estructurar proyectos, tomar decisiones relativas al grupo o discutir temas relacionados con ciencia o los modelos de trabajo.

Será ideal contar con una sede fija para las reuniones; esto 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.



Así mismo debe tenerse clara la periodicidad de las asambleas del grupo. En el caso de Quark todas se llevan a cabo los martes a las 5 de la tarde en el Museo Universitario de Ciencias; esto ayuda a que aún si alguien no recibió anuncio de la junta sabe cuándo se llevará a cabo o bien 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: 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 todas las resoluciones. Por esto es importante contar en ellas con la participación de la mayoría de los integrantes del grupo.

La responsabilidad de convocar a las asambleas y conducirlas recae en el coordinador. Es fundamental encontrar una dinámica para conseguir resolver en las reuniones los aspectos relacionados al trabajo del grupo pero sin volverlas tediosas para sus integrantes. Deberán ser una divertida parte del trabajo del grupo y no un fastidioso requisito. Aunque en esto juega un rol muy importante el coordinador, es importante el aporte de todos los integrantes en este sentido.

## **9.4 Vínculos**

Es casi inconcebible la idea de un grupo de divulgación que lleve a cabo 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.

#### **9.4.1 Mecenas**

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 poder 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).

Aunque al principio puede no ser fácil conseguir un “mecenas”, conforme se llevan a cabo actividades -y el grupo se da a conocer- surgen individuos interesados 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.

#### **9.4.2 Instituciones**

Pocas veces aparecen mejores oportunidad de recibir apoyo que en el caso de las instituciones, ya sean académicas o estatales.

Aunque existen casos exitosos de grupos sin necesidad de 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. Actualmente se acaba de crear, en 2016, la primera organización dedicada a organizar a los grupos de talleristas y buscar profesionalizar su trabajo: “Recreación en Cadena, Red Mexicana de Talleristas de Ciencia”. Aspiramos a que esta red certifique el trabajo de los grupos y apoye su avance para consolidar la labor de sus integrantes.

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.

### **9.4.3 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 implementen 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.

## ***9.5 Piensen a 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 vuelvo a traer el tema por la importancia de conseguir involucrar a cada vez más personas en la divulgación, lo que nos acerca a la meta ideal de desarrollar para nuestro país una cultura científica.

Me 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 plazo; 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 venir a 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.

Fueron estas algunas de las preocupaciones que me llevaron (desde mi trabajo de tesis hasta este libro y otros esfuerzos), 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 como hacerlo.

Espero que este granito de arena haya podido ser útil para quienes lo han leído. 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](mailto:miguel@grupoquark.com), y les prometo 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 texto, y mejorarlo con el vital aporte de aquellos a quienes va dirigido.



## **10. Bibliografía**

Alcíbar Cuello, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, (31), 43–70.

Ausubel, Novak y Hanesian (1983), *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*, Ed. TRILLAS, México.

Ayma Giraldo, V. (1996), *Curso: Enseñanza de las Ciencias: Un enfoque Constructivista*. UNSAAC.

Berruecos, M. de L. (1998). Análisis del discurso y divulgación ciencia. *Argumentos*, (29), 21–35.

Berube, D., Faber, B., Scheufele, D., Cummings, C., Gardner, G., Martin, K., ... Temple, N. (2010). *Communicating risk in the 21st century: The case of nanotechnology*. National Nanotechnology Coordination Office.

Blanco, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 70-86.

Bruner, J. S. (2009). *Actual Minds, Possible Worlds*. Harvard University Press.

Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202.  
<https://doi.org/10.1177/09636625030122004>

Chamizo, J. (2000). Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia. En *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (pp. 83–93). México: UNAM.

Coll, C. (1996), *El Constructivismo en el Aula*. Barcelona: Grao.

de Régules, S. (2002). Objetivo: la alberca. En *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (Primera, pp. 273–279). México: DGDC, UNAM.

Hamadache, A. (1994), *Relaciones entre la educación formal y la no formal. Implicaciones para el entrenamiento docente*.  
<http://gestioneducativa.freesevers.com/Educacion%20Formal%20e%20Informal.htm>

Lewenstein, B. (2013). Recreation in the Public Communication Of Science and Technology. En *La recreación para la re-creación del conocimiento* (pp. 89–101). Zacatecas: SOMEDICYT.

Macnaghten, P., Davies, S. R., & Kearnes, M. (2015). Understanding Public Responses to Emerging Technologies: A Narrative Approach. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 1–19.



Negrete, A. (2008). *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*. Mexico: Universal Nacional Autónoma.

Negrete, A. (2012). La comunicación de la ciencia a través de medios culturales narrativos: métodos cuantitativos y cualitativos para su evaluación (Ensayos). *Chasqui Revista Latinoamericana de Comunicación*, (119), 43–53.

Negrete, A., & Lartigue, C. (2004). Learning from education to communicate science as a good story. *Endeavour*, 28(3), 120–124.

Nieda, J. y Macedo, B. (1997), Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años. Biblioteca Virtual OEI.  
<http://www.campus-oei.org/oeivirt/curricie/index.html>

Nisbet, M. C., & Scheufele, D. A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *American Journal of Botany*, 96(10), 1767–1778.

Piaget, J. (1990), *Mecanismos del desarrollo mental*, Ed. Psicología y Educación.

Sánchez, T. (2013), *La construcción del aprendizaje en el aula*. Buenos Aires: Editorial magisterio del Río de la Plata.

Schirato, T. y Yell, S. (1997), *Communication and Cultural Literacy: An Introduction* Sydney: Allen & Unwin.