



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD  
LEÓN**

**TEMA:**

**MATEMORFOSIS CIMAT: DIVULGACIÓN Y APROPIACIÓN  
SOCIAL DE LAS MATEMÁTICAS EN MÉXICO**

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:**

**INFORME ACADÉMICO POR ACTIVIDAD PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN DESARROLLO Y GESTIÓN  
INTERCULTURALES**

**P R E S E N T A:**

**PAULINA DE GRAAF NÚÑEZ**

**TUTOR:**

**DRA. ARLENE ISKRA GARCÍA VÁZQUEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD  
LEÓN**

**TEMA:**

**MATEMORFOSIS CIMAT: DIVULGACIÓN Y APROPIACIÓN  
SOCIAL DE LAS MATEMÁTICAS EN MÉXICO**

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:**

**INFORME ACADÉMICO POR ACTIVIDAD PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN DESARROLLO Y GESTIÓN  
INTERCULTURALES**

**P R E S E N T A:**

**PAULINA DE GRAAF NÚÑEZ**

**TUTOR:**

**DRA. ARLENE ISKRA GARCÍA VÁZQUEZ**



# Agradecimientos

---

A mi tutora, la Dra. Iskra García Vázquez, a quien, sinceramente, admiro desde la primera vez que la escuché impartir clase. Gracias por apoyarme y motivarme en este proceso que sé que me ha tomado tiempo. A la Dra. Susana Suárez, la Dra. Areli Vázquez y el Dr. Demetrio Herrera, quienes formaron parte de mi jurado. Todos son grandes docentes y personas que respeto profundamente y de las que obtuve valiosos aprendizajes a lo largo de la carrera. Gracias por ayudarme a mejorar mi trabajo y por compartir sus visiones del mundo a través de sus enseñanzas.

A mi queridísimo equipo de Matemorfosis, que más que ser un grupo de trabajo, para mí es como una familia, me quedo sin palabras para describir lo mucho que disfruto formar parte de esta familia cariñosa, trabajadora y divertida.

A mi madre, Laurencia, porque por mucho tiempo me pareció que ella creía más en mí de lo que yo misma lo hacía. Mamá: Aunque no lo sepas del todo porque no soy la mejor para expresarlo, cada día, de alguna u otra forma, me ayudas a crecer un poquito más. Nos ha tocado crecer y pasar por muchas cosas juntas, y agradezco con mi corazón completo todo el esfuerzo y los sacrificios que sé que has realizado por mí con total valentía. Soy feliz de ser tu hija porque sé que siempre llevaré un pedacito de ti a donde sea que vaya.

A mis hermanas Dharma y Maitea, porque desde su llegada a este mundo iluminaron mi vida. Quiero escuchar sus sueños, ideas y sentimientos, y estar siempre para ustedes. A Carlos, por asegurarse de que sus tres hijas estemos acompañadas de buena música en todo momento, además de acompañar a mi mamá en la vida, en mi crianza y la de dos seres tan maravillosos como son mis hermanas.

A mis abuelas, Leticia y Gabriela, porque me han cobijado sin titubear y me han permitido conocer un amor tierno y valiente que, me atrevo a decir, solamente las abuelas saben dar.

A las amigas que tuve la fortuna de conocer durante la licenciatura y a las que adoro con todo mi ser, todavía después de varios años de que ya no vivimos tan cerca. Siempre he pensado que su existir en este planeta simplemente hace todo más bonito. Gracias por las risas y los abrazos, las aventuras, por las discusiones filosóficas con y sin sentido, por la confianza y la ternura, Miranda, Maja, Naty y Diana. Diana, mi roomie, hermana y comadre, la persona que con su amistad y compañía transformó para bien toda mi existencia y la vida como la había concebido a mis 18 añitos.

Por último, gracias a la Escuela Nacional de Estudios Superiores por ser mi segundo hogar durante tres años. Durante este tiempo definitivamente se me formó no únicamente como gestora intercultural, sino como mejor humana.

*Yo hablo en nombre de un astro por nadie conocido  
Hablo en una lengua mojada en mares no nacidos  
Con una voz llena de eclipses y distancias  
Solemne como un combate de estrellas o galeras lejanas  
Una voz que se desfonda en la noche de las rocas  
Una voz que da la vista a los ciegos atentos  
Los ciegos escondidos al fondo de las casas  
Como al fondo de sí mismos*

*-Canto I, Altazor o el viaje en paracaídas  
Vicente Huidobro*

# Índice

---

Agradecimientos	1
Índice	3
Introducción	5
Antecedentes	7
Marco teórico	12
Panorama general de la cuestión	12
Ciencia y sociedad	12
Cultura	13
Ciencia	16
Cultura científica	20
Sobre la divulgación de la ciencia	23
Comunicación pública de la ciencia	23
Modelos de la comunicación pública de la ciencia	24
Divulgación de la ciencia	25
Sobre los formatos, la sistematización y la profesionalización de la divulgación	26
Sobre la divulgación de las matemáticas	28
Sobre este Informe Académico por Actividad Profesional	28
Contexto de la institución y del lugar: CIMAT Guanajuato	30
Identificación de la problemática	35
Descripción de las actividades realizadas	39
Listado de actividades	43
Análisis de las actividades realizadas	50
Sobre el diseño	51
Sobre la implementación	53
Sobre la evaluación	55
Sobre la gestión	56
Reflexión sobre el proceso de la Coordinación de Divulgación-Matemorfosis	59
Conclusiones y recomendaciones	62

Referencias	68
Anexos	72
Anexo 1. Memoria fotográfica	72
Anexo 2. Talleres diseñados para la FIL Niños	75
Anexo 3. “Matemorfismos”	99
Anexo 4. “Cuentos para el científico que llevas dentro”	105
Anexo 5. Discurso y diagrama de flujo de la actividad “Cubo Soma”	106

# Introducción

---

Este trabajo pretende mostrar, de manera descriptiva y analítica, el panorama de la divulgación de la ciencia y, especialmente, de la divulgación de las matemáticas que realiza la Coordinación de Divulgación (también llamada Matemorfosis) del Centro de Investigación en Matemáticas con sede en la ciudad de Guanajuato. Además de incluir la revisión bibliográfica pertinente para sustentar el informe, el mismo también será construido a partir de mi experiencia profesional, la cual inició a mediados de 2016.

El documento integra mi experiencia profesional iniciada a mediados de 2016, y describe las actividades que he realizado desde la fecha mencionada hasta la actualidad, se abordan los retos y dificultades enfrentados, y, a la vez, se esboza una reflexión sobre la manera en que la actividad se relaciona con la divulgación de la ciencia y papel del gestor intercultural. El trabajo tomará como eje diversos conceptos necesarios para comprender las implicaciones teóricas, y posteriormente prácticas, de la divulgación científica.

Se dividirá en las siguientes secciones:

- ❖ **Marco teórico:** Algunas definiciones que ofrecen un panorama general y el marco conceptual en el que se fundamentan los razonamientos y reflexiones del trabajo.
- ❖ **Contexto de la institución y del lugar de trabajo:** Antecedentes y contexto social y geográfico acerca del Centro de Investigación en Matemáticas y su Coordinación de Divulgación.
- ❖ **Identificación de la problemática:** Esbozo de los problemas presentes o identificados a lo largo de la experiencia profesional.
- ❖ **Descripción de las actividades realizadas:** Clasificación y mención de las actividades específicas realizadas como parte de la Coordinación de Divulgación.



- ❖ **Análisis de las actividades realizadas:** Reflexión, clasificación y análisis sobre las actividades, tomando como eje el diseño, la implementación, la evaluación y la gestión.
  
- ❖ **Conclusiones y recomendaciones:** Reflexiones finales y recomendaciones dirigidas a la Coordinación de Divulgación del CIMAT y la Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales.

Además, se incluyen algunos anexos para evidenciar el trabajo realizado.

# Antecedentes

---

## *La divulgación científica*

La divulgación de la ciencia es, indudablemente, una actividad interdisciplinaria ampliamente diversa en cuanto a actores, espacios, formatos, materiales y objetivos. Múltiples autores han reflexionado acerca de todos los factores que deben considerarse para definirla y llevarla a la práctica. Tomando en cuenta el impacto sociocultural que los sistemas científico-tecnológicos pueden alcanzar, desde el siglo pasado, Luis Estrada Martínez, pionero de la divulgación de la ciencia en México, reflexiona sobre el importante papel de la divulgación de la ciencia en la cultura: “La ciencia es en realidad parte oculta de la cultura contemporánea, fenómeno este que urge corregir. Una buena forma de contribuir a ello es haciendo una correcta y amplia divulgación de la ciencia”. (Estrada, 1992, p. 69) Asimismo, afirma que “la divulgación es una de las alternativas más viables para hacer que la ciencia pueda desarrollarse correcta y ampliamente y, especialmente, en beneficio de todos”. (ídem, p. 72) En años más recientes, Ana María Sánchez Mora, en su libro “La divulgación de la ciencia como literatura”, ofrece una mirada desde un enfoque humanista, en el que describe el proceso histórico de la divulgación, el cual va de la mano de la transformación de la concepción de la misma desde puntos de vista variados, e incluso enfrentados.

La divulgación de la ciencia es un proceso en el cual el conocimiento científico se comunica de una manera sencilla y clara a uno o varios sectores de la sociedad en un ambiente informal, sin ser de gran importancia que el público no sea especialista en el tema a tratar. A pesar de que, como lo indica Sánchez Mora (2010), “no existe la teoría de la divulgación en el sentido estricto del término” (p.96), es preciso mencionar que la divulgación de la ciencia es una actividad que surge de una gran variedad de disciplinas del conocimiento, desde las ciencias exactas hasta las ciencias sociales, de manera que su realización puede concebirse como un conjunto de trabajos multidisciplinarios y convergentes. Tal convergencia ha hecho posible la delimitación de distintas (y, de nuevo, muy variadas) metodologías para la praxis misma de la divulgación.

A lo largo de los últimos años, los divulgadores de ciencia han tratado de enfrentar el reto que representa la divulgación de distintas maneras: por medio del diseño de talleres, conferencias, redacción de artículos de divulgación, o incluso de obras de teatro y cuentos para todo público. Esto demuestra que no es suficiente ser portador del conocimiento científico, sino que también es ampliamente necesario contar con un factor creativo, así como el conocimiento sobre el entorno social y el público diverso al que se destinarán las actividades.

La divulgación científica abarca un gran espectro de acciones y concepciones, pues, como señala Sánchez Mora (2016):

“El problema de la divulgación de la ciencia es de gran complejidad. Atacarlo es tan difícil como apuntar a un blanco móvil. La divulgación es una labor que no admite una sola definición y que además, cambia según el lugar y la época. Para unos divulgar sigue siendo traducir; para otros enseñar de manera amena, o informar de manera accesible; se dice también que divulgar es tratar de reintegrar la ciencia a la cultura”. (p. 12)

Las reflexiones iniciales de Estrada y Sánchez Mora describen de manera simple la errónea concepción de que la ciencia y la cultura son dos esferas completamente ajenas, y resaltan la necesidad de transformar esta concepción mediante varias acciones, incluyendo la divulgación de la ciencia, en la cual se concentra este trabajo. Al respecto se abordarán los trabajos de C.P. Snow sobre el problema de las “dos culturas” y las reflexiones sobre cultura científica de J.M. Lévy Leblond, Olivé, Quintanilla, Vaccarezza y López Cerezo.

### *Divulgación de matemáticas*

Sánchez Mora realiza una distinción entre la ciencia y el humanismo basada en el nivel de sentido común necesario para comprender la información o las formulaciones de cada área. Menciona que en el humanismo existen referencias muy claras al mundo real que nos rodea y, por ende, cercanos a nuestra experiencia cotidiana. En cambio, la ciencia se caracteriza por abstraer la realidad para comprender mejor ciertos fenómenos. Acerca de esto, Sánchez Mora enfatiza en el conocimiento matemático, pues aclara que “(...) sin ninguna referencia real precisa, están las matemáticas”. (ídem, p. 43)

Esto brinda un pequeño esbozo de la problemática al divulgar matemáticas, pues se trata de una disciplina que, a lo largo de la historia, ha sido percibida de manera negativa por la población en general, especialmente durante la educación básica, que las personas refieren en la dificultad en la comprensión. Al respecto, David Zaldívar Rojas y Francisco Cordero Osorio (2012), realizaron un estudio, desde el enfoque de la matemática educativa, en el que se preguntaron las condiciones necesarias para entender a los participantes de actividades de divulgación de las matemáticas “no desde su formación <<formal>>, sino desde su <<sentido común>>, es decir, <<lo cotidiano>>.”

Los autores afirman que las matemáticas deben encontrar mayores espacios de divulgación en los que los conocimientos que se socializan en el aula de clases puedan adquirir mayor sentido y ser funcionales para la vida cotidiana de los estudiantes. En este trabajo, los autores afirman que “(...) desde la divulgación de la ciencia a la población no necesariamente científica, hay escasa bibliografía que nos pueda brindar un entendimiento sobre la manera y los fundamentos teóricos con los cuales se diseñan las propuestas de divulgación del conocimiento matemático.” (ídem, p. 8)

### *Iniciativas de divulgación de las matemáticas*

Las acciones encaminadas a divulgar la ciencia resultan fundamentales para establecer un vínculo entre las instituciones científicas o grupos independientes de divulgación y la comunidad o contexto cultural al que pertenecen; los beneficiarios de tales acciones pueden ser público general, estudiantes, e incluso científicos especializados en una disciplina distinta a la que se quiere divulgar.

A pesar de que una gran cantidad de instituciones científicas carecen de un departamento encargado específicamente de realizar divulgación, algunas cuantas han realizado un esfuerzo por establecer un grupo o área dedicada a la divulgación de la ciencia, en este caso hablaremos específicamente de los grupos dedicados a la divulgación de las matemáticas. Como menciona Estrada (1992, p. 75), los inicios de la divulgación de la ciencia en México se le atribuyen a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la que ahora incluso cuenta con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). Aunado a esto, el Instituto de Matemáticas, con sus distintas sedes, realiza un gran esfuerzo por divulgar las matemáticas en ciclos de conferencias, contenidos audiovisuales, talleres, etcétera. El Instituto

de Matemáticas realiza, desde 2010, el Festival Matemático, un evento de gran presencia en la Ciudad de México, en el cual se ofrecen distintos talleres de matemáticas recreativas a un público voluntario. Este Festival conlleva un trabajo excepcional en cuanto a gestión de recursos, capacitación de voluntarios y organización de público. También por parte de la UNAM se encuentra la Unidad de Divulgación y Vinculación del Centro de Ciencias Matemáticas, con sede en la ciudad de Morelia. Esta Unidad ofrece visitas a escuelas, ferias de ciencias y talleres de matemáticas para todo público. Esta Unidad tiene por objetivo acercar las matemáticas a personas fuera de su centro de investigación (<https://www.matmor.unam.mx/divulgacion>).

Por parte de otras instituciones, se encuentran los grupos Campus Viviente y DiMate. El primero pertenece a la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Este proyecto enfoca su trabajo en generar innovadoras situaciones de interacción en un ambiente de aprendizaje no-formal, en la que se fomenta la “participación de todos los estudiantes y articulación del conocimiento local e informal con el conocimiento científico”. (<https://campusviviente.ujed.mx/>) Las actividades se realizan principalmente en la ciudad de Durango. El segundo, DiMate, forma parte de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Veracruzana. Integrado por investigadores y estudiantes de posgrado, este grupo se dedica a diseñar y ejecutar talleres de matemáticas recreativas para todas las edades, además de organizar charlas de divulgación en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

### *Divulgación de la ciencia en Guanajuato*

En agosto de 2015, el entonces Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (ahora SICES) publicó el libro “Los procesos de divulgación y apropiación social de la ciencia y la tecnología: pasos hacia la construcción de la cultura científica en Guanajuato”. En este trabajo se resalta que “(...) la divulgación de la ciencia juega un papel irremplazable a la hora de llevar la ciencia a la sociedad (...)”. (Morales Tirado, 2015, p. 9) De manera que se intentó rescatar la experiencia de algunos grupos e instituciones que llevan a cabo de manera constante actividades de divulgación en el estado de Guanajuato. Entre estas experiencias e iniciativas se encuentran el Museo de Historia Natural Alfredo Dugés y los “Lunes de la Ciencia” que este mismo organismo prepara, los veranos científicos, la “Feria de las Ciencias” de la Universidad La Salle Bajío.

Las únicas iniciativas que se concentran en la divulgación de matemáticas forman parte de los proyectos de divulgación del Centro de Investigación en Matemáticas, el cual cuenta con la Coordinación de Divulgación desde el año 2011 y que ha organizado un sinnúmero de eventos de matemáticas recreativas para un público diverso en cuanto a edades y contextos sociales. Algunas de estas actividades son los “Talleres de Ciencia para Jóvenes” (de primaria, secundaria y bachillerato), divulgación en comunidades rurales y zonas marginadas/vulnerables, como el evento “Matemáticas en la Plaza” y las visitas a escuelas de todos los niveles educativos. Además de la creación de talleres interactivos, conferencias y ferias de matemáticas, el grupo se ha dedicado a organizar eventos para divulgadores científicos, en los cuales se comparte la experiencia, metodología y ejecución de los talleres con personas que deseen realizar divulgación de la matemática.

# Marco teórico

---

## Panorama general de la cuestión

### *Ciencia y sociedad*

Desde la más remota antigüedad, las sociedades humanas se han caracterizado por la formación y edificación de esquemas de pensamiento para la generación de conocimiento -por más "simple" que éste pueda ser- de acuerdo a los procesos comprensivos y creativos específicos de la cultura en la que se desarrollan y la que, asimismo, van construyendo de forma dialéctica con ese conocimiento generado. A pesar de la híper diversidad de marcos conceptuales que derivan de lo anterior, el intento por entender el mundo ha propiciado una construcción conceptual de la realidad elaborada a partir de una pretendida objetividad universal: la ciencia.

Luis Villoro (1996) define la ciencia como "(...) un conjunto de saberes compartibles por una comunidad epistémica determinada: teorías, enunciados que las ponen en relación con un dominio de objeto, enunciados de observación comprobables intersubjetivamente; todo ello constituye un cuerpo de proposiciones fundadas en razones objetivamente suficientes."(p. 222-223) Desde el siglo pasado, se ha reconocido el gran impacto, tanto positivo como negativo, que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad moderna, dando pie a buscar otras formas de vinculación entre ellos. Es así como surgen los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), los cuales consisten en un ámbito de trabajo enfocado en atender los aspectos sociales de la ciencia y de la tecnología. (OEI, 2001, p. 119)

Los estudios CTS han reconocido la necesidad de que exista una cultura científica en la sociedad, con la cual se democratice el conocimiento científico de forma que la sociedad pueda comprender el mundo con las herramientas que nos proporciona la ciencia. Una de las maneras de fomentar la cultura científica es por medio de la comunicación pública de la ciencia.

En este trabajo se abordará principalmente la divulgación de la ciencia, además de las definiciones de ciencia, cultura, cultura científica y las representaciones sociales de la ciencia.

## *Cultura*

El primer reto al que nos enfrentamos al tratar de realizar una valoración de la cultura científica en la sociedad, es la dispersión de denominaciones y conceptos que se han trabajado por un número significativo de académicos en distintas áreas del conocimiento, desde enfoques sociológicos, filosóficos y antropológicos, entre otros. Lo anterior nos lleva a la falta de una definición de consenso académico. Es decir, no existe un punto de convergencia en lo que respecta a la definición de cultura científica. Lo anterior sucede tanto a nivel académico como a nivel institucional, pues incluso en la política pública relativa a ello no queda del todo claro a qué se refiere el fomento de la cultura científica ni su relevancia para la sociedad en general.

Así, resulta de gran importancia para la realización del presente informe comprender la concepción de cultura científica que académicos como Miguel Quintanilla, Jesús López Cerezo, León Olivé, Jean Lévy Blond desde la filosofía de la ciencia, John B. Thompson desde la antropología, y Leonardo Vaccarezza desde estudios CTS, han elaborado.

Resulta, pues, indispensable realizar un primer acercamiento a la diversa conceptualización de cultura científica mediante el abordaje y el entendimiento del concepto mismo de *cultura*, el cual se proclama como uno de los más complejos y discutidos en la mayoría de las disciplinas del conocimiento. Sin embargo, más allá del esbozo de un concepto, es necesaria la comprensión de la idea de *cultura* para profundizar en la de *cultura científica*.

A lo largo de la historia se le han atribuido un sinnúmero de significados a la palabra “cultura”. En un inicio, este término se refería principalmente a la idea de estar “cultivado”, es decir, de tener un desarrollo intelectual basado en actividades como la lectura y la apreciación de las bellas artes. Esta concepción de cultura fue utilizada principalmente por los romanos, los cuales por primera vez observaron la importancia de “cultivar el espíritu”. Así, esta carga de significado residía principalmente en una *cultura personal*, que correspondía a cada individuo. Más adelante, con la idea de la modernidad, se le otorgó a la cultura un sentido de progresismo, de civilización, todo esto dentro de un sentido de superioridad. Es decir, la cultura representaba el progreso y la civilización puesta en contra del salvajismo y la barbarie. De manera que una sociedad presentaba la necesidad de ser una sociedad culta, superior. Todos aquellos pueblos



“atrasados” no podían formar parte de la cultura. Aquí, el sentido de cultura se utiliza en un nivel *social*.

Posteriormente, como evolución de las concepciones anteriores, que, si bien parecen adecuadas a la época en las que se desarrollaron, surgió el interés por ver la cultura como un elemento más allá de la superioridad y el deleite personal. Es en este momento en el que los estudios antropológicos de la cultura toman presencia, pues distintos académicos y autores intentaron dar un nuevo sentido a la cultura. Parece conveniente emplear la concepción que el antropólogo E. B. Tylor defiende, desde los años 1900s:

“La cultura, en su sentido etnográfico, es todo ese complejo que comprende conocimientos, creencias, arte, moral, derecho, costumbres y cualesquiera otras capacidades y hábitos adquiridos por el hombre en tanto que miembro de la sociedad. La condición de la cultura en las diversas sociedades de la humanidad, en la medida en que puede ser investigada según principios generales, constituye un tema apto para el estudio de las leyes, del pensamiento y la acción humana.” (citado en Harris 1971, p. 123).

Como puede observarse, Tylor brinda un sentido más amplio a la cultura, pues ahora ésta no es entendida como el “cultivo” del espíritu ni como la “superioridad” humana y progreso social, sino que es concebida como un sistema que involucra diversos elementos: desde creencias hasta prácticas, conocimientos y capacidades desarrolladas por el ser humano. Es decir, reconoce la importancia de las concepciones y acciones de los individuos como parte de una sociedad. Más adelante, Clifford Geertz, en su famosa obra *La interpretación de las culturas*, completará las ideas de Max Weber y considerará a la cultura como un tejido de significados, argumentando que los símbolos y las significaciones siempre constituirán el origen de las acciones y productos tangibles del ser humano.

Recurriremos también a la reflexión de John B. Thompson, el cual en los años noventas define una concepción estructural de la cultura:

“me refiero a una concepción de la cultura que enfatiza *tanto* el carácter simbólico de los fenómenos culturales *como* el hecho de que tales fenómenos se inserten siempre en contextos sociales (...) Podemos ofrecer una caracterización preliminar de esta concepción al definir al “análisis cultural” como el estudio de las formas simbólicas- es decir, las acciones, los objetos, y las expresiones significativas de diversos tipos- en

relación con los procesos históricamente específicos y estructurados socialmente en los cuáles, y por medio de los cuáles, se producen, transmiten y reciben tales formas simbólicas (Thompson, 2006, p. 203)

Siguiendo la misma lógica, Thompson (2006) habla de cuatro sentidos básicos de la cultura: a) la concepción clásica, como el observado en el caso de los griegos, en los que el término cultura denotaba civilización y desarrollo intelectual; b) la concepción descriptiva, la cual se basa en el “conjunto de diversos valores, creencias, costumbres, convenciones, hábitos y prácticas característicos de una sociedad particular o de un periodo histórico.”, c) la concepción simbólica, la cual se preocupa principalmente los signos o símbolos y las acciones relacionadas a ellos; y d) la concepción estructural, en la cual, según el autor, “los fenómenos culturales pueden entenderse como formas simbólicas en contextos estructurales; y el análisis cultural puede interpretarse como el estudio de la constitución significativa de la contextualización social de las formas simbólicas”. (p. 184)

Como Gilberto Giménez (2005) afirma, “Hemos pasado de una concepción culturalista que definía la cultura, en los años cincuenta, en términos de «modelos de comportamiento», a una concepción simbólica que a partir de Clifford Geertz, en los años setenta, define la cultura como «pautas de significado»”. (p. 2)

Aunado a esta concepción de la cultura, nos encontramos con la reflexión de Manuel Medina, quien define de una manera muy concreta lo que entiende por cultura: “(...) el campo de las actividades y realizaciones humanas de carácter intelectual, filosófico, artístico, moral, religioso, etc.” (Medina, 2003, p. 4) De manera que de concebir la cultura como un elemento separado o dividido entre objetos tangibles e intangibles, pasamos a una interpretación en la que se engloban tales elementos en un solo conjunto o sistema. De forma que “por cultura se entiende «el estilo de vida total» que incluye todos «los modos pautados y recurrentes de pensar, sentir y actuar» (Harris en Medina, 2003, p. 7), o, dicho de otra forma, «el sistema integrado» que incluye tanto «patrones aprendidos de comportamiento» como «objetos materiales» (Hoebel y Weaver en Medina, 2003, p. 7). Visto de una forma más concreta: “Cultura se refiere a la totalidad del modo de vida de los miembros de una sociedad, incluyendo “los valores que comparten, las normas que acatan y los *bienes materiales* que producen” (Giddens en Medina, 2003, p. 7)

Nos acercamos a una definición más específica sobre el concepto de cultura, en la que intervienen diversos elementos para conformar una definición sustancial que ayude a los fines planteados anteriormente. Si se recuperan ciertas características o ideas de cada definición antes estudiada, es posible realizar una conceptualización rica y suficiente sobre cultura: Cuando hablamos de cultura, hablamos de un sistema conformado por los bienes tangibles e intangibles de una sociedad, organizados en un sistema estructurado. Es decir, se puede hablar de un sistema cultural.

## *Ciencia*

Si bien es difícil brindar una definición general sobre lo que es la ciencia, distintos autores han elaborado una variedad de caracterizaciones para brindar un esbozo de lo que es la ciencia y sobre las prácticas que giran en torno a ella. Una de estas caracterizaciones fue realizada por Mario Bunge, en 2018. Para este autor, el conocimiento que fundamenta la ciencia se basa en dos rasgos principales: la racionalidad y la objetividad, lo que quiere decir que 1) el conocimiento racional (el conocimiento científico) está constituido por conceptos, juicios, raciocinios (implicados en un método deductivo) y una sistematización de las ideas, y, a diferencia de otros tipos de conocimiento, no por sensaciones y pautas de conducta de los individuos. Además, 2) busca alcanzar la verdad y verifica la adaptación de las ideas a los hechos recurriendo a la observación y la experimentación; de manera que la ciencia es "(...) fáctica, impersonal, analítica, clara, precisa, sistemática, legal [establece leyes sobre la naturaleza], explicativa, predictiva y abierta." (Bunge, 2018, p. 11).

Más adelante, sobre todo desde los estudios filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología, la ciencia se concibió no únicamente como el conocimiento como tal o prácticas de racionalidad y objetividad, sino que se contempló como todo un sistema con sus propios valores, teorías, conocimientos, prácticas, etcétera, conformado por distintos elementos. Este sistema, a la vez, se conforma como un subsistema cultural. Es decir, explicar la ciencia significa explicar las características de este sistema, además de contextualizarlas.

Como bien establece Manuel Medina, anteriormente la ciencia y el conocimiento científico se encontraban en un "pedestal filosófico" debido a su carácter de racionales, objetivos y neutros, lo cual se observaba como superior a cualquier otro tipo de saberes, prácticas, capacidades o

métodos. Asimismo, este pedestal construido impedía vislumbrar la valoración de la ciencia tomando como base sus aspectos sociales y culturales, ignorando la gran complejidad que representaban los temas de tecnociencia.

“La idea de que la ciencia podía explicarse como cualquier otro tipo de creencias, junto con la realización de numerosos estudios de casos particulares, contribuyeron a apejar definitivamente la ciencia de su pedestal supracultural, para tratarla, al igual que cualquier otro resultado de la práctica humana, como un producto sociocultural” (Medina, 2000, p. 9)

De forma que pasamos de una concepción de la ciencia con complejo de superioridad, a una que la interpreta como una esfera integrada, que forma parte de la cultura y que no se encuentra completamente alejada de ella, como lo afirmaban ciertas divisiones teóricas anteriores.

Esta concepción puede observarse desde el trabajo de Thomas Kuhn, como menciona Manuel Medina (2000): “Para Kuhn, (...) la ciencia no consistía en «la totalidad de las proposiciones verdaderas», ni estaba regida por principios lógicos y metodológicos inmutables, sino que representaba «una empresa social basada en un consenso organizado».” (p. 7)

La concepción de Kuhn pone de manifiesto una amplia variedad de características de la ciencia. Siendo ésta una “empresa social basada en un consenso organizado”, es necesario pensar en ella como una estructura, más específicamente, una estructura social. Anthony Giddens (1995) define una estructura social básicamente como “técnicas o procedimientos generalizables que se aplican a la escenificación/reproducción de las prácticas sociales». (pp. 57 - 60) Dicha estructura o sistema cuenta entonces con modelos materiales o conocimientos, actores, interacciones, normas y prácticas sociales, lo que le brinda una base para la organización consensuada. Según Medina, las dimensiones de la ciencia (conceptuales y materiales) se han estudiado y trabajado de una forma “fragmentada, desunificada e inconexa” (Medina, 2003, p. 10) Retomando la idea del subsistema cultural, vale la pena tomar la reflexión de Miguel Ángel Quintanilla (2010) al respecto:

(...) la ciencia, en efecto, está constituida por el conjunto de actividades que caracterizan al grupo social formado por los profesionales de la investigación científica. Estas actividades se pueden definir, como las de cualquier otro subsistema cultural, en términos de las reglas que siguen los miembros del grupo, los insumos que consumen,

las estructuras sociales que forman, los resultados que obtienen con su actividad, etc. Así, decimos que el sistema científico de una sociedad en un momento dado está formado por el conjunto de los individuos que se dedican profesionalmente a aplicar el método científico de forma sistemática para ampliar las fronteras del conocimiento de la realidad, a publicar sus resultados y a aplicar esos conocimientos para resolver problemas prácticos diseñando nuevos artefactos tecnológicos, etc.” (p. 34)

Aunado a esto, Quintanilla enfatiza la idea de que el subsistema científico de una sociedad forma parte del subsistema cultural. Dicho de otra manera, la ciencia, al igual que otros sistemas sociales, está estructurada de manera que se genera y gestiona cierta información a través de ciertas normas o reglas específicas que se establecen de acuerdo al consenso entre la comunidad científica.

### *Representaciones sociales de la ciencia*

La consolidación de la cultura científica presenta diversas variables para ser posible. Una de ellas es lo que se ha nombrado la apropiación social de la ciencia y la tecnología. León Olivé establece de manera muy precisa una relación entre prácticas sociales, cultura científica, representaciones sociales y apropiación social de la ciencia y la tecnología. En primer lugar, se refiere a las prácticas sociales como unidades de análisis, las cuales, según su pensamiento, deben tomarse en cuenta al estudiar la apropiación social de la ciencia y la tecnología, pues éstas nos ayudarán en las construcciones políticas y sociales alrededor de la ciencia y la tecnología. Referente al concepto de *práctica* como tal, señala:

“Una práctica es un complejo de acciones humanas, orientadas por representaciones –que van desde modelos y creencias hasta complejas teorías científicas– que tienen una estructura axiológica –es decir, normativo-valorativa– y que se desarrolla en un entorno natural y social (...)” (Olivé, 2011, p. 114)

Precisamente, las prácticas que son relevantes para el trabajo actual, son las prácticas científicas y tecnológicas, las cuales se equiparan a otras prácticas sociales como las políticas o las educativas. Una de las cualidades de las prácticas sociales es que las personas “pueden formar parte de las prácticas científicas o tecnológicas, y salir de ellas para participar en otras

(económicas, religiosas, políticas, recreativas, etc.) en su vida cotidiana, así como diacrónicamente (a lo largo de su vida).” (Ibídem, p. 114)

Siguiendo el concepto de cultura tecnológica de Miguel Ángel Quintanilla, León Olivé realiza uno análogo, aplicable al de cultura científica, pues resalta que Quintanilla utiliza elementos básicos para este concepto:

“...elementos que necesariamente están presentes en toda cultura y que, en cada cultura específica, tienen cierta organización: las representaciones, las reglas y normas de conducta, los valores, las formas de comunicación y las pautas de comportamiento aprendidas (no innatas).” (Ibídem, p. 115)

Las prácticas están relacionadas de una forma dialéctica con representaciones específicas, creencias, valores y las normas, aunque variarán de un grupo social a otro. Distintas instituciones y grupos han reunido esfuerzos para generar representaciones positivas en torno a la ciencia y la tecnología: esto incluye a grupos o individuos dedicados a realizar comunicación pública de la ciencia, la cual puede ser un medio para tener un acercamiento con las personas sin necesidad de un espacio de educación formal. Sin embargo, según Olivé, los intentos de la comunicación pública de la ciencia, como la divulgación de la ciencia, aunque definitivamente respetables, resultan débiles para generar representaciones y trascender las prácticas sociales.

Por otro lado, señala un medio en el que tal trascendencia o impacto en las prácticas científicas sí es posible: la apropiación social de la ciencia y la tecnología. Esta medida tiene como finalidad:

“usar esta forma de conocimiento para la comprensión y resolución de problemas (...) articularlo con otros tipos de conocimientos en la búsqueda de soluciones a problemas específicos. Asistimos, entonces, a una expansión del horizonte de representaciones y de la estructura axiológica de las prácticas en cuestión, es decir, de las prácticas en las cuales se lleva a cabo la apropiación social del conocimiento científico.” (Ibídem, p. 116)

Por medio de la enseñanza y la comunicación de la ciencia es posible que el conocimiento científico-tecnológico sea comprendido y apropiado desde distintos puntos de vista. Niños, jóvenes, adultos, desde distintos contextos sociales, pueden comprender ciertas teorías,

modelos y explicaciones científicos. Si el horizonte de representaciones acerca del mundo de las personas se amplía, Olivé señala que eso puede llamarse apropiación *débil*.

Por otro lado, Olivé menciona que:

“(…) cuando el conocimiento científico y tecnológico se incorpora realmente en otras prácticas y las transforma; por ejemplo: en prácticas cotidianas de higiene, o en prácticas productivas como las agrícolas, pesqueras, artesanales, etc., en las cuales el conocimiento es utilizado para comprender y resolver problemas. En estos casos el conocimiento es literalmente incorporado a las prácticas en cuestión, y es cuando podemos decir que la cultura científica se ha articulado con otras.” (Ibídem, p. 113)

Olivé llama a esto la apropiación *fuerte* de la ciencia y la tecnología, lo que a la vez está ligado con el crecimiento de la cultura científico-tecnológica. Una cultura científica incluye la construcción social de representaciones objetivas adecuadas respecto a lo que es la ciencia, además del saber y estar informado sobre cómo influye en su contexto, lo que genera toda una serie de actitudes (positivas o negativas) que después desembocan en formas de actuar y valorizaciones sociales sobre ella. La introducción de representaciones, normas y valores a las prácticas sociales de grupos “no científicos” representa un fortalecimiento exitoso de la cultura científica y tecnológica.

### *Cultura científica*

La cultura científica no equivale a ciencia. Según Miguel Quintanilla (2010), este término suele ser definido de formas erróneas, pues la cultura científica no se refiere a la información y el conocimiento especializados que los científicos manejan, es decir, la cultura que los científicos poseen respecto a la ciencia (ni el conocimiento meramente científico); tampoco consiste en una ciencia popular donde todos o la mayoría de los miembros de una sociedad compartan cierta parte de la ciencia, sin la necesidad de ser científicos, sino que la cultura científica consiste en: a) la ciencia como tal y b) la información, las representaciones, las prácticas y los valores que se relacionen y sean compatibles con la actividad científica dentro de una sociedad (p. 20). De manera que:

“En la cultura científica así entendida siempre se pueden distinguir dos tipos de componentes: las creencias, reglas de actuación y valores científicos propiamente dichos (podríamos llamarlos a estos cultura científica en sentido estricto) y las creencias, reglas de comportamiento y valoraciones referidas a la ciencia y compatibles con ella pero que no forman parte de la ciencia (cultura científica en sentido lato).” (Quintanilla, 1998, 2005, p. 38).

Al hablar de la cultura científica es de gran relevancia hablar también sobre las representaciones sociales. Éstas no consisten en meras imágenes del mundo, sino en modelos de éste. Dentro de estas representaciones, se da una triple relación entre el agente que produce una representación, de lo representado (hechos, procesos) y del representante (teorías, modelos, mitos, obras de arte). En el caso de la ciencia, la práctica científica está compuesta por representaciones en la ciencia y de la ciencia. En este caso es interesante el análisis de las representaciones de la ciencia, pues, de acuerdo con Olivé (2011):

“los productores de representaciones de la ciencia son, además de los científicos, quienes toman la ciencia como su objeto de estudio (filósofos, historiadores, sociólogos, economistas de la ciencia), los políticos, los gobernantes y los funcionarios públicos cuando toman decisiones sobre políticas científicas, así como el ciudadano de la calle cuando interactúa con la ciencia disfrutando de sus productos y beneficios –lo cual incluye comprender sus resultados- o sus efectos negativos.” (p. 117)

Así, es fácil darse cuenta de que en la práctica científica no sólo los científicos son los que generan (o deben generar) representaciones de la ciencia, sino que existe una amplia gama de productores de éstas. Sin embargo, puede cuestionarse qué tipo de representaciones sobre la ciencia se están produciendo, si son lo suficientemente objetivas o correctas para generar una adecuada percepción de la ciencia y una comprensión de su dinámica social. De esta forma las representaciones de la ciencia forman parte de la cultura científica como señala Vaccarezza: “Se entiende la cultura científica como (la) comprensión de la dinámica social de la ciencia” (2008, p. 110)

Vaccarezza, de manera acertada, define a la cultura científica también como la interrelación entre las personas que generan el conocimiento y otros actores sociales, tomándolos en cuenta como partícipes del devenir de la cultura. A través de esta interrelación, se producen significados provenientes de distintas prácticas, intereses, normas y relaciones.



En sentido estricto, el concepto de cultura científica no se restringe al nivel de información que cada persona posee, sino que abarca el modo en que este conocimiento fundamenta sus juicios y elecciones cotidianas. Además de estimular el pensamiento crítico y contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, la cultura científica también puede influir en el propio avance del conocimiento al ayudar a la valoración del trabajo científico.

“(…) la cultura científica va más allá de la “alfabetización” en ciencia. Datos, conceptos, teorías, inventos, etc. forman parte de la información mínima de un ciudadano educado. Pero el concepto de cultura científica trasciende el acopio de información que podamos adquirir, que por demás siempre será poca para el caudal de conocimiento científico acumulado por la humanidad solamente en las últimas décadas. Más que el conocimiento, la comprensión de la ciencia como producción intelectual y social, son fundamentales para pensar en la cultura científica del ciudadano del siglo XXI.” (Ferrer, 2017, p. 6)

López Cerezo y Cámara Hurtado establecen dos concepciones principales de cultura científica: a) una restringida, en la que la cultura científica es entendida como una propiedad de individuos, y hace referencia a los cambios cognitivos que sufre el polo receptor en un proceso de transferencia de conocimiento, y b) otra en sentido amplio, en la cual es entendida como una propiedad de sociedades, y hace referencia al grado de implantación de la ciencia en la cultura de una sociedad. Considerada como un atributo social, la cultura científica hace referencia a los esfuerzos de una sociedad por apropiarse de la ciencia.

De manera que la cultura científica no trata de que todos los individuos de un grupo sean entrenados y educados y que posean un conjunto de representaciones desde dentro de la ciencia, como científicos, sino que más bien la idea consiste en hablar de la ciencia no como un ente básico motivado por valores meramente epistémicos, ni de la tecnología guiada sólo por valores como la eficacia y la eficiencia, sino de una ciencia y una tecnología con una percepción de ambas que tengan como eje central valores sociales y culturales fundamentales con imágenes más objetivas que den cuenta de la realidad social que se está viviendo, incluyendo los valores relativos a la idoneidad y a las consecuencias (Quintanilla, 1992) de las prácticas científico-tecnológicas, para después ayudar y participar en la toma de decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico que posteriormente puedan afectar a la propia comunidad o

sector social. Así, resulta indispensable contemplar una conceptualización más amplia de cultura científica que atienda su clara dimensión social.

La educación por naturaleza debería ser más inclusiva, pues es una de las bases del proceso de socialización de los individuos; también debería forjar las bases de métodos de aprendizaje que pasan por la memorización del conocimiento científico pero van más allá. Forjan también una reflexividad crítica sobre las implicaciones sociales del conocimiento que se está aprendiendo y aprehendiendo dentro, además de establecer las bases iniciales (y su continuidad) por el interés y la participación en la política y la política de la ciencia y la tecnología.

## Sobre la divulgación de la ciencia

### *Comunicación pública de la ciencia*

Después de tomar en cuenta los ejes básicos y la importancia de la consolidación de una cultura científica, resulta natural preguntarse sobre la dimensión pragmática de la misma, es decir, la manera en que se debe trabajar para conseguir resultados tangibles. En muchas ocasiones, la respuesta más común (aunque no menos importante) parece ser la vía de la educación formal, pues ella representa una oportunidad única para fomentar la cultura científica de una forma concisa y constante. Sin embargo, durante las últimas décadas se han formado nuevas maneras de estrechar el vínculo con la comunidad científica, esto es, nuevos modelos y paradigmas pertenecientes a la Comunicación Pública de la Ciencia.

Según Diana Sagástegui (2015), "(...) la comunicación pública de la ciencia inició con la ciencia misma y esta, con la modernidad, implicó un cambio fundamental en el régimen de significación y de atribución de sentido a las experiencias humanas centrado en explicaciones basadas en hechos, en la lógica formal y en la experimentación." (p. 26)

De forma que la comunicación pública de la ciencia ha atravesado un proceso histórico ligado directamente al camino de la ciencia. Como se ha observado, en ciertas épocas la ciencia se ha concebido como un bien común para la humanidad. Precisamente, en la concepción clásica de la comunicación pública de la ciencia se sostiene que la ciencia debe comunicarse y darse a

conocer para enriquecer la existencia humana y ofrecer a ciudadanos “legos” una oportunidad para poseer información científica que orientará su vida de la mejor manera. (Ibídem, p. 29) A pesar de esta concepción reducida de la comunicación pública de la ciencia, a lo largo de la historia se ha transformado y mejorado una concepción más cercana a la realidad social y cultural de la sociedad.

### *Modelos de la comunicación pública de la ciencia*

Siguiendo las ideas de Diana Sagástegui, Miguel Ángel Quintanilla y Bruce Lewenstein, existen distintos enfoques en la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Sagástegui hace mención de tres principales: el primero es *Scientific Literacy*, relacionado a un modelo clásico de “déficit” cognitivo en el que se supone que el público no posee ninguno o escaso conocimiento científico; el segundo, *Public Understanding of Science*, considera como variable adicional las actitudes del público, positivas o negativas, respecto a la ciencia, aunque persiste con la idea de los “legos”, es decir, que el público no especializado carece enormemente del conocimiento científico; por último, se habla del enfoque *Science and society*, el cual se centra en el contexto social del público para poder abrir un diálogo que permita identificar las necesidades de éste, sin realizar una suposición definitiva inicial (Ibídem, pp. 31-32).

Pueden observarse ciertas ventajas y desventajas de cada uno de los enfoques mencionados, pues los primeros dos parecen imponer el conocimiento científico sin contemplar verdaderamente al público o realizando severas suposiciones sobre éste, mientras que el tercero suena ideal, aunque, como menciona Sagástegui, presenta dificultades teóricas y sobre todo metodológicas.

Por otro lado, Lewenstein distingue entre cuatro perspectivas en la comunicación pública de la ciencia, iniciando por el modelo de déficit, el cual se relaciona estrechamente al modelo *scientific literacy* en el sentido de que se piensa que debe “llenarse” de información la brecha de conocimiento científico que caracteriza al público no especializado. A partir de este modelo, que ha recibido un sinnúmero de críticas por su carácter excluyente, surgieron otros tres modelos: el modelo contextual, el modelo de pericia lega y el modelo de participación pública.

El primero se concentra en el tipo de público al que se destinen las actividades comunicativas, pues los individuos no se conciben como meros receptores de información, sino que se

reconoce que cada persona procesará la información de acuerdo a el contexto social, cultural y personal que la rodee.

El segundo considera como punto de arranque el conocimiento local de las comunidades, pues también debe reconocerse su valor para dar solución a los problemas que puedan enfrentar las comunidades.

El tercero reconoce el poder del conocimiento en los procesos políticos y las relaciones sociales. Es decir, se sustenta en la idea de que la comunicación de la ciencia debe basarse en “democratizar” el conocimiento científico de manera que tanto especialistas como público no especializado pueda tomar decisiones en cuanto a los temas que atañen a su comunidad. (Lewenstein, 2003, p. 2-6)

Es importante destacar que los modelos que presentan Diana Sagástegui y Bruce Lewenstein no han desaparecido o no se han dejado atrás por los errores teóricos o metodológicos que podrían observarse en los mismos. Estos modelos son tan solo una guía para comprender los enfoques y los diferentes campos de acción de la comunicación pública de la ciencia. En la actualidad, todos “siguen vigentes y tienden a complementarse más que a sustituirse entre sí”. (Sagástegui, 2015, p. 30) De manera que las actividades de comunicación de la ciencia pueden combinar elementos de distintos modelos (Lewenstein, 2003, p. 6), tomar lo que parezca más conveniente y que pueda brindar mayor estructura a la práctica.

### *Divulgación de la ciencia*

La comunicación pública de la ciencia incluye una gran variedad de opciones y elementos en su práctica. Una de sus modalidades, parte central de este trabajo, es la divulgación de la ciencia. En muchas ocasiones, suelen confundirse los términos “difusión” y “divulgación”, e incluso la divulgación puede ser confundida con el “periodismo científico”. Al respecto, Luis Estrada (1992, p. 69) menciona que la difusión consiste en la propagación del conocimiento entre especialistas, mientras que la divulgación trata de presentar la ciencia al público en general.

En cuanto al periodismo científico, Estrada (2014, p.3) destaca que éste “busca mantener informado al público de lo que sucede en el mundo de la ciencia, y entre más pronto lo logre,

mejor.” Es decir, el periodismo científico se encarga de que las personas “estén enteradas” de los acontecimientos o avances científicos, pero en raras ocasiones va más allá de ese acto informativo.

En cambio, la divulgación de la ciencia puede entenderse como un conjunto de actividades de diversa índole -conferencias, salas de museos, videoblogs, talleres de ciencia- destinadas a crear representaciones de la ciencia adecuadas para fomentar la cultura científica. Como menciona Estrada:

“para la divulgación de la ciencia, llamar la atención sobre algún tema relevante de la misma, acometer un asunto es dar a conocer la sustancia y sentido de un resultado científico, entusiasmar por saber más acerca de una cuestión científica, inducir a buscar mayor información para entender mejor lo publicado, en fin, acercar al público al conocimiento científico para que, en alguna medida, se apropie de él.” (2014, p. 4)

Los modelos de la comunicación pública de la ciencia mencionados con anterioridad también pueden tomarse en cuenta como parte de la práctica de la divulgación científica. Debido al carácter tan diverso de la divulgación de la ciencia en cuanto a actores involucrados formatos, materiales y objetivos, Alfredo Marcos y Fernando Calderón señalan que ésta puede pensarse como un “sistema abierto, adaptativo y social.” (Marcos y Calderón, 2002, p. 20)

### *Sobre los formatos, la sistematización y la profesionalización de la divulgación*

La divulgación científica puede realizarse en distintos escenarios con distintos objetivos. Algunos ejemplos de actividades de divulgación son las exposiciones de los museos de ciencia, conferencias, libros, videos, festivales de ciencia y, más recientemente, los talleres de ciencia recreativa. Cada escenario tendrá sus requerimientos especiales de acuerdo a los temas a tratar, el público al que está destinada la actividad, y otras variables como el tiempo, espacio físico y recursos técnicos y materiales. Por ejemplo, es distinto realizar una serie de experimentos de química para niños de primaria en un laboratorio, realizar una conferencia sobre astronomía para jóvenes de preparatoria en un auditorio o realizar una feria de matemáticas para todo público en una plaza pública. Cada una de las situaciones conllevará

una habilidad comunicativa, un espacio físico, materiales y contenidos distintos entre sí. De acuerdo a estas variables, cada actividad podría tener su propio objetivo particular.

Así, como señala Ana María Sánchez Mora, “no existe un método para divulgar la ciencia, como no lo hay para escribir novelas, pintar cuadros o componer música. Cada divulgador tendrá sus propias “recetas”, encontrará su estilo individual y definirá sus objetivos particulares.” (Sánchez Mora, 2017, p. 33) A pesar de que la esencia de la divulgación es dar a conocer algún tema científico, cada uno encontrará finalidades adicionales y adaptadas al contexto en el que se encuentra.

La diversidad de formatos que distinguen a la divulgación de la ciencia no impide que la misma sea parte de un espacio de reflexión y análisis crítico. La divulgación ha sido analizada con detenimiento por sociólogos, filósofos, comunicólogos, entre otros, y, a pesar del amplio espectro que la caracteriza, se han realizado intentos por describir modelos y teorías sobre la misma, además de sistematizar e institucionalizar la práctica divulgativa.

Estos intentos residen en algunos escritos de reflexión teórica, como el que realiza Ana María Sánchez Mora en *La divulgación de la ciencia como literatura*, en el cual describe el proceso histórico de la divulgación, además de ofrecer un panorama general de la narrativa como herramienta para comunicar la ciencia. Asimismo, Alfredo Marcos y Fernando Calderón intentan esbozar los elementos para una teoría de la divulgación que sea coherente con el contexto social y científico de la sociedad actual. Por otro lado, algunos organismos, como la UNESCO, han elaborado guías detalladas sobre la manera de fomentar la cultura científica. Estas “guías” incluyen un proceso alto de sistematización, pues su elaboración conlleva el registro, la descripción detallada y la evaluación de las actividades plasmadas.

Dentro del análisis, ciertos autores como Manuel Calvo, se preguntan por los actores que deben realizar la divulgación de la ciencia. En muchas ocasiones, los científicos o docentes mismos son los que se dedican a divulgar el conocimiento de la disciplina que practican, a pesar de que esta acción no siempre es reconocida y se realiza de forma voluntaria. Calvo señala que, para los científicos que no poseen las mejores herramientas para comunicar de manera adecuada algunos temas, es necesaria la presencia de mediadores que ayuden a la construcción de los discursos de la divulgación. Esto da lugar a que algunos divulgadores o mediadores provengan de disciplinas como la gestión intercultural, comunicación y carreras afines, lo cual resalta el carácter interdisciplinario de la divulgación de la ciencia.

## *Sobre la divulgación de las matemáticas*

Hasta el momento se ha hablado de la divulgación científica como un medio para construir representaciones sociales de la ciencia adecuadas para fomentar la cultura científica y la apropiación social de la ciencia. Puede realizarse divulgación de la ciencia desde muchas disciplinas: química, física, biología, astronomía, filosofía, etcétera. Este trabajo se concentrará en la divulgación de las matemáticas, lo cual, según Sánchez Mora, resulta complicado debido a la falta de referencias reales de las matemáticas con el mundo tangible. (Sánchez Mora, 2016, p. 43).

En general, la divulgación de las matemáticas no ha sido estudiada con detenimiento, y suelen abordarse temas desde perspectivas de la matemática educativa y no desde perspectivas de la comunicación pública de la ciencia. Como señalan Zaldívar Rojas y Cordero Osorio, las matemáticas deben encontrar mayores espacios de divulgación en los que los conocimientos que se socializan en el aula de clases puedan adquirir mayor sentido y ser funcionales para la vida cotidiana de los estudiantes.

Miguel de Guzmán ofrece un análisis sobre la divulgación de las matemáticas, en el que esboza algunos puntos sobre los objetivos que podrían establecerse como principales para la misma, entre los cuales destacan 1) tratar de cambiar las actitudes negativas hacia las matemáticas; y 2) estimular el desarrollo de la actividad matemática en libertad. (De Guzmán, 1997, p. 6)

## **Sobre este Informe Académico por Actividad Profesional**

Los conceptos e ideas abordados en el Marco Teórico de este trabajo están estrechamente relacionados con el ámbito en el que me he desarrollado profesionalmente. Se trata del ámbito de la comunicación de la ciencia y la tecnología y la gestión de proyectos en instancias científicas.

Para trabajar en este ámbito, es necesario contar con la justificación teórica correspondiente, en la cual se incluyen definiciones necesarias sobre ciencia, cultura científica, apropiación social, modelos de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, sus formatos y, específicamente, sobre la divulgación y enseñanza de las matemáticas. Este marco conceptual permitirá contextualizar el análisis y las reflexiones sobre mi experiencia profesional.

En las siguientes páginas, se abordarán el contexto de la institución y la problemática presente. También se realizará una descripción y análisis de las actividades realizadas, junto con una reflexión final y algunas recomendaciones tanto para la institución en la que laboro como para la Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales. El marco conceptual permitirá contextualizar el análisis y las reflexiones sobre las actividades realizadas.



# Contexto de la institución y del lugar: CIMAT Guanajuato

---

El Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT), es una de las instituciones de investigación más importante a nivel nacional, pues en él se realiza buena parte del trabajo académico en cuanto a matemáticas, computación, probabilidad y estadística. Perteneció al Sistema de Centros Públicos de CONACYT, la matriz se encuentra en la ciudad de Guanajuato y tiene sedes en las ciudades de Monterrey, Zacatecas, Aguascalientes y Mérida. El Centro realiza tres actividades principales: investigación de alto nivel, formación de recursos humanos y vinculación con la industria.

Desde su fundación en 1980, esta institución tiene una presencia relevante para el desarrollo científico y tecnológico mexicano. Como parte de un contexto social como el de México, donde la cultura científica, especialmente la cultura matemática, se encuentra apenas en construcción, surge la necesidad de que las instituciones de ciencia y tecnología tengan un mayor acercamiento a la sociedad y su entorno.

Con la finalidad de atender esta necesidad, surgió el Programa Institucional de Divulgación “Matemorfosis”, y posteriormente se estableció la Coordinación de Divulgación del Centro, a la cual se integró este programa. Los integrantes de esta Coordinación se encargan del diseño y ejecución de talleres, conferencias y material lúdicos que permiten el acercamiento de distintos temas de matemáticas, estimulan el pensamiento matemático y, con este fin, son accesibles a un público no especializado en cuanto a conocimientos de matemáticas o de las ciencias. Hacer accesible el conocimiento científico permite estrechar el vínculo entre la ciencia y la sociedad. De ahí la importancia de que se realicen este tipo de actividades, pues con ellas se ofrece una perspectiva general sobre lo que son las matemáticas y sobre la labor de un matemático, además de mostrar la presencia de las matemáticas y el pensamiento matemático en la vida cotidiana.

La actividad principal de la Coordinación de Divulgación del CIMAT consiste en realizar divulgación de las matemáticas en todos los sectores sociales, especialmente en los menos favorecidos. A continuación, se muestran los objetivos principales de la Coordinación:

- Reducir la brecha que separa a la comunidad científica de los distintos sectores de la población, propiciando el diálogo entre estos actores, con la finalidad de generar interés por la práctica científica, así como por las necesidades de la sociedad.
- Vincular las actividades institucionales de divulgación de la ciencia a los esfuerzos de otras instituciones, así como a los programas y/o proyectos locales o nacionales del mismo tipo.
- Fortalecer la cultura matemática de la población. Especialmente cambiar la percepción negativa que se tiene acerca de las matemáticas, mostrándolas tal como fueron creadas: intuitivas, cercanas, tangibles, con únicas, múltiples o nulas soluciones, y siempre en desarrollo.

La labor de la Coordinación puede englobarse en los siguientes ámbitos:

*a. Divulgación*

- Talleres de matemáticas recreativas en escuelas.
- Ferias de matemáticas en escuelas y espacios públicos.
- Charlas de divulgación y recorridos por el CIMAT a grupos de estudiantes de bachillerato y universidad, especialmente de ingenierías.

*b. Educación*

- Actualización docente en cuanto a la enseñanza recreativa de las matemáticas.

*c. Profesionalización*

- Talleres para la formación de divulgadores de matemáticas.

*d. Labor social*

- Conciencia de las necesidades sociales de la comunidad a la que pertenece el CIMAT.

e. *Vinculación*

- Creación de redes para la colaboración con otras instituciones y actores sociales.

Las acciones que realiza la Coordinación de Divulgación del CIMAT tienen un alcance estatal que gradualmente se convierte en nacional. Se trabaja en comunidades rurales y urbanas del estado de Guanajuato y de otros estados de la república especialmente en instituciones vulnerables o marginadas. Se atiende con regularidad a infantes, adolescentes, jóvenes, adultos y adultos mayores.

En el caso del estado de Guanajuato, se han realizado actividades en 41 de los 46 municipios, con atención prioritaria a poblaciones rurales. A pesar de que resultan necesarios diagnósticos sobre la cultura científica en el estado de Guanajuato, es preciso destacar que las zonas urbanas cuentan con mayor presencia de actividades de divulgación de la ciencia. Por ejemplo, se encuentran el Centro de Ciencias Explora en León, el museo Alfredo Dugés en Guanajuato, el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología La Nave en Celaya y el Charco del Ingenio en San Miguel de Allende, entre otros.

Por otro lado, instituciones como el Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV), el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO) y la Universidad de Guanajuato cuentan con programas de divulgación de la ciencia en sus ciudades sede. Sin embargo, existen muy pocas iniciativas de divulgación de la ciencia, mucho menos de divulgación de matemáticas, en las zonas rurales del estado. Durante algunos años, la Coordinación de Divulgación atendió con gran frecuencia al municipio de Santa Catarina, el cual ha sido reconocido como uno de los más marginados y rezagados en cuanto a indicadores económicos y de educación.

Por otro lado, las acciones de divulgación están por lo general encaminadas a la población infantil y juvenil, excluyendo a la población adulta de los talleres o conferencias ofrecidas por divulgadores. Según la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología 2017 del CONACYT, el interés en temas de física y matemáticas disminuye de un 50% a tan solo 36% en adultos mayores de 60 años. Resulta importante generar contenidos para todo el público, pues la divulgación de la ciencia debe tener un alcance a un público diverso en cuanto a edades y contexto sociocultural.

Decidí realizar mi Servicio Social Profesional y posteriormente laborar formalmente en la Coordinación de Divulgación de CIMAT para fortalecer el lado práctico de mi carrera profesional. Las actividades que diariamente realiza la Coordinación de Divulgación representan la combinación perfecta entre teoría y práctica, no únicamente en aspectos académicos y sociales, sino también en cuanto a la gestión y organización de jornadas de ciencia recreativa. El interés por continuar con mi actividad profesional en el Centro fue un deseo por seguir contribuyendo a las acciones de la Coordinación, pues fue una oportunidad para realizar labores de gestión, apoyar en la definición de objetivos de la divulgación en CIMAT, hacer divulgación como tal, asistir y participar en eventos académicos sobre divulgación de la ciencia.

Mi área de especialización resalta de manera crítica la importancia de la cultura científica y de la apropiación social de la ciencia y la tecnología, por lo cual me pareció apropiado tener un mayor acercamiento al CIMAT. La Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales cuenta con tres áreas de especialización, la que elegí fue el área de Ciencia, Tecnología y Sociedad, la cual se centra en el análisis crítico de la actividad tecnocientífica y en la valoración de sus aportaciones al desarrollo sociocultural.

Lo anterior implica el estudio de los diversos tipos de conocimiento; la problematización del desarrollo tecnocientífico en cuanto a controversias éticas, políticas y científicas; la reflexión sobre la diversidad de agentes y prácticas que conforman los sistemas científicos y tecnológicos; además de presentar a la ciencia y a la tecnología como sistemas inmersos en un sistema culturalmente más amplio y diverso. También implica reflexionar sobre el papel de la sociedad en los temas de ciencia y tecnología, analizar cómo se puede fortalecer la cultura científica para que sea posible apropiarse de la ciencia y la tecnología.



Imagen 1. Feria de matemáticas en Casa de la Cultura de Doctor Mora.  
Tomada por: Rocío González.

Estos temas conllevan a la necesidad de realizar acciones y propuestas que favorezcan la integración de todos los tipos de conocimiento a las políticas públicas, incluyendo tanto los conocimientos tradicionales como el conocimiento producido por los sistemas de ciencia y tecnología. Un elemento importante del área terminal es que brinda la oportunidad para reflexionar acerca de cómo realizar prácticas de divulgación que sean culturalmente adecuadas y que favorezcan la apropiación social de la ciencia y la tecnología en la población, lo que transformaría gradualmente la relación entre ciencia y sociedad. De alguna manera, mi trabajo en CIMAT integra parte de lo que aprendí en el área y en el resto de las materias de la carrera.

Inicié a laborar formalmente el 1° de julio de 2017 y esto continúa hasta la actualidad. El trabajo de divulgación del CIMAT es liderado por la Dra. Berta Gamboa de Buen, quien es investigadora del CIMAT y ocupa el cargo de Coordinadora de Divulgación. El grupo de trabajo está conformado por una futura licenciada en Desarrollo y Gestión Interculturales (la autora de este informe), cuatro licenciados en Matemáticas, dos maestras en Matemáticas y una doctora en Matemática Educativa. Además, se cuenta con el apoyo de un ingeniero para la elaboración del material físico. Desde mi ingreso en 2017 ocupó, al igual que el resto de mis compañeros, el cargo de Técnico en Divulgación.

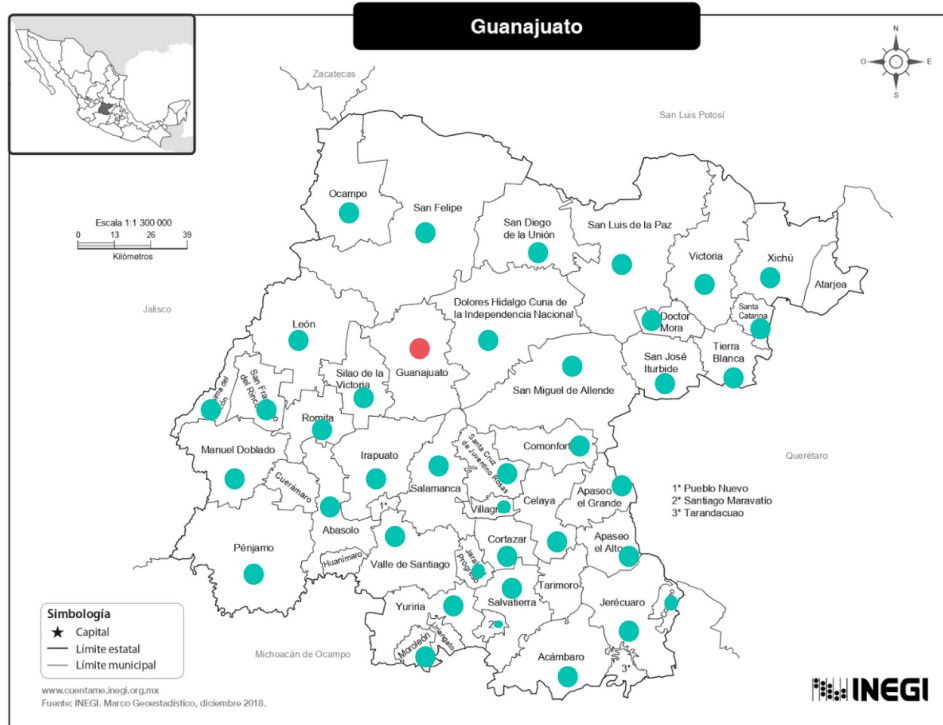
## Identificación de la problemática

---

La Coordinación de Divulgación del CIMAT tiene un alcance local y nacional en cuanto a los talleres, ferias, encuentros y demás labores que realiza. A pesar de este alcance extendido, las acciones que se llevan a cabo tienen especial atención a la población en situación socioeconómica vulnerable. De forma que los talleres y ferias se realizan principalmente en escuelas ubicadas en comunidades rurales de los distintos municipios del estado de Guanajuato. Los espacios que se frecuentan consisten en escuelas primarias, secundarias y bachilleratos pertenecientes al sistema de educación pública, así como plazas, bibliotecas públicas y casas de cultura de las comunidades.

El estado de Guanajuato está dividido en 46 municipios, de los cuales el 61.4% está conformado por poblaciones urbanas, mientras que el 29% de la población se dispersa en comunidades rurales, es decir, localidades con una población menor a 2,500 habitantes (INEGI, 2015). En cuanto a la escolaridad estatal, según el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, en Guanajuato el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 9.0, lo equivalente a concluir la secundaria. En el caso de las comunidades a las que se brinda atención prioritaria por parte de la Coordinación (en los municipios de Tierra Blanca, Victoria y Santa Catarina), el grado promedio de escolaridad no llega a 7.0 (6.6).

A lo largo de 10 años de trayectoria, la Coordinación de Divulgación ha tenido contacto, a través de distintas actividades, con participantes provenientes de 41 de los 46 municipios del estado.



Mapa 1. Municipios del estado de Guanajuato atendidos por la Coordinación de Divulgación CIMAT. Elaboración propia con mapa de <http://cuentame.inegi.org.mx>

Como parte del desarrollo de la ciencia y la tecnología, se ha vuelto cada vez más necesaria su vinculación con la sociedad. Es decir, resulta necesario establecer condiciones favorables para que distintos actores -sistemas de gobierno, instituciones científicas y educativas, sociedad- interactúen de manera constante con el fin de generar espacios en los que pueda acercarse el conocimiento científico a la población, sin importar la edad, situación geográfica, escolar, entre otros. Una de las condiciones que resultan favorables para la apropiación social de la ciencia y la tecnología es la presencia de la cultura científica. Para esto, cada uno de estos actores debe llevar a la acción las medidas que resulten más apropiadas en cuanto a los recursos de los que se disponen, que les permitan contribuir a fortalecer la cultura científica en la población.

En cuestiones de ciencia, tecnología y divulgación en el estado de Guanajuato, se contaba con la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (antes CONCYTEG), la cual se encargó de impulsar el desarrollo científico y tecnológico del estado. En la agenda de esta Secretaría, se incluyeron también actividades de divulgación, como jornadas de ciencia recreativa durante la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología. Esta Semana cuenta con la participación de los centros de investigación presentes en el estado: el Centro de Investigación

y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato, el Centro Regional de Guanajuato INAH, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, el Centro de Investigaciones en Óptica, el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, el Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales, el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo, y el Centro de Investigación en Matemáticas.

En el caso del CIMAT, se desea fomentar la cultura científica y poner especial énfasis en el conocimiento y razonamiento lógico matemático. De manera que la falta de cultura matemática se plantea como una de las principales problemáticas que se intentan resolver por parte de la Coordinación de Divulgación del CIMAT. En general, ha sido común observar que la representación social de las matemáticas por parte de la población se basa en imágenes negativas sobre esta disciplina, la cual se percibe como “aburrida” y “difícil”. Estos son factores que contribuyen al rechazo generalizado del conocimiento matemático por parte de niños, jóvenes y adultos, pues además de que esta imagen se propaga en el sistema educativo, también se socializa a través del ambiente familiar. Por ejemplo, cuando un padre de familia repite constantemente frases como “Nunca fui bueno para las matemáticas” y este pensamiento se replica de generación en generación.

Esta problemática se extiende tanto a los contextos urbanos como rurales. Sin embargo, existen mayores programas de divulgación de la ciencia en contextos urbanos, pues en el estado de Guanajuato se cuenta con museos de ciencia y programas como los Clubes de Ciencia y los Veranos Científicos, realizados mayoritariamente en centro urbanos. Por otro lado, las condiciones sociales y económicas de las escuelas ubicadas en contextos rurales o vulnerables son poco favorables para que existan actividades de divulgación científica, y, en general, actividades relacionadas a la educación. En muchas de las instituciones educativas rurales, se presenta la deserción académica debido a la migración de los estudiantes a Estados Unidos, y así mejorar la situación económica de su familia. Resulta de gran importancia tomar medidas para evitar la deserción escolar y la falta de interés en el aprendizaje de nuevos conocimientos. Una de estas medidas podría ser la de promover más acciones de divulgación de diversas ramas del conocimiento, que generen interés en los estudiantes en los contenidos escolares. Esto incluye tanto a la población estudiantil como al profesorado de las instituciones, pues la divulgación y la educación deben estar en constante relación y comunicación.

Las acciones de la Coordinación de Divulgación, así como las que realicé en mi actividad profesional, están encaminadas a ayudar a construir una imagen más positiva de las



matemáticas y estimular el pensamiento lógico-matemático a través de talleres en escuelas y en ferias de matemáticas. Estos talleres pueden estar destinados a estudiantes de cualquier nivel escolar, docentes y un público diverso, pues la incidencia en cualquier tipo de público resulta de alta relevancia.

Asimismo, una de las labores más importantes que realicé fue la vinculación con las instituciones en las que se ofrecieron los talleres, pues tal vinculación implica un proceso de gestión en el que es necesario estar en constante diálogo con los directivos o docentes de la institución, para así detectar las necesidades específicas de la escuela y ofrecer los talleres o actividad más adecuada para los participantes.

El proceso involucra el registro de las actividades en reportes formales para proceder a sistematizar la información y elaborar informes que recopilen todos los datos sobre la labor de la Coordinación. Estos informes permiten la evaluación del trabajo de la Coordinación en cuanto a estadísticas sobre la cantidad de talleres y de población atendida. Sin embargo, se presenta el reto de evaluar el impacto real de las actividades realizadas de divulgación de las matemáticas. Es decir, ¿qué tanto se están cumpliendo los objetivos de la Coordinación? ¿Se está contribuyendo a la construcción de la cultura científica? A pesar de que se han realizado esfuerzos para evaluar cualitativamente ciertos talleres, la tarea de evaluar continúa siendo un reto para la Coordinación y para la divulgación de la ciencia en general.

# Descripción de las actividades realizadas

---

A continuación, se muestran las principales actividades que en conjunto he realizado como parte del cargo de Técnico en Divulgación:

## *1. Apoyo en la gestión y coordinación de las actividades de divulgación*

Este punto se refiere a la vinculación con instituciones y agentes de índole diverso, como instituciones educativas, casas de la cultura, presidencias municipales, bibliotecas, entre otros. Tal vinculación permite asistir a dichos espacios para ofrecer las distintas actividades de la Coordinación. La mayoría de las ocasiones el contacto surge desde el exterior, por lo que es necesario atender las solicitudes y coordinar todo lo necesario para que la visita o la jornada sea posible.

Debido a mi formación, junto con la Dra. Gamboa, soy la encargada principal de esta actividad. La función específica que desempeño consiste en responder a las solicitudes de atención recibidas por parte de instituciones educativas y culturales. Este vínculo se establece para poder organizar de manera conjunta las sesiones de talleres que se requiera junto con otros elementos como los alimentos y el equipo de talleristas. Desde mi contratación, he vinculado a la Coordinación con una gran cantidad de escuelas del estado de Guanajuato, principalmente de educación básica, entre las cuales se encuentran primarias, secundarias y telesecundarias en comunidades de Guanajuato, León, Dolores Hidalgo, San Diego de la Unión, Valle de Santiago, Coroneo, Tierra Blanca, San Francisco del Rincón, Salamanca, San Luis de la Paz, Apaseo el Grande y Romita. Asimismo, he realizado la gestión para llevar a cabo actividades en otras instituciones, como la Biblioteca Estatal "Wigberto Jiménez", la Casa de la Cultura de Coroneo, la Casa de la Cultura de Salvatierra, la Casa de la Cultura "Xochiquetzal" de Doctor Mora, el Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca, la Universidad de Sonora, la Escuela Normal Oficial de Guanajuato, la Benemérita y Centenaria Escuela Normal Oficial de Guanajuato, el Museo Alfredo Dugés, la Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM Unidad León y la Feria Internacional del Libro. Además, he formado parte del comité

organizador del Taller de Ciencia para Niños de Primaria y del Taller de Ciencia para Jóvenes de Secundaria.

*2. Impartición de talleres en escuelas rurales y urbanas de todos los niveles educativos, así como en ferias de matemáticas y otros eventos nacionales de divulgación de la ciencia*

Los talleres en escuelas y ferias consisten en espacios en los que, a través de distintos materiales y discursos, se intenta fortalecer o dar a conocer de manera recreativa algún proceso, concepto o serie de conceptos utilizados en matemáticas. Los talleres en las aulas



Imagen 2. Feria de matemáticas en Santa Catarina  
Tomada por la autora

tienen una duración aproximada de una hora y media, mientras que los talleres en ferias duran entre veinte y cuarenta minutos. Una de las labores más retadoras es la de ofrecer los talleres de matemáticas, pues el realizar divulgación de la ciencia en modalidad presencial implica un proceso de comunicación en

el que factores como la edad y el contexto sociocultural del público, además del tiempo y espacio, son de alta relevancia para la ejecución del taller. Asimismo, debido a que se trata de divulgación de las matemáticas, es requerido el conocimiento matemático suficiente para responder dudas del público y transmitir el contenido del taller de manera adecuada y veraz.

Durante mi estadía en el CIMAT, he ofrecido más de 80 talleres en escuelas primarias, secundarias y bachilleratos, además de que he ofrecido talleres en el Encuentro Nacional de Divulgación Científica de la Sociedad Mexicana de Física, la FIL Niños, el Festival Matemático de la UNAM y la sesión de divulgación del Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, además de haber presentado ponencias en dos ediciones del Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa de la Red Recreación en Cadena.

3. *Colaboración en los cursos de capacitación para profesores, desde preescolar hasta bachillerato.*

Otra de las actividades consiste en la impartición de talleres a profesores de nivel básico y nivel medio superior. Estos talleres consisten en una jornada de entre cuatro y cinco horas en las que se dan a conocer diversas maneras de enseñar conceptos de matemáticas dentro del aula de clases, con el uso de materiales didácticos y diferentes de lo que se observa comúnmente en la escuela. Esta labor es de gran importancia debido a que la percepción negativa de las matemáticas puede originarse debido a la enseñanza monótona y poco atractiva para los estudiantes. De forma que los profesores que reciben estos talleres pueden replicar los materiales e implementar maneras innovadoras de enseñar conceptos matemáticos, generando un mayor interés en la disciplina por parte de los estudiantes.

A lo largo de mi actividad en CIMAT, he impartido talleres de matemáticas para docentes de nivel básico en instituciones como el CONALEP, la Secretaría de Educación de Guanajuato y el Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca (IEEPO).



Imagen 3. Talleres en la Sierra Norte de Oaxaca. Cuajimoloyas, Oax.  
Tomada por Ya'da'o Ignacio Velasco

#### 4. Diseño y elaboración de material de matemáticas recreativas

Dentro de la actividad profesional también se requiere de la creación de nuevos materiales que puedan ser utilizados en los talleres. Resulta indispensable el diseño de nuevos talleres para ampliar la oferta e innovar en cuanto a temas y maneras de presentarlos.



Imagen 4. Taller "El Gusano Medidor", en feria de matemáticas en Santa Catarina  
Tomada por la autora

Como parte del servicio profesional fui encargada de preparar una propuesta estructurada de taller para participar en la sección Niños de la Feria Internacional del Libro, el cual, de acuerdo con los objetivos de la FIL, tuvo como propósito estimular el pensamiento matemático a través de retos, además de promover la lectura. De manera que diseñé, en conjunto con tres compañeros los talleres "El asesinato del

profesor de matemáticas" en 2018 y "El gusano medidor" en 2019 (ver anexo 2).

Durante 2019, me encargué de la elaboración de dos guiones destinados a la creación de una serie de videos de divulgación matemática para todo público, llamados "Matemorfismos" (ver anexo 3).

Asimismo, colaboré en el diseño del discurso y los pasos a seguir para el taller de feria "Cubo Soma". Como parte de lo último, elaboré encuestas de entrada y salida para evaluar el impacto de la actividad. Por otro lado, apoyé en la edición de un libro de cuentos de divulgación científica "Cuentos para el científico que llevas dentro" (ver anexo 4). También, desde 2020 formo parte del grupo de diseño de actividades de la Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas, del Proyecto Nacional para la Investigación e Incidencia de las Matemáticas. Dentro de este proyecto participé en el rediseño de las actividades "El pato que llevo dentro", "Todos diferentes, trazando un mismo camino", "El escuadrón matemático: código de seguridad" y "Reglas Justas".

## Listado de actividades

En la siguiente tabla puede observarse un recuento de las actividades en las que participé desde agosto de 2017 y hasta marzo de 2020, indicando si fui encargada de la gestión, de facilitar talleres o ambas situaciones, además de la institución con la que se colaboró y el lugar de atención:

*Tabla 1: Actividades realizadas entre agosto 2017 hasta marzo 2020; clasificadas por tipo de actividad.*

<b>Talleres para estudiantes</b>			
<b>Objetivo:</b> Los talleres dirigidos a estudiantes tienen como objetivo brindar un panorama de las matemáticas distinto, que permita motivar e interesar a niñas, niños y jóvenes, de manera que su percepción sobre las mismas se transforme a una más favorable. Estos talleres también podrían ayudar a fomentar las vocaciones científicas, pues se da a conocer que existen carreras en matemáticas, computación y ciencias en general.			
Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
Secretaría de Educación	Varias	Guanajuato	Facilitadora
Benemérita y Centenario Escuela Normal Oficial de Guanajuato	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Biblioteca Estatal de León	León	Guanajuato	Gestora
Centro de Atención Múltiple "Manuel López Dávila"	Guanajuato	Guanajuato	Gestora
Centro de Atención Múltiple GTO	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
CIMAT Rally matemático	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Escuela Normal Experimental Normalismo Mexicano	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Escuela para el Futuro	León	Guanajuato	Gestora
Escuela Primaria "Alhóndiga de Granaditas"	El Coyote	Guanajuato	Gestora
Escuela Primaria "Antonio García"	Romita	Romita	Ambos
Escuela Primaria "Águiles Serdán"	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Escuela Primaria "Emiliano Zapata"	San José de la Luz	Guanajuato	Gestora
Escuela Primaria "José María Morelos"	Guadalupe del Monte	Apaseo el Grande	Ambos
Escuela Primaria "Leona Vicario"	San Luis de la Paz	San Luis de la Paz	Ambos
Escuela Primaria "Presa de la Soledad"	Llanitos de Santa Ana	Guanajuato	Gestora

Escuela Primaria "Euquerio Guerrero"	Guanajuato	Guanajuato	Gestora
Escuela Primaria "Mariano Matamoros"	Quiriceo, Valle de Santiago	Guanajuato	Ambos
Escuela Secundaria "Victoriano Rodríguez"	San Ignacio de Hidalgo	San Francisco del Rincón	Ambos
Escuela Secundaria Oficial "Vicente Frausto Alcaraz"	San Francisco del Rincón	San Francisco del Rincón	Gestora
Escuela Telesecundaria "José Joaquín Fernández de Lizardi"	San José de Tránsito	Guanajuato	Gestora
ESTV 1033	San Felipe	Guanajuato	Gestora
ESTV 1043, La Sábana	La Sábana	Dolores Hidalgo	Ambos
ESTV 1124	Ibarrilla	León	Gestora
ESTV 123	Los Sauces	León	Ambos
ESTV 126	San Juan de Otates	León	Ambos
ESTV 127	Nuevo Valle de Moreno	León	Gestora
ESTV 129 Los López León	Los López	León	Gestora
ESTV 416	Celaya	Celaya	Gestora
ESTV 475	Trejo	Silao	Ambos
ESTV 526	Cerrito de San Pablo	Dolores Hidalgo	Gestora
ESTV 596	Mulatos	San Diego de la Unión	Ambos
ESTV 596	Mulatos	San Diego de la Unión	Gestora
ESTV 70	Apaseo el Grande	Apaseo el Grande, Gto.	Ambos
ESTV 711	Tequisquiapan	Dolores Hidalgo	Ambos
ESTV 851	Apaseo el Grande	Apaseo el Grande, Gto.	Ambos
ESTV 88	Adjuntas del Río	Dolores Hidalgo	Ambos
ESTV 912	Cabaña del Rey	San Diego de la Unión	Ambos
ESTV 96 "Carlos Linneo"	Capulín de Bustos	Guanajuato	Gestora
ESTV 999	La Cantera 2	Dolores Hidalgo	Gestora
ESTV 999	La Cantera 2	Dolores Hidalgo	Ambos
ESTV 999	La Cantera 2	Dolores Hidalgo, Gto.	Gestora
FIL Niños	Guadalajara	Guadalajara, Jal.	Ambos
Jornada de Ciencia en Coroneo	Coroneo	Coroneo	Ambos
Jornada de Ciencia en Santa Catarina	Limitas	Santa Catarina	Ambos
La Bufa School	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Mis Vacaciones en la Biblioteca	León	León	Ambos
Rally Matemático SEG	Varias	Guanajuato	Facilitadora
Taller de Ciencia para Jóvenes de Preparatoria	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Taller de Ciencia para Jóvenes de Secundaria	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Taller de Ciencia para Niñas y Niños de Primaria	Guanajuato	Guanajuato	Ambos

## Talleres para docentes

**Objetivo:** Estos talleres están destinados a mostrar y enseñar algunas maneras para incorporar actividades de divulgación matemática a la enseñanza formal en aulas de clase. Los talleres son un espacio de diálogo en el que los docentes pueden expresar inquietudes, necesidades observadas y recomendaciones a las actividades planteadas.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
CIMAT Talleres para Profesores de Matemáticas	Guanajuato	CIMAT Guanajuato	Facilitadora
CIMAT Talleres para Profesores de Matemáticas	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Club de Magia y Rompecabezas SEG	Irapuato	Irapuato	Facilitadora
Club de Magia y Rompecabezas SEG	Silao	Silao	Facilitadora
Club de Magia y Rompecabezas SEG	Salamanca	Salamanca	Facilitadora
Club de Magia y Rompecabezas SEG	Silao	Silao	Facilitadora
Club de Magia y Rompecabezas SEG	Victoria	Victoria	Facilitadora
Colegio Magno Salamanca	Salamanca	Salamanca	Gestora
CONALEP	León	León	Facilitadora
Escuela Primaria "Doctor Mora"	Empalme Escobedo	Comonfort	Gestora
Escuela Primaria "Enseña Patria"	El Consuelo	León	Gestora
ESTV 173	Silao	Guanajuato	Ambos
ESTV 548	San Miguel de Allende	San Miguel de Allende	Gestora
ESTV 94	Guanajuato	Guanajuato	Gestora
ESTV 96 "Carlos Linneo"	Capulín de Bustos	Guanajuato	Gestora
Instituto Tecnológico de Monterrey	Ciudad de México	Ciudad de México	Gestora
Jardín de Niños "Esperanza López López"	Guanajuato	Guanajuato	Gestora
SEG	Varias	Guanajuato	Facilitadora
Supervisión Escolar 110, SEG	León	León, Gto.	Gestora
Supervisión Escolar 503, SEG	San Miguel de Allende	San Miguel de Allende, Gto.	Gestora
Supervisión Escolar 504, SEG	León	León	Ambos
Talleres de Matemáticas para Profesores	Guanajuato	Guanajuato	Ambos



## Ferias de ciencias/matemáticas

**Objetivo:** Las ferias de matemáticas son eventos en las que el público atendido es un público que asiste de forma voluntaria, por lo que puede llegar a ser muy diverso en distintos aspectos. Las ferias tienen como objetivo despertar el interés por las matemáticas en un amplio rango de participantes y no únicamente en infancias.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
Casa de la Cultura de Salvatierra	Salvatierra	Guanajuato	Ambos
Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa	San Luis Potosí	San Luis Potosí	Facilitadora
Encuentro Nacional de Divulgación	Monterrey	Monterrey, N.L.	Facilitadora
ENES León Matemáticas feria	León	León	Ambos
Escuela Normal Oficial de Guanajuato	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Escuela Primaria "Euquerio Guerrero"	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Expo-matemáticas Sonora	Hermosillo	Hermosillo, Son.	Ambos
Feria Matemática de Morelia, CCM UNAM	Morelia	Michoacán	Ambos
Festival "eUGreka"	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Festival Matemático Chapultepec	Miguel Hidalgo	Ciudad de México	Facilitadora
Festival Matemático Oaxaca	Oaxaca de Juárez	Oaxaca	Ambos
Festival Matemático UNAM	Ciudad de México	Ciudad de México	Facilitadora
Mate en CIMAT	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Mate en CIMAT	Guanajuato	Guanajuato	Facilitadora
Mate en tu Plaza	Mineral del Cubo	Guanajuato	Facilitadora
Noche de las Estrellas	Santa Rosa	Guanajuato	Facilitadora
Secundaria Oficial No. 1	San Francisco del Rincón	San Francisco del Rincón	Ambos
SUMA Ciencia - Ciencia Ficción	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
SUMA Ciencia Ciencia en México	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
SUMA Ciencia Día de Pi	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Tianguis de la Ciencia SICES	León	Guanajuato	Facilitadora
Universidad Juárez del Estado de Durango	Durango	Durango	Facilitadora
XXXIII Encuentro Nacional de Divulgación Científica Puebla	Puebla	Puebla, Pue.	Ambos

## Jornadas de divulgación

**Objetivo:** Las jornadas de divulgación son eventos "mixtos" en los que se visitan comunidades por un periodo más extenso de tiempo (cinco a siete días). Durante este tiempo, se ofrece una variedad de actividades en horario matutino y vespertino. Por ejemplo, talleres en escuelas para estudiantes durante la mañana y una feria matemática por la tarde. Estas jornadas están destinadas a fomentar la cultura matemática y estrechar vínculos y colaborar con comunidades.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
CIMAT-CONACYT - Jornada de Ciencias	Santa Catarina, Victoria, Tierra Blanca	Guanajuato	Ambos
Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología - Jornadas de Ciencia en Zacatecas	Sombrete, Tabasco, Colonia Hidalgo, Jerez, Guadalupe	Zacatecas	Ambos
Sociedad Matemática Mexicana - Matemáticas en la Calle	Cunduacán	Villahermosa, Tab.	Ambos
Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca	Cuajimoloyas	Sierra Norte de Oaxaca	Ambos
Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca	Yaganiza	Sierra Norte de Oaxaca	Ambos
Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas, Universidad de Sonora	Hermosillo	Sonora	Ambos

## Talleres de ciencia extensos

**Objetivo:** Los talleres de ciencia extensos, mejor conocidos como Talleres de Ciencia para Jóvenes, están destinados a atender a estudiantes de primaria, secundaria o bachillerato y ofrecerles una experiencia de contacto directo con personas dedicadas a la ciencia, a través de talleres, charlas y dinámicas realizadas a lo largo de tres, cinco o siete días. Un punto importante de estos talleres es que las y los participantes ya cuentan con interés hacia la ciencia, de manera que el objetivo, más que estar orientado a despertar el interés por la ciencia, está orientado a potenciarlo.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
CIMAT Taller de Ciencia para Niños de Primaria 2017	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
CIMAT Taller de Ciencia para Niños de Primaria 2018	Guanajuato	Guanajuato	Ambos

### Talleres para la formación de divulgadores

**Objetivo:** Estos talleres están dirigidos a personas que tengan interés por realizar divulgación de las matemáticas. Así, el objetivo es dar a conocer las estrategias, procesos y elementos a considerar al realizar divulgación, tomando como partida la experiencia del grupo.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Facilitadora)
CIMAT-Taller para la Formación de Divulgadores de Matemáticas	Guanajuato	Guanajuato	Ambos
Escuela Normal Oficial de Guanajuato	Guanajuato	CIMAT Guanajuato	Ambos

### Participación en congreso/coloquio

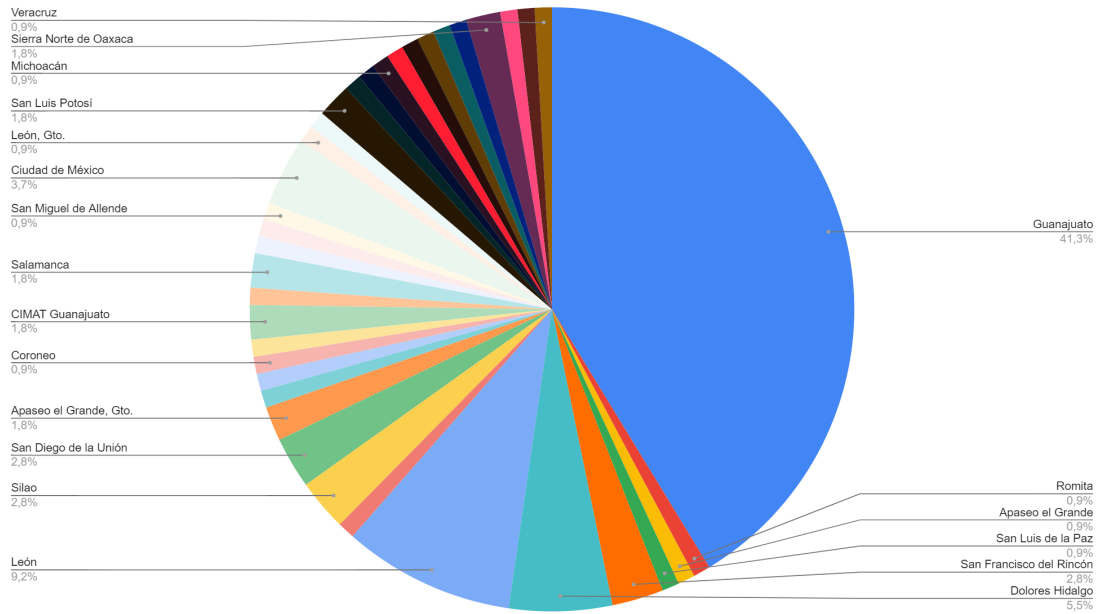
**Objetivo:** La participación en congresos representa una oportunidad para dar a conocer las actividades realizadas en la Coordinación, incluyendo algunas estructuras, talleres y experiencias que se han presentado. Lo anterior también es útil para formar vínculos con otros actores e instituciones y para conocer su trabajo.

Institución	Comunidad	Municipio o estado	Rol desempeñado (Gestora/Ponente)
II Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa	Villahermosa	Tabasco	Ponente
III Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa	San Luis Potosí	San Luis Potosí	Ponente
IV Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa	Ciudad de México	Ciudad de México	Ponente
V Encuentro de Ciencia y Tecnología en un Mundo Multicultural	Xalapa	Veracruz	Ponente

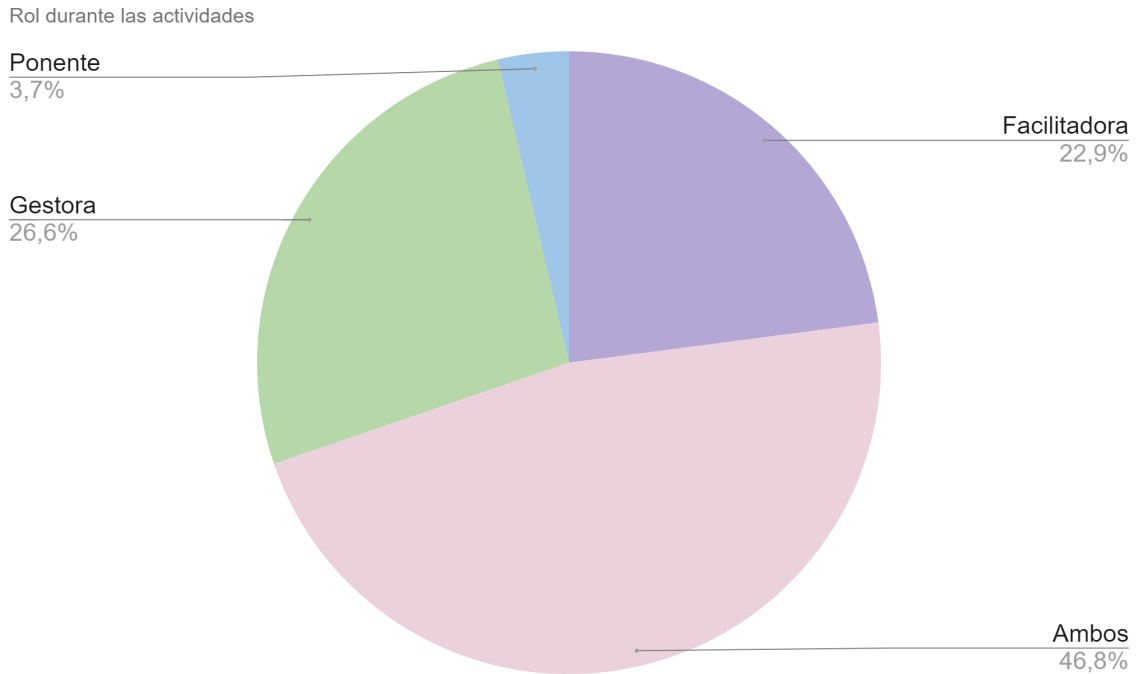
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran dos gráficas que brindan de manera visual el recuento de municipios atendidos y la proporción en los roles desempeñados:

**Gráfico 1: Municipios y/o estados atendidos**



**Gráfico 2: Rol desempeñado durante las actividades**



# Análisis de las actividades realizadas

Como se mencionó en las secciones anteriores, los objetivos de la Coordinación de Divulgación están orientados a construir una imagen positiva acerca de las matemáticas. Esto se intenta lograr a través de actividades que las muestran como útiles, estimulantes, cercanas a la vida diaria, creativas, asombrosas y en cambio constante. Se espera que esta labor permita transformar las actitudes y predisposiciones emocionales de las personas para participar de manera más activa en su estudio, aprecio y, eventualmente, favorecer la apropiación de las matemáticas.

La estrategia general de la Coordinación implica un proceso complejo para concretarse, dentro del cual se pueden definir ciertos pasos a seguir. Al estar involucrada prácticamente en todos los pasos de este proceso, esbozaré un análisis acerca de las actividades, tomando como ejes principales cada uno de ellos, mencionando sus limitaciones y retos y/o beneficios que han implicado tanto en el pasado como sus posibilidades en el futuro.

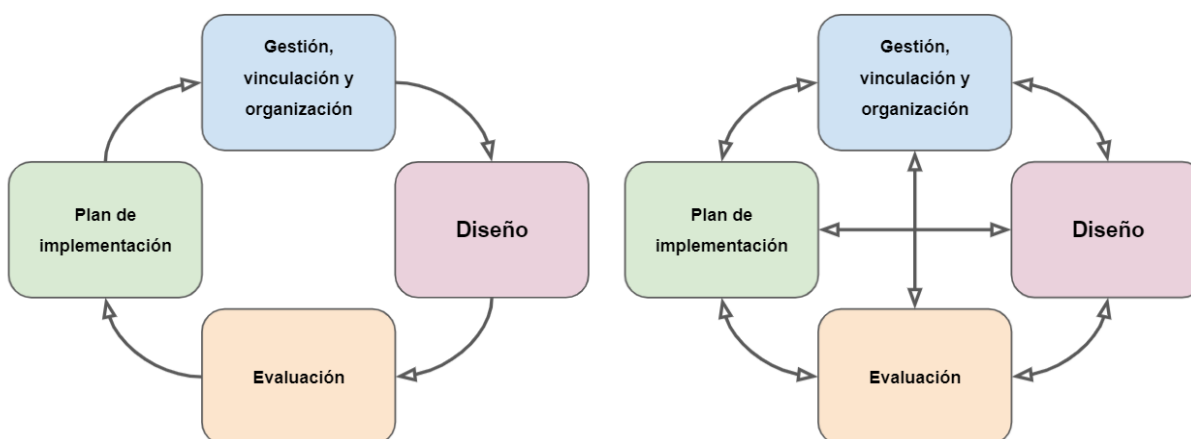


Figura 1. Proceso de acción de la Coordinación de Divulgación. El segundo esquema representa de mejor manera el proceso.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso mencionado se dividirá en cuatro partes principales: el diseño; la implementación; la evaluación y retroalimentación; y la gestión y vinculación institucional. Cabe destacar que, a pesar de que pueda parecer un proceso lineal con un orden cronológico establecido, todos los elementos están relacionados entre sí y se retroalimentan de manera constante, lo que ocasiona que el proceso sea multidimensional y tome un orden distinto dependiendo de las prioridades, necesidades o intereses presentes, como se observa en la Figura 1. Además, cada uno de los pasos a seguir cuenta también con sus propios procesos internos, los cuales serán descritos más adelante.

## Sobre el diseño

El *diseño* de talleres de matemáticas que resulten adecuados para conseguir los objetivos de la Coordinación es un proceso que se ha transformado a lo largo de diez años de trabajo y que aún representa un desafío. En general, se pueden enmarcar cuatro elementos principales a considerar en el proceso de diseño de actividades:

- **Público**

Al diseñar una actividad de matemáticas de la Coordinación, es indispensable tomar en cuenta el público a quien será dirigida la actividad. Tanto la edad, escolaridad o contexto sociocultural pueden ayudar a especificar el contenido a tratar, definir el nivel del lenguaje a emplear y a elegir ejemplos de la cotidianidad con los que el público se pueda identificar. Asimismo, si se tratara de una actividad que se implementará en un espacio para todo público, entonces el diseño puede estar orientado a aprovechar la diversidad de participantes para enriquecer las dinámicas planteadas.

- **Objetivos**

El diseño de las actividades debe estar alineado a los objetivos o metas planteados. Estos objetivos pueden estar orientados a ciertos logros, que pueden clasificarse como cognitivos/conceptuales (que los participantes aprendan o refuercen un concepto), actitudinales (que se generen actitudes positivas hacia las matemáticas) o de habilidades (que los estudiantes desarrollen una habilidad).

- **Estructura y contenido**

Las actividades deben contar con una estructura ordenada para asegurar que es accesible para otras personas y que estas personas puedan replicarlo de manera exitosa. Asimismo, en algunas ocasiones, existirán convocatorias o eventos en los que se solicite una estructura específica, por lo que el diseñador o diseñadora tendrá que adaptarse a tales especificaciones al desarrollar su idea.

- **Material**

El diseño de una actividad puede partir de un material que ya existe. Por ejemplo, el rompecabezas “Cubo Soma” es un rompecabezas creado en el siglo XX, y a partir del cual se creó un taller dirigido a todo público.

En otras ocasiones, se partirá de una idea y entonces tendrá que crearse un material que se adapte a las dinámicas planteadas en el taller. En cuanto a la creación y presentación de materiales de apoyo, resulta prudente generar actividades cuyo material sea sencillo de replicar y de un costo accesible.

Los cuatro elementos mencionados pueden brindar cierta orientación sobre la manera en que se diseñan talleres en Matemorfosis. Cabe destacar que el proceso de diseño también puede variar en cuanto al orden, pues en ocasiones se genera la necesidad de una actividad a partir de un material, un público u objetivos específicos. El proceso de diseño tampoco es un proceso lineal, como se ilustra en la Figura 2.

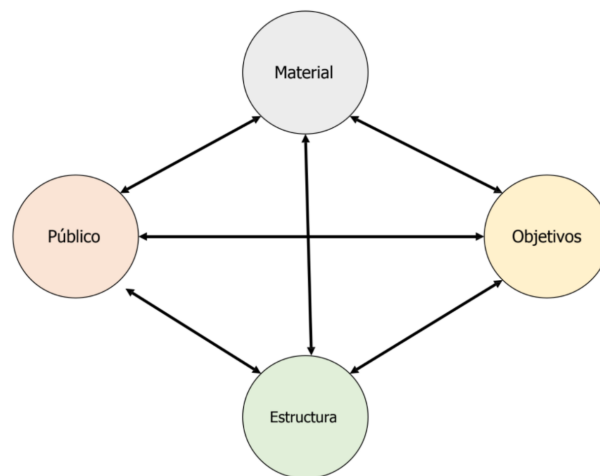


Figura 2. Elementos del proceso de diseño.

Fuente: Elaboración propia

## Sobre la implementación

La *implementación* se trata de la parte del proceso en el que las y los facilitadores interactúan cara a cara con el público con el fin de compartir las actividades diseñadas. En el caso de Matemorfosis, esto incluye la realización de talleres con estudiantes de todos los niveles, docentes y una gran diversidad de público. La implementación contribuye a cumplir objetivos como reducir la brecha y propiciar el diálogo entre la comunidad científica y el sector educativo, así como fortalecer la cultura matemática de las y los participantes y generar actitudes positivas hacia las matemáticas.

Al estructurar un plan de implementación existen diversos factores a considerar para que el mismo resulte exitoso. A continuación se mencionan algunos de los más importantes:

- **Discurso o narrativa a emplear, uso adecuado del lenguaje**

Durante los talleres, especialmente en las ferias matemáticas y de ciencias, se cuenta con la participación de una gran diversidad de público, tomando en cuenta edad, nivel escolar y contexto sociocultural, entre otros. Al implementar los talleres matemáticos diseñados, debe procurarse el uso de un lenguaje respetuoso y accesible, en el que las personas que participan puedan formar parte de la dinámica del taller sin tener dificultades. Asimismo, es fundamental contar con un control acerca de qué tanta información se comparte con el público, pues puede resultar que un exceso de la misma genere rechazo, o una deficiencia provoque cierto desinterés.

Una herramienta de la que se puede partir para definir el uso del lenguaje y la magnitud de la información, es la creación de un “discurso” o esquema sobre los sucesos específicos del taller. Este ejercicio consiste en describir exactamente las situaciones que se espera que ocurran o que podrían ocurrir en la dinámica del taller, de manera cronológica y ordenada por puntos. Tal esquema funciona para anticipar problemas que podrían presentarse y permite elaborar un plan de adaptación de acuerdo a los mismos. También permite delimitar el contenido del taller y sistematizar la realización del taller para que pueda ser replicado por otros facilitadores.



En el Anexo 5, se muestran como ejemplos el discurso y diagrama de flujo de la actividad “Cubo Soma”, trabajado en conjunto con el Festival Matemático del Instituto de Matemáticas de la UNAM.

- **Sensibilidad para identificar las emociones que experimenta el público**

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, una de las mayores problemáticas observada al momento de realizar talleres, consiste en la presencia de una percepción negativa de las matemáticas por parte del público. Usualmente se concibe a la matemática como “difícil”, “aburrida”, “frustrante”, o incluso se le relacionan malestares generales como dolor de cabeza o de estómago. Así, esta barrera emocional se considera una limitación y un paso a superar cada vez que se imparte un taller.

Poco a poco, los objetivos particulares de los talleres y otras actividades han sido redirigidos hacia cuestiones emocionales y actitudinales, de manera que el objetivo principal de ciertas actividades consistirá en mejorar la actitud hacia las matemáticas, dejando el aprendizaje de conceptos y habilidades en segundo plano.

Al implementar un taller e interactuar con el público, el o la tallerista debe tomar en cuenta los efectos socio emocionales que tienen las matemáticas en las personas. Es deseable que el tallerista, a través de sus habilidades para comunicarse, genere un espacio en el que las personas participantes expresen libremente su interés, frustración, sorpresa y demás emociones o pensamientos que le propicien los temas y las dinámicas planteadas.

Es común que al realizar actividades matemáticas se vivan experiencias emocionales tanto positivas como negativas, por ejemplo: al armar un rompecabezas o resolver un acertijo se puede experimentar frustración, pero posteriormente sentir una gran satisfacción o asombro por lograr su solución. Resulta conveniente que el tallerista identifique estos momentos para ayudar a regular las emociones y ser una fuente de motivación.

- **Manejo de grupos diversos y de distintas magnitudes**

Una habilidad necesaria en la ejecución de los talleres consiste en el manejo adecuado de grupos, tomando en cuenta su diversidad y magnitud. A pesar de que es un reto adaptar las actividades a la vez que se imparte el taller, se considera que la diversidad es un factor que

enriquece los talleres debido a la presencia de distintas concepciones y experiencias del mundo.

Durante el taller se intenta generar un espacio de diálogo y confianza en el que los distintos participantes puedan expresarse libremente. Sin embargo, también es necesario que el tallerista mantenga un control sobre la dinámica y la disciplina del grupo, pues un taller caótico puede llegar a tener efectos opuestos a los objetivos planteados inicialmente.

En algunas ocasiones, debido a la falta de la profesionalización de la comunicación de la ciencia en México, la implementación de actividades resulta en acciones improvisadas en las que no se cuenta con un plan de ejecución. Como se observó, al implementar actividades es necesario contar un plan en el que se consideren cuestiones sobre lenguaje, sensibilidad y manejo de grupos.

## Sobre la evaluación

En cuanto a la evaluación dentro del proceso de acción de la Coordinación, los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo por definir mecanismos de evaluación que vayan más allá de una simple evaluación cuantitativa. Gracias al trabajo en colaboración con el Festival Matemático del Instituto de Matemáticas de la UNAM, se llegó a la conclusión de que un plan de evaluación puede estar orientado a medir el impacto desde distintos enfoques: impacto de las actividades en las y los participantes; evaluación de la facilitadora o facilitador del taller; evaluación del diseño de la actividad.

Sin embargo, a pesar de identificar y considerar la gran relevancia de la evaluación, la falta de recursos humanos y de la capacitación necesaria dificultan la elaboración de un plan de evaluación en cualquiera de los enfoques mencionados. En general, en la Coordinación se realiza una evaluación cuantitativa en la que se mencionan números de personas atendidas, entre otras características específicas de la población incluidas en los indicadores de las instituciones que otorgan los recursos (CONACYT, SICES). Con estos datos, se realizan breves interpretaciones acerca de los resultados, pero la presencia de una evaluación cualitativa es poca o nula.

Como menciona Eric Jensen (2014), “Una buena evaluación de impacto requiere de una planificación previa y objetivos claros por parte de los comunicadores. (...) También requiere entrenamiento (proporcionada de manera externa o autodidacta) en métodos de investigación científica social relevantes (por ejemplo, diseño de instrumentos como cuestionarios cortos y concretos). (p. 3)

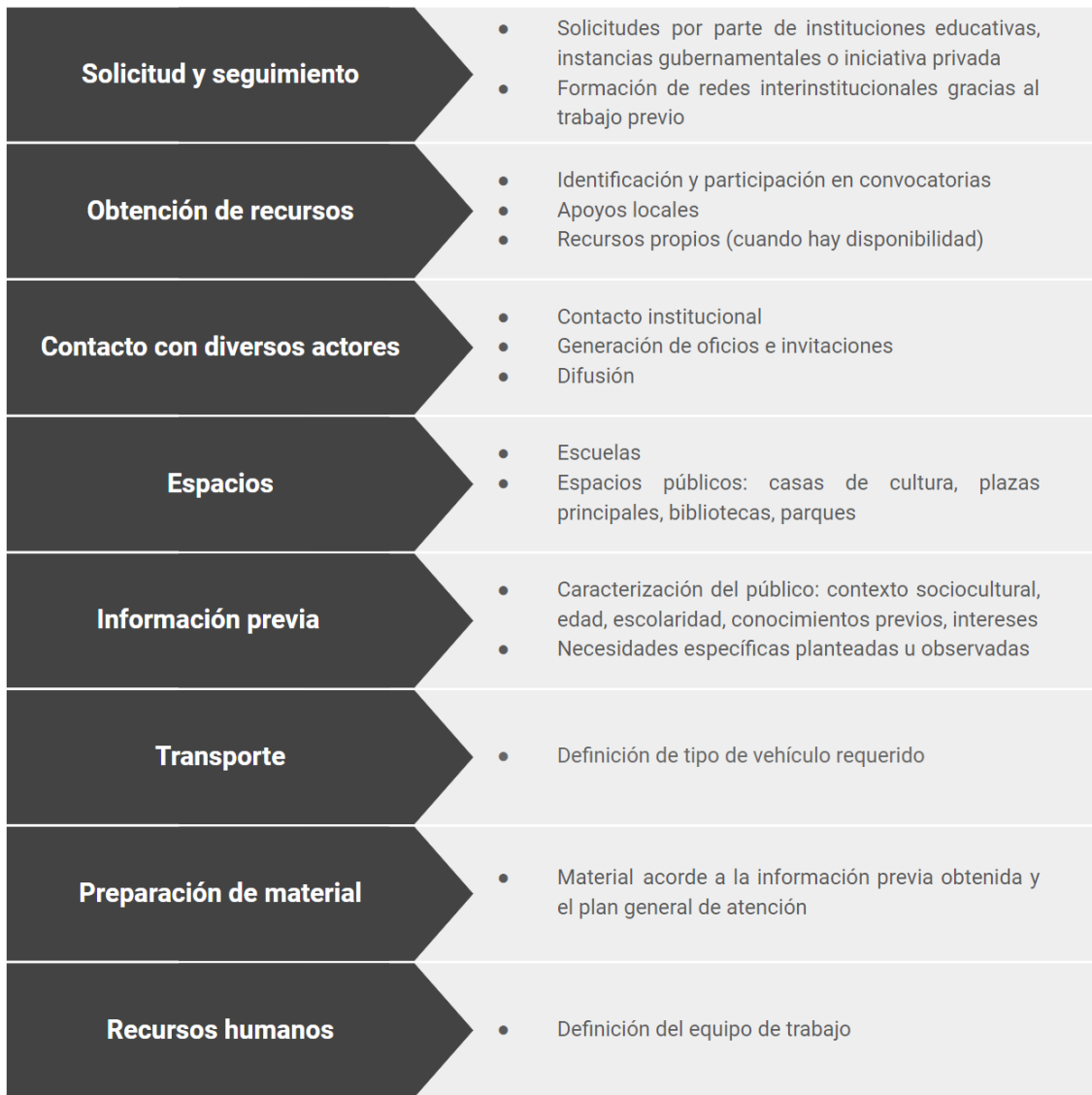
Tal reflexión puede aplicarse a la divulgación que se realiza en el CIMAT, pues se cuenta con poca capacitación sobre investigación social por parte del personal en general. Resultaría conveniente recibir capacitaciones sobre este enfoque de evaluación para producir documentos en los que se pueda plasmar las contribuciones significativas a la comunicación de la ciencia y a los objetivos sobre fortalecer la cultura matemática en México.

## Sobre la gestión

A lo largo de mi experiencia de gestión y vinculación en el CIMAT, ha sido posible reflexionar acerca de cómo este proceso se relaciona con prácticamente todos los aspectos de la Coordinación de Divulgación, incluyendo sus metas y objetivos. Gracias al proceso de gestión y organización, se logran crear vínculos institucionales y reducir la brecha entre la comunidad científica y otros sectores de la población, además de concretar planes de acción destinados a la atención al público.

Dentro de esta práctica, ha sido posible identificar algunos de los pasos a seguir dentro del proceso de gestión. Nuevamente, no se trata de un proceso lineal, sino que cuenta con una gran variedad de momentos clave para lograrlo. Estos momentos se resumen en el siguiente diagrama:

Figura 3: Proceso de gestión en la Coordinación de Divulgación del CIMAT:



Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la creación de redes interinstitucionales y a la difusión del trabajo realizado por Matemorfosis CIMAT en redes sociales y eventos de divulgación, existe una gran demanda de actividades de matemáticas recreativas por parte de instituciones educativas y gubernamentales que desean incorporar estrategias de divulgación a sus programas e iniciativas. Esta situación ocasiona que las solicitudes de atención sean abundantes, y, debido a que las solicitudes suelen atenderse de forma “manual” a través de correos electrónicos y

Llamadas telefónicas, sobrepasan la capacidad de atención. Lo anterior deriva en la necesidad de sistematizar la manera en que se reciben solicitudes en la Coordinación. Tal necesidad es fundamental para facilitar la atención al público, así como asegurar que, en caso de que otra persona se incorpore para realizar este trabajo, pueda tener claro el proceso y los medios de atención.

Aunque esta situación no ha podido resolverse del todo, se dio inicio a una solución: se dio una colaboración entre la Coordinación de Servicios Tecnológicos del CIMAT y la Coordinación de Divulgación con el fin de desarrollar una plataforma destinada a registrar solicitudes de atención, a través del llenado de un formulario digital presentado en la página oficial del CIMAT. Las solicitudes se dividieron en dos categorías principales:

- *Formulario de solicitud de visita académica interna*  
Dirigida a instituciones y actores que desean visitar las instalaciones del CIMAT y recibir un taller o conferencia. Los participantes pueden ser docentes o estudiantes.
- *Formulario de solicitud de visita académica externa*  
Dirigida a instituciones y actores que desean que el grupo de divulgación visite su institución para recibir talleres, ferias o conferencias. Los participantes pueden ser docentes o estudiantes.

En dichos formularios se solicita información esencial para caracterizar al público objetivo (número de personas, edad, nivel escolar) y verificar la viabilidad de la visita, tomando en cuenta también el tipo de actividad solicitado y ubicación.

Otra parte importante del trabajo como gestora consiste en el apoyo técnico para elaborar propuestas destinadas a la participación en convocatorias, convenios y proyectos de instituciones educativas, gubernamentales o asociaciones civiles. Por ejemplo, apoyé en la elaboración de propuesta para participar en la Convocatoria para Fomentar las Vocaciones Científicas del CONACYT, con el proyecto “Campamentos Científicos para el Empoderamiento en Ciencia y Tecnología de Niñas y Niños en Situación Vulnerable”.

Este proyecto tuvo como objetivo el acercar a niñas y niños de los estados de Guanajuato y Aguascalientes a la ciencia a través de talleres lúdicos y otras actividades accesibles de ciencia recreativa, para fomentar una percepción del conocimiento científico más favorable. Lo anterior

con el fin de fortalecer la motivación para el estudio de alguna disciplina relacionada a la ciencia y la tecnología.

Mis aportaciones con un perfil de gestora intercultural han consistido en propiciar diálogos entre actores de distintas instituciones, apoyar en el desglose de los datos necesarios para añadir en los formularios de solicitud en línea, la cual serviría para caracterizar al público y tomar decisiones con la información recopilada, incluyendo la manera de proceder con la gestión y comunicación.

## Reflexión sobre el proceso de la Coordinación de Divulgación-Matemorfosis

La sección anterior describe los procesos de diseño, implementación, evaluación y gestión que se realizan dentro de la dinámica general de la Coordinación. Sin embargo, a pesar de que estos pasos se lleven a cabo, puede surgir la pregunta acerca de si estos procesos logran cumplir de manera efectiva los objetivos generales, si cuentan con una estructura uniforme o si el contenido resulta adecuado a la diversidad de contextos socioculturales de los cuales provienen las personas participantes.

Cada uno de los pasos que se describieron cuenta con algunas deficiencias o problemáticas de ejecución, ya que, como se comentó en algunos casos, no siempre es posible llevarlos a cabo de una manera sistemática, efectiva o eficiente.

Por ejemplo, en el diseño de actividades, debido a la gran demanda de talleres, no ha sido posible estructurar todos los documentos correspondientes en una forma uniforme y sencilla de replicar. No obstante, este proceso se lleva a cabo poco a poco a través de la participación en distintos proyectos, como el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia para la Enseñanza de las Matemáticas o Recreación en Cadena, en los cuales se colabora con distintos grupos y actores para la sistematización de actividades de matemáticas y divulgación en general.

En cuanto al logro de metas y objetivos, durante la implementación de actividades, se han observado y rescatado algunos comentarios de participantes de los talleres que podrían ayudar a realizar un análisis de este punto. A continuación se muestra un ejemplo:

“Querido Grupo de divulgación Matemorfosis:

Gracias por brindar motivación y conocimiento con las hermosas actividades que han llevado a cabo siempre, no obstante, quiero hacer hincapié en el impacto que tuvieron en una servidora en los últimos meses. **Durante este tiempo pude acercarme a las matemáticas así como disfrutar de las mismas gracias a ustedes. Me entusiasma seguir aprendiendo y ser un canal de comunicación para que mis estudiantes también disfruten de la maravilla de resolver problemas.** De corazón GRACIAS, cuenten con una servidora.”

-Mensaje de la maestra de secundaria Guadalupe Hernández Andrade, participante de los talleres dirigidos a docentes.

Por otro lado, se recibió también este testimonio de parte de una participante de 12 años de edad, participante de los talleres para estudiantes:

"Durante la primaria no tenía la seguridad para realizar mis trabajos de matemáticas y ahora quiero contar lo que fue para mí el participar en el Rally Matemático de Matemorfosis. Al recibir la invitación para participar en el Rally Matemático, tuve una sensación de nervios y emoción (el cual representé con una cara de nervios y feliz), pero decidí tomar el reto y la verdad no me arrepiento. Fue muy divertido, los talleristas fueron muy amables, realicé nuevos amigos con las personas que participé en el rally, **vi de otra forma las matemáticas y descubrí que son muy interesantes, divertidas, tienen diferentes formas de expresarse, nos ayudan a activar nuestro cerebro en muchas formas, como en pensar, aprender, comprender y saber que en la vida siempre estarán presentes y que es importante no tenerles miedo para descubrir todo lo que nos pueden ayudar en nuestra vida.** Las matemáticas son como el aire en nuestros pulmones, son necesarias todos los días. Gracias."

Este tipo de testimonios orales o textuales, presentes en la mayoría de las actividades realizadas, puede ofrecer una idea acerca del impacto positivo que tienen los talleres de la Coordinación en las personas que participan, y, en especial, las partes resaltadas dan cuenta de elementos contemplados en los objetivos generales, relacionados a fortalecer la cultura matemática de la sociedad, transformar las actitudes acerca de las matemáticas y favorecer la apropiación social de las mismas.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, aún resulta necesario realizar un estudio cualitativo en el que se profundice la evaluación de impacto social de las actividades. Dentro de este estudio, además de evaluar el impacto y logro de objetivos, sería conveniente analizar también si el contenido de las actividades es adecuado de acuerdo a los públicos y sus contextos.

Otro aspecto ideal también consistiría en vincular de forma más cercana todos los pasos del proceso con los esfuerzos de gestión y, especialmente, con un grupo mayor de profesionales de la gestión intercultural, pues ese equipo podrían coadyuvar a complementar el diseño, la implementación y la evaluación de las actividades, desde una perspectiva de la mediación e interculturalidad.



## Conclusiones y recomendaciones

---

Después del análisis acerca de los procesos presentes en la Coordinación de Divulgación del CIMAT, restan preguntas que llevan a una reflexión sobre la apropiación social de la ciencia y su relación con la divulgación científica, la enseñanza de las ciencias y la cultura científica. Por ejemplo, ¿en qué nivel de la apropiación social se encuentran las actividades realizadas por Matemorfosis? ¿De qué manera contribuyen las estrategias de divulgación matemática a mejorar la enseñanza formal de las matemáticas? ¿En qué medida se contribuye al fortalecimiento de la cultura científica? A continuación intentaré ofrecer respuestas a dichas preguntas a manera de reflexión final.

*¿En qué nivel de la apropiación social se encuentran las actividades realizadas por Matemorfosis?*

Como se mencionó en el marco teórico del trabajo, León Olivé clasifica la apropiación social de la ciencia y la tecnología en dos niveles: un nivel *débil* y un nivel *fuerte*. En el nivel *fuerte* se incluyen estrategias, como las redes sociales de innovación, en las que se construyen representaciones de la ciencia objetivas y adecuadas, que permitan a las personas estar informadas sobre cómo la ciencia y la tecnología influyen en su vida cotidiana, lo cual genera una serie de actitudes que desembocan en formas de actuar y valorizaciones sociales sobre la práctica tecnocientífica.

Por otro lado, dentro del nivel *débil*, Olivé incluye la comunicación de la ciencia y la tecnología, y la educación científica y tecnológica en distintos niveles. Según el autor, la apropiación social generada en este nivel permitirá que los niños, jóvenes y adultos lleguen a la comprensión de teorías, modelos y explicaciones científicas, y, gracias a lo anterior, sus representaciones acerca del mundo se ampliarán.

Hablando específicamente sobre las actividades de divulgación de matemáticas del CIMAT, es posible ubicarlas, según lo planteado, en el nivel de apropiación social *débil*. Como parte de la reflexión, me parece adecuado complementar las ideas de León Olivé, tomando como base lo observado al realizar comunicación científica estrechamente relacionada a la divulgación y la enseñanza de las matemáticas.

Según el planteamiento del autor, el enfoque de la apropiación social en su nivel *débil* trata de que las personas *comprendan* teorías, modelos y explicaciones producidas dentro de la práctica tecnocientífica y que sean separadas de estas prácticas para ser explicadas de manera accesible. Esta visión puede complementarse con los modelos de comunicación de la ciencia mencionados anteriormente. La comunicación y educación científica que menciona Olivé parece colocarse dentro del modelo de déficit, en el que las personas “no científicas” son meras receptoras de conceptos, información y explicaciones sobre la ciencia, sin interactuar de otra manera con la misma. Sin embargo, la comunicación y educación científica y en especial de las matemáticas, casi siempre se realiza tomando un modelo contextual, en el que se toma en cuenta que cada persona procesará la información de acuerdo al contexto social, cultural, afectivo y personal que la rodee.

En los esfuerzos de Matemorfosis por diseñar e implementar actividades de matemáticas con el fin de transformar las percepciones negativas sobre las matemáticas, se ha observado que resulta necesario considerar objetivos enfocados no únicamente en cuestiones cognitivas, sobre comprensión y aprendizaje, sino también en dimensiones socioemocionales o de actitudes.

Así, es posible que la comprensión de conceptos matemáticos quede en segundo plano, pues el hecho de que las personas comprendan algún concepto o teoría no resulta suficiente para favorecer la apropiación social, sino que será necesario incorporar estrategias destinadas a regular las emociones y experiencia de los participantes cercanas a su contexto. Considerar esta dimensión afectiva podría contribuir a transformar las actitudes iniciales y disposiciones de las y los participantes para apropiarse de la ciencia y la tecnología.

*¿De qué manera contribuyen las estrategias de divulgación matemática a mejorar la enseñanza formal de las matemáticas?*

Un elemento que me parece importante destacar, es la relación tan estrecha que se vive en Matemorfosis respecto a la divulgación y la enseñanza de las matemáticas. A pesar de que en algunas ocasiones se conciben como dos medios distintos, pues lo son, Matemorfosis ha encontrado la manera de incorporar ciertas estrategias de divulgación en las aulas de clase, a través del trabajo directo con docentes de todos los niveles escolares.

A través de la experiencia de trabajo con docentes, ha sido posible identificar que la enseñanza de las matemáticas es también un reto para el personal docente que se enfrenta con la presencia de una percepción negativa de las matemáticas en sus estudiantes. Así, resulta necesario incorporar ideas y reflexiones acerca de las matemáticas en las que se muestren como una disciplina útil, real, sorprendente e interesante.

De forma inicial, lo anterior puede lograrse al llevar a cabo actividades de divulgación matemática dentro del aula de clases, que puedan realizarse con metas a largo plazo que involucren la construcción de una representación social de la ciencia más favorable. Posteriormente, sería deseable incidir en la política educativa con el fin de modificar los planes y programas de estudio, para promover la incorporación oficial de este tipo de actividades.

Así, el combinar ambos medios, podría resultar en un entramado de posibilidades y potencial para favorecer la apropiación social de la ciencia de manera colaborativa e interinstitucional.

*¿En qué medida se contribuye al fortalecimiento de la cultura matemática, uno de los principales objetivos?*

Definitivamente los esfuerzos de Matemorfosis resultan en una gran serie de acciones que intentan cumplir sus objetivos principales de una forma muy diversa en cuanto a formatos, públicos, contenidos, materiales, entre otros. En el contexto actual de la divulgación científica en México, y, en especial, de la divulgación de las matemáticas, dichos esfuerzos resultan muy valiosos, pues gracias a ellos ha sido posible empezar a trazar un camino hacia la valoración de la divulgación científica y su profesionalización.

Como se mencionó anteriormente, la cultura científica, y en el caso particular de la cultura matemática, no se trata de entrenar y educar individuos para que posean una serie de representaciones desde dentro de la ciencia, sino que trata de comunicar la ciencia, las

matemáticas, como una herramienta que se construye de manera social dentro de una cultura, y que puede resultar útil en la resolución de problemas reales y cercanos a la vida cotidiana.

Es probable que a lo largo de 10 años, los esfuerzos de MatemorfoSis hayan contribuido de maneras distintas al fortalecimiento de la cultura matemática y científica, aunque parte de los retos actuales trata de cómo evaluar tal impacto o si en efecto esto es verdadero.

Sin embargo, desde mi experiencia, la participación en las actividades de divulgación de MatemorfoSis, es un paso inicial para interesar a las personas y generar actitudes positivas en ellas. A pesar de parecer un paso trivial o con poca importancia, es todo lo contrario, pues una persona podría pasar toda su vida sin que ese interés genuino surja. Generar ese interés siempre resulta valioso, independientemente de si se dio durante la infancia, adolescencia o adultez. En mi opinión, este pequeño impacto puede prolongarse a mayor plazo e incluso favorecer la apropiación social de la ciencia en su nivel *fuerte*.

#### *Algunas recomendaciones para mejorar la Coordinación de Divulgación del CIMAT*

Durante mi trayecto en MatemorfoSis, me ha sido posible identificar ciertos puntos que podrían mejorarse, aunque también se plantean como retos que no resultan sencillos de enfrentar.

En primer lugar, sería conveniente contar con una mayor cantidad de personas que se dediquen al proyecto, pues en ocasiones la labor del mismo rebasa las posibilidades de atención por parte de las personas encargadas. Asimismo, resulta relevante considerar la formación de un equipo en el que exista mayor interdisciplinariedad, en especial tomando en cuenta personas con perfiles en temas de administración, diseño gráfico, gestión, programación o evaluación social o pedagógica.

Como parte del punto anterior, de no ser posible la contratación de personas con dichos perfiles, entonces podría implementarse un plan de capacitaciones en los que las y los integrantes del equipo puedan obtener conocimientos básicos y habilidades sobre administración, diseño gráfico, evaluación, entre otras, y de esta manera contar con la preparación necesaria para funcionar como un equipo con conocimientos integrales.

Otra meta a atender y que podría trabajarse de manera gradual a mediano o largo plazo, es el diseño sistemático de actividades, en las que se definan criterios y estructuras básicas que caractericen las actividades de Matemorfofis. Esta sistematización podría resultar de utilidad para el entrenamiento y capacitación de nuevos integrantes, pues un documento bien estructurado facilita que estos nuevos integrantes puedan replicar la actividad.

Además, el diseño de actividades con una estructura bien definida que incluya objetivos claros, pasos a seguir y resultados esperados podría ser un instrumento para coadyuvar en la evaluación de impacto de la Coordinación, más allá de una evaluación cuantitativa.

Desde una visión de la gestión intercultural, resultaría interesante desarrollar propuestas de actividades de matemáticas en las que se desarrolle material lúdico tangible con uso destinado a contextos interculturales. A pesar de que podría considerarse que la Coordinación permite la interacción de la cultura científica y matemática con otras culturas de la sociedad, el diseño de material específicamente dirigido a contextos interculturales podría favorecer la apropiación social de la ciencia y la tecnología en comunidades indígenas o zonas vulnerables o subrepresentadas.

#### *Conocimientos relevantes obtenidos durante la experiencia profesional*

Los últimos años en los que he tenido la oportunidad de trabajar en Matemorfofis han resultado verdaderamente enriquecedores en distintos ámbitos. En primer lugar, el trabajar en la gestión de la Coordinación me ha permitido obtener aprendizajes acerca de los procesos administrativos y operativos para llevar a cabo proyectos, participar en convocatorias, elaborar informes técnicos y procurar la colaboración interinstitucional, especialmente entre instituciones de investigación y educación.

Por otro lado, el estar involucrada directamente en la divulgación científica ha ampliado mis conocimientos teóricos y prácticos sobre la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, sus tipos, modelos y enfoques, además de los elementos que la caracterizan. En especial, ha sido posible experimentar de forma práctica la implementación de productos de comunicación de la ciencia y la tecnología, incluyendo talleres, conferencias y productos audiovisuales. Asimismo, gracias a la participación en diversos congresos, encuentros y coloquios, he podido

adquirir una visión acerca del contexto de la divulgación científica en México, especialmente de la divulgación de matemáticas.

Aunado a lo anterior, me ha sido posible formar parte de procesos de diseño, implementación y evaluación de actividades de ciencia recreativa, con lo cual he construido y analizado conocimientos sobre principios de diseño y didáctica de la matemática, además de principios y algunos instrumentos de evaluación.

### *Sobre formación y experiencia profesional*

Respecto a mi formación en la Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales, me parece que los conocimientos obtenidos durante la Licenciatura me han permitido desenvolverme de manera adecuada en el ámbito de la divulgación, las instancias científicas y educativas, sobre todo al interactuar directamente con personas provenientes de una gran diversidad de contextos. Asimismo, la formación teórica recibida en el área terminal “Ciencia, Tecnología y Sociedad” me permitió contar con un panorama acerca de ciertos conceptos y realidades como la cultura científica, apropiación social de la ciencia, representaciones sociales de la ciencia, etcétera. Además, reconozco el valor de un gestor o gestora intercultural en la dinámica de las instituciones de ciencia, pues algunos teóricos, como León Olivé, mencionan que los sistemas tecnocientíficos requieren de mediadores que estrechen la brecha entre la comunidad científica y la sociedad en general.

Si bien la preparación teórica resultó excepcional, recomendaría que dentro del área de Ciencia, Tecnología y Sociedad se incluyera alguna materia relacionada al desarrollo de proyectos de comunicación pública de la ciencia en contextos interculturales. Además, recomendaría que se favorezca la interdisciplina al permitir a estudiantes de Ciencias Sociales y Humanidades tomar materias optativas de carreras científicas, y que estudiantes de carreras científicas puedan acceder también a algunas materias de Humanidades y Ciencias Sociales. Me parece que lo anterior permitirá que, en el futuro, las y los estudiantes que se desarrollen profesionalmente puedan acceder a puestos en los que la interdisciplina resulte un punto favorable a considerar.

# Referencias

---

- Bunge, M. (2018). *La ciencia: su método y su filosofía* (Vol. 1). Laetoli.
- Calvo, M. (2002) ¿Popularización de la ciencia o alfabetización científica? En *Revista Ciencias*. México: UNAM. 100-105
- Cordero, F., Zaldívar Rojas, J. D. (2012). Un estudio socio epistemológico de lo estable. Consideraciones en un marco de la divulgación del conocimiento matemático. México: CINVESTAV-IPN.
- De Guzmán, M. (1997) *Matemáticas y sociedad: acortando distancias*. En *Revista Números* No. 32. España: Madrid, 3-11
- Estrada Martínez, L. (1992). “La divulgación de la ciencia”. En *Revista Ciencias* No. 27. México: UNAM, 69-76
- Ferrer, A., León, G. (2017) *Cultura científica y comunicación de la ciencia*. Razón y Palabra: Núm. 65.
- Giddens, A. (1995) *Política, Sociología y T. Social*, Ed. Paidós, Barcelona.
- Giménez, G. (2005) *La cultura como identidad y la identidad como cultura*. México: UNAM.
- Jensen, E. The problems with science communication evaluation, *JCOM* 01(2014)C04.
- Lewenstein, B. (2003) *Models of Public Communication of Science & Technology*. USA: Cornell University.
- López Cerezo, J. A. (2005) Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor*, [S.I.], v. 181, n. 715, p. 351-362, oct. 2005. Disponible en: <<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/417/418>>.

Harris, M. (1981) *Introducción a la antropología general*. Madrid: Alianza Editorial.

INEGI. (2020) Censo de Población y Vivienda 2020.

Lévy Leblond, J. M. (2003) *Una cultura sin cultura. Reflexiones críticas sobre la cultura científica*. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS, vol. 1, núm. 1. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior: Buenos Aires. pp. 139-151.

López Cerezo, J. A. (2005) *Participación ciudadana y cultura científica*. Arbor, [S.I.], v. 181, n. 715, p. 351-362, oct. 2005. Disponible en: <<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/417/418>>.

Medina, M. y Kwiatkowsnka, T. (eds.) (2000) *Ciencia-Tecnología-Cultura del siglo XX al XXI*. Ciencia, Tecnología/Naturaleza, Cultura en el siglo XXI. Barcelona: Anthropos.

Medina, M. (2003). La cultura de la tecnociencia. Nuevas tecnologías y cultura. Disponible en: <<http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/CraTC%AAADF.pdf>>

Morales Tirado, M. y Vega Corona, A.. (2015). *Los procesos de divulgación y apropiación social de la ciencia y la tecnología: pasos hacia la construcción de la cultura científica en Guanajuato*. Guanajuato, México: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG).

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2001) *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: España.

Olivé, L. (2007) *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: ética, política y epistemología*. Fondo de Cultura Económica: México.



Olivé, L. (2005) *La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento*. Revista de la Educación Superior, vol. XXXIV (4), núm. 136, octubre-diciembre, pp. 49 – 63.

Olivé, L. (2011). *La apropiación social de la ciencia y la tecnología*, en “Ciencia, tecnología y democracia”, 113.

Olivé, L. (2009). *Divulgación y cultura científico-tecnológica iberoamericana*. OEI. Disponible en: [http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas\\_011.htm](http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas_011.htm)

Sánchez Mora, A. M. (2010) *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Xalapa, México: Universidad Veracruzana.

Sánchez Mora, A. M. (2016) *La divulgación de la ciencia como literatura*. Segunda edición. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

Thompson, J. B. (1998). *Ideología y cultura moderna*. México: UAM-X.

Quintanilla, M. A. (1998) *Técnica y cultura*. Teorema: Revista internacional de filosofía. Vol. XVII/3 Disponible en: <http://www.oei.es/historico/salactsi/teorema03.htm>

Quintanilla, M. A. (2010) La ciencia y la cultura científica. *ArtefaCToS*, vol. 3, n.º 1, diciembre pp. 31 - 48.

Vaccarezza, L. S. (2008). “Exploraciones en torno al concepto de cultura científica”. En FECYT, *Resúmenes del Congreso Iberoamericano de Ciudadanía y Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología*. Madrid. P. 110.

Vaccarezza, L. S. (2009) *Estudios de cultura científica en América Latina*. *Redes* [en línea]. Vol. 14, núm. 30. Universidad Nacional de Quilmes: Buenos Aires. pp. 75-103.

Villoro, L. (1996) *Creer, saber, conocer*. México: Siglo XXI.

Sagástegui Rodríguez, D. (2015) *Comunicación, cultura científica y tecnológica: transformaciones conceptuales y contextuales*, en *Comunicar Ciencia en México: discursos y espacios sociales*. ITESO, Guadalajara, México.

# Anexos

## Anexo 1. Memoria fotográfica







## Anexo 2. Talleres diseñados para la FIL Niños

Taller FIL Niños 2018, basado en el libro con el mismo título “El asesinato del profesor de matemáticas”.



---

### Taller FIL Niños: El asesinato del profesor de matemáticas

*MATEmorfosis de CIMAT*

#### **Presentación:**

El Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT) es un centro público de investigación del Sistema CONACYT. El CIMAT es una institución reconocida internacionalmente por la labor de investigación que realiza en distintas áreas de las matemáticas, probabilidad, estadística y ciencias de la computación. Asimismo, el Centro se dedica a la formación de recursos humanos de alto nivel, que desde sus diversos campos contribuyen al desarrollo tecnológico y científico del país. El Centro y su personal también brindan apoyo en la resolución de problemas que se presentan en el sector industrial privado, así como en el sector público.

Actualmente, el Centro cuenta con sedes en las ciudades de Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, Monterrey y Mérida, posibilitando que las actividades del Centro tengan un impacto a nivel nacional, atendiendo su vocación de vincularse continuamente con el entorno social, cultural y económico. Siendo un centro especializado en las matemáticas, ha sido posible observar que la “cultura matemática” de la sociedad no se encuentra en una situación ideal; la población no especializada carece de elementos para usar las matemáticas y sus ciencias afines, como herramientas para resolver problemas, desde un nivel personal hasta uno comunitario o de mayor escala. Atendiendo esta necesidad, el Centro aprobó la creación de la Coordinación de Divulgación y del Programa Institucional de Divulgación “MATEmorfosis”, el cual se encarga del diseño y ejecución de talleres y ferias de matemáticas recreativas, entre otras cosas, que ayudan a construir una imagen pública del CIMAT y a la vez cambiar la percepción pública de las matemáticas. Las actividades de la Coordinación están destinadas a público de todas las edades y niveles de escolaridad.



**Objetivos del Taller:**

- Estimular el pensamiento lógico-matemático a través de la lectura de una historia estructurada en retos matemáticos.
- Dar a conocer que existen libros sobre matemáticas que no necesariamente están destinados a las aulas de clase.
- Ofrecer una experiencia de primera mano del tipo de trabajo que realiza un matemático al enfrentarse a problemas de naturaleza lógica.

**Marco teórico-metodológico:**

Durante la ejecución de este taller, se espera utilizar la literatura como una herramienta para realizar divulgación científica, específicamente divulgación de las matemáticas. Antes de continuar, es conveniente resaltar lo que los autores entendemos por divulgación científica. La divulgación de la ciencia es un proceso en el cual el conocimiento científico se comunica de una manera sencilla y clara a uno o varios sectores de la sociedad en un ambiente informal, sin ser de gran importancia que el público no sea especialista en el tema a tratar.

A pesar de que, como lo indica Ana María Sánchez Mora, “aún no hay un acuerdo en cuanto a la existencia de una “teoría de la divulgación” (Sánchez Mora, 2010; p. 96), es preciso indicar que la divulgación de la ciencia es una actividad que dispone de una gran variedad de disciplinas del conocimiento, desde las ciencias exactas hasta las ciencias sociales, de manera que su realización puede concebirse como un conjunto de trabajos multidisciplinarios y convergentes. Tal convergencia ha hecho posible la delimitación de distintas (y, de nuevo, muy variadas) metodologías para la praxis misma de la divulgación.

A lo largo de los últimos años, los divulgadores de ciencia han tratado de enfrentar el reto que representa la divulgación de distintas maneras: por medio del diseño de talleres, conferencias, redacción de artículos de divulgación, o incluso de obras de teatro y cuentos para todo público. Esto demuestra que no es suficiente ser portador del conocimiento científico, sino que también es ampliamente necesario contar con un factor creativo, así como el conocimiento sobre el entorno social y el público diverso al que se destinarán las actividades.



Precisamente, una de las herramientas que sirve de forma ideal a la divulgación científica es la literatura, pues la humanidad se caracteriza, indudablemente, por la narración de historias para sobrellevar la existencia, construir la identidad y acceder a nuevos conocimientos.

La secuencia del taller se muestra a continuación:

1. Bienvenida.
2. Se pregunta a los asistentes: ¿A quién le gustan las matemáticas?
3. Presentación del CIMAT, MATEmorfosis, taller y talleristas.
4. Conformación de máximo 6 grupos de 3 ó 4 integrantes.
5. Asignación de un tallerista a cada equipo, con un máximo de 2 equipos por tallerista.
6. Explicación del objetivo de la actividad. Cada tallerista se asegurará de que todos los participantes comprendan la finalidad del taller.
7. Junto con la historia, se dará a conocer el primer acertijo que dará la primera pista. El tallerista preguntará si se entendió el problema.
8. Se dará un máximo de 15 minutos para resolver el acertijo, por lo que al minuto 8, el tallerista preguntará cómo les va con la solución, en caso necesario se brindará ayuda para que logren resolverlo.
9. Al resolver el acertijo 1, se les dará una pista que llevará a la solución final y se les entregará el acertijo 2. El tallerista preguntará si se entendió el segundo problema.
10. Se dará un máximo de 15 minutos para resolver el reto, por lo que al minuto 8, el tallerista pregunta nuevamente como les va con la solución, en caso de que no sea claro lo que están pensando, se les brindará apoyo.
11. Junto con la pista uno y la pista dos, los participantes podrán resolver el misterio principal, cada tallerista revisará el avance de cada grupo, y en caso de tener problemas para llegar la solución, se brindará ayuda de acuerdo al avance de cada equipo.
12. Cierre de la actividad. Dadas las respuestas obtenidas, se develará el misterio sobre el asesinato del profesor de matemáticas, concluyendo así la historia.

**Descripción del taller:**

Este taller tendrá una duración de 45 minutos y estará destinado a un máximo de 20 niños por sesión. Los participantes deberán tener de 10 años en adelante y se dividirá a los niños en máximo seis equipos de al menos tres integrantes.





El taller consistirá en la exposición de una historia central, la cual se dividirá en inicio, desarrollo y un desenlace. Durante el desarrollo de la historia, se plantearán dos acertijos matemáticos que los equipos tendrán que resolver de una forma lúdica, para posteriormente descifrar el misterio que se plantea en la historia central. Se busca que los participantes sean los protagonistas de la historia y que a la vez hagan matemáticas durante el transcurso del taller. Este taller representa una oportunidad para motivar a los niños a acercarse a la literatura, al conocimiento y a la habilidad de resolución de problemas a través de juegos.

#### **Historia central:**

La historia del taller está basada en el libro “El asesinato del profesor de matemáticas”, del autor Jordi Sierra i Fabra. Durante el inicio de la historia, el autor introduce a los tres personajes principales: Adela, Nico y Luc. Los tres son niños que cursan la primaria y tienen un problema en común: detestan las matemáticas y van a reprobado la materia. Su profesor, Felipe Romero, les otorga una segunda oportunidad para aprobar y, cuando los niños asisten a realizar su segundo examen, el profesor los sorprende con una serie de problemas y otra de pruebas de ingenio que deben resolver para descubrir al asesino de un profesor. Si los niños resuelven todos los problemas de manera correcta, podrán descubrir al asesino del maestro. Sin embargo, al día siguiente los niños asisten a la escuela y se sorprenden por un hecho escalofriante: de verdad le han disparado al profesor, y ellos son los encargados de resolver el misterio de quién es el asesino verdadero. De esta manera, las pruebas que el profesor había planteado como un juego se convierten en pistas reales para revelar al asesino.

#### **Segmentos narrativos:**

El taller se estructurará de acuerdo a los siguientes segmentos narrativos:

##### **Segmento1 : Inicio de la historia.**

En este segmento narrativo se introducirán los personajes principales, así como el conflicto principal del libro. En esta primera sección, el profesor de matemáticas, Felipe Romero, manda llamar a Adela, Luc y Nico (los únicos reprobados del salón) para darles una segunda oportunidad para aprobar, pero esta vez no con un examen, sino con una serie de acertijos con las que, supuestamente, resolverán un caso de asesinato. Al día siguiente, para sorpresa de los tres niños, se encuentran con un



profesor herido y moribundo que les pide encontrar al autor de su asesinato, entregándoles un sobre que contiene la primera pista del misterio.

**Actividad del segmento:**

Curación: 10 minutos.

Se formarán los equipos de máximo 3 participantes.

Durante este segmento se dará lectura en voz alta al inicio de la historia y se pasará a las mesas de trabajo.

**Resultados esperados de la actividad:**

Se espera que durante este segmento los participantes se familiaricen con los personajes y la trama de la historia, así como con los instructores del taller.

---

**Segmento 2: Primer acertijo.**

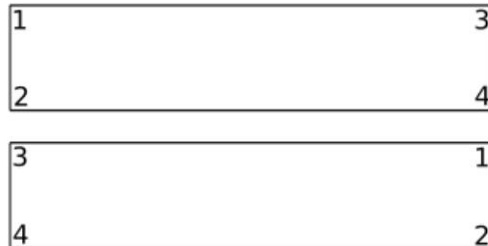
El segundo segmento narrativo corresponde a la primera parte del desarrollo de la historia. Incrédulos ante el asesinato de su profesor de matemáticas, Adela, Luc y Nico deciden resolver el misterio con las pistas que éste dejó a su disposición. Leen el primer problema, el cual, al solucionarlo, les da la primera pista para descubrir al autor del asesinato.

**Actividad del segmento:**

Duración: 15 minutos.

La actividad del segmento consistirá en resolver un acertijo con la banda de Möbius como recurso didáctico. Después de leer el fragmento correspondiente al segmento, se entregará el primer sobre a los participantes, así como el material necesario. El contenido de este primer sobre será el siguiente:

*ACERTIJO 1: Con la tira de papel dada (En el dibujo el anverso y el reverso se escriben de manera que en las esquinas coincidan el 1 con el 1, 2 con 2, etc.):*



Peguen los lados cortos de manera que hagan coincidir un par de números cuya suma dé el mismo resultado que la suma del otro par que se formó.

**¿Qué número obtuvieron como resultado de la suma? ¡Consérvenlo en la memoria, lo necesitarán para el siguiente acertijo!**

**PISTA PARA DAR CON EL SIGUIENTE SOBRE:**

Imagina que a cada letra del alfabeto le corresponde un número del 1 al 26. Descifra el siguiente mensaje:

4-5-2-1-10-16-4-5-12-1-13-5-20-1

**Resultados esperados de la actividad:**

Se espera que los participantes construyan un objeto matemático (banda de Möbius) al mismo tiempo que resuelven el acertijo. El resultado de la suma de los números será 5, pues los pares de números que se forman al pegar la banda de Möbius de manera correcta son (3, 2) y (4, 1). El número 5 es el resultado parcial de la solución final para dar con el nombre del asesino, pues es el primer número de la combinación del candado que contiene el nombre del autor del asesinato. El mensaje de la pista para dar con el siguiente sobre debe resultar en “DEBAJO DE LA MESA”, pues precisamente lo encontrarán debajo de la mesa de trabajo en la que se encuentran.

**Segmento 3: Segundo acertijo.**

El tercer segmento narrativo corresponde a la segunda parte del desarrollo. En esta sección, Adela, Luc y Nico pasan a resolver el problema final que les revelará la última



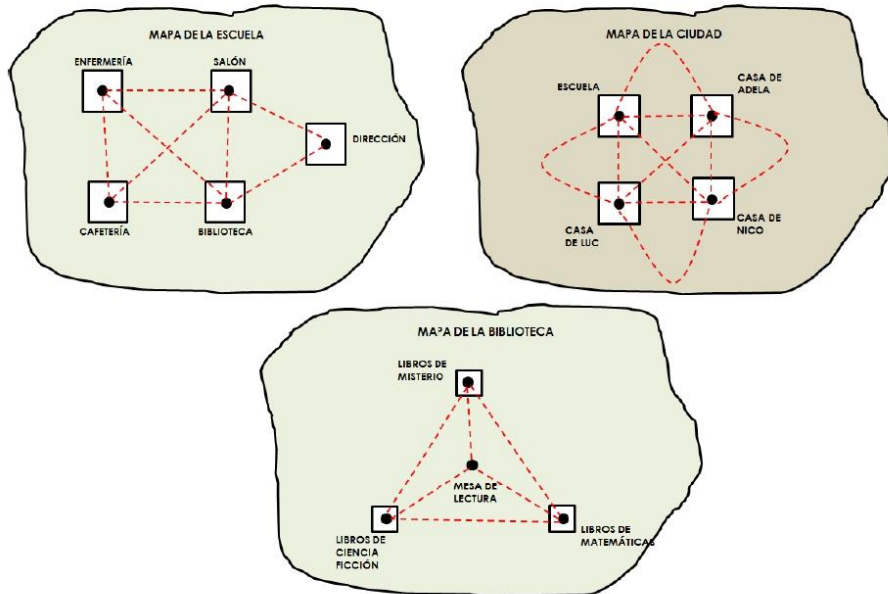
pista para resolver el misterio del asesinato. Pasan por mucha tensión, pero reúnen esfuerzos para lograr solucionarlo como un gran equipo.

**Actividad del segmento:**

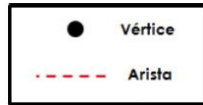
Duración: 15 minutos.

Después de descubrir que el sobre estaba bajo la mesa, podrán leer y resolver el último acertijo, el cual estará relacionado con teoría de grafos. El acertijo se presentará de la siguiente manera:

*ACERTIJO 2: Observen los siguientes mapas. Para cada mapa, ¿es posible trazar todo el camino rojo entre los puntos (vértices) de manera que no despeguen el lápiz del papel ni pasen dos veces por el mismo tramo (arista)? ¡Inténtenlo con una crayola y papel! ¡Pueden*



*empezar y terminar en los vértices que deseen!*



¿Pueden trazar todos los mapas de esta manera? ¿No? ¡Tal vez sea hora de contar cuántas aristas se unen en cada vértice!

Como pueden observar, el número de aristas que llegan a cada vértice puede ser un número **par** o uno **impar**.

Para descubrir el resto de la clave final, elijan uno de los dos mapas que no se pueden trazar sin despegar el lápiz y cuenten **cuántos números pares tiene**. Después observen el mapa que sí se puede trazar y cuenten **cuántos números impares tiene**. ¡Estos números son los últimos dos dígitos del candado!

#### **Resultados esperados de la actividad:**

Los participantes descubrirán que las respuestas del acertijo son el número 0 y el número 2, pues el mapa que no es posible trazar bajo las indicaciones tiene 0 números pares y el mapa que es posible trazar tiene 2 números impares. Durante esta actividad, los niños aprenderán a diferenciar entre vértice y arista, además de recordar cuáles son los números pares e impares. Como se menciona en el acertijo, los números obtenidos (0 y 2) serán los últimos dígitos del candado del cofre que contiene el nombre del asesino.

#### **Segmento 4:** Desenlace de la historia.

Después de haber dado respuesta a todos los problemas que el profesor había dejado para ellos, Adela, Luc y Nico descubren que el asesino del profesor es el director de la escuela, y, al correr a su oficina, encuentran al profesor Fepe vivo. Después de todo, el maestro les había jugado una broma para que los tres niños cambiaran su percepción sobre las matemáticas.



**Actividad del segmento:**

Duración: 5 minutos.

En esta sección, se espera que los niños cuenten con la información suficiente para abrir el cofre, cuya combinación es 5-0-2. Al abrirlo, encontrarán el siguiente trozo de papel:



Así, se dará lectura al final de la historia y los niños conocerán el desenlace inesperado, para posteriormente realizar una despedida y finalizar el taller.

**Resultados esperados de la actividad:**

Conocer el desenlace de la historia.

Despedida.

**Resultado global esperado:**

- Resolver un problema basado en la relación de una historia y un razonamiento lógico-matemático.
- Observar en los participantes mayor desenvolvimiento e iniciativa para resolver un problema.
- El resultado esperado es que los participantes descubran al asesino del profesor de matemáticas y que para ello hayan utilizado razonamiento lógico, resolviendo todos los acertijos de manera satisfactoria.



- Tener un incremento en el nivel de participación e involucramiento directo de todos los niños.

**Puntos de control del taller:**

*Evaluación del participante y retroalimentación del tallerista*

- Para realizar la evaluación del taller se establecerán ciertos indicadores que pueden deducirse mediante observación en la ejecución del taller.
- Durante el taller, se formularán preguntas sobre el avance al equipo y cada tallerista determinará si se está siguiendo el camino indicado para resolver el misterio. En caso de observar que el taller no tiene la continuidad deseada, se recurrirá a una estrategia para motivar a los niños o cambiar la actividad de forma emergente. Se evaluará como caso de éxito si el 66% o más de los equipos logran resolver la actividad principal.
- Las observaciones realizadas durante la ejecución del taller servirán de referencia para retroalimentar el taller cuando éste termine: se identificarán los puntos débiles o deficiencias para implementar una estrategia de mejora.

*Indicadores de la evaluación:*

- ¿Aproximadamente qué edades tienen los participantes?
- ¿Qué porcentaje de los participantes está participando en la resolución del problema?
- ¿Qué dificultad tienen los participantes para resolver el acertijo?
- ¿Los participantes están trabajando en equipo?
- ¿Los participantes comprenden el acertijo?

**Entregables:**

*Productos derivados*

1. A cada participante se le entregará un folleto guía, donde se encontrarán los cuatro acertijos preparados para el taller. Se prevé solucionar dos durante la actividad, de esta manera los niños podrán llevarse a casa los otros acertijos para continuar planteándose y resolviendo retos matemáticos.
2. Plantilla recortable con los experimentos lúdicos de matemáticas planteados en el taller.



3. A lo largo del taller, cada equipo tendrá a su disposición un cartoncillo de color y una caja de crayolas. Durante la ejecución del taller se motivará a los niños a utilizar este material como recurso de apoyo para resolver los acertijos planteados. Es decir, en este cartoncillo podrán realizar los dibujos y anotaciones que requieran para llegar a la solución de los acertijos. Se espera que en este cartoncillo se reflejen los procesos de resolución de los acertijos desde el punto de vista de los niños, pues serán dibujos o esquemas elaborados por ellos.

#### *Destino de los productos derivados*

1. Se invitará a los participantes a compartir los desafíos contenidos en el folleto guía con su familia, compañeros de escuela, amigos o profesores. De esta manera se espera que los productos puedan llegar tanto al hogar del niño como a su institución educativa.
2. La plantilla será fácilmente replicable, y se podrá descargar el archivo PDF en una liga contenida en el folleto, para poder seguir experimentando también fuera del taller.
3. Se espera que con los cartoncillos en las que los participantes realizaron todos los garabatos, operaciones o representaciones visuales del problema se pueda montar una exposición en la que se presente el acertijo y se muestre la manera en que los niños lo plasmaron en papel.

#### **Requerimientos del taller:**

##### *Mobiliario*

- 6 mesas para a lo más 5 personas o 3 mesas para 9 personas.
- 23 sillas

##### *Materiales de trabajo*

- 6 pintarrones de 30 cm x 50 cm aproximadamente
- 6 paquetes de 4 plumones de colores diferentes (por cada 3 talleres)
- 20 lápices
- 6 sacapuntas





- 20 tijeras
- 6 paquetes de 12 colores o crayolas
- 6 lápices adhesivos
- 1 paquete de 500 hojas
- 6 cofres que se puedan cerrar con un candado
- 6 candados de combinación numérica de tres números
- Al menos 6 cartoncillos tamaño doble carta (de color) por taller
- 50 tiras de papel de colores

*Personal (conductor principal, monitores por equipo)*

1. Mariana Camalla Cortés
2. Paulina de Graaf Núñez
3. Rocío González Sánchez

**Bibliografía:**

Sierra i Fabra, Jordi. (2000) *El asesinato del profesor de matemáticas*. España: Editorial Anaya.  
Sánchez Mora, Ana María. (2010) *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Xalapa, México: Universidad Veracruzana.  
Mapelli, Giovanna. (2004) "Estrategias lingüístico-discursivas de la divulgación científica". AISPI, Actas XXII.

**Responsable de la propuesta: Paulina de Graaf Núñez**

Taller FIL Niños 2018, basado en el cuento con el mismo título “El Gusano Medidor”.



**Taller: El Gusano Medidor**

MATEmorfosis CIMAT

**Presentación:**

El Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT) es un centro público de investigación del Sistema CONACYT. El CIMAT es una institución reconocida internacionalmente por la labor de investigación que realiza en distintas áreas de las matemáticas, probabilidad, estadística y ciencias de la computación. Asimismo, el Centro se dedica a la formación de recursos humanos de alto nivel, que desde sus diversos campos contribuyen al desarrollo tecnológico y científico del país. El Centro y su personal también brindan apoyo en la resolución de problemas que se presentan en el sector industrial privado, así como en el sector público.

Actualmente, el CIMAT cuenta con sedes en las ciudades de Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, Monterrey y Mérida, posibilitando que las actividades del Centro tengan un impacto a nivel nacional, atendiendo su vocación de vincularse continuamente con el entorno social, cultural y económico. Siendo un centro especializado en las matemáticas, ha sido posible observar que la “cultura matemática” de la sociedad no se encuentra en una situación ideal; la población no especializada carece de elementos para usar las matemáticas y sus ciencias afines, como herramientas para resolver problemas, desde un nivel personal hasta uno comunitario o de mayor escala. Atendiendo esta necesidad, el Centro aprobó la creación de la Coordinación de Divulgación y del Programa Institucional de Divulgación “MATEmorfosis”, el cual se encarga del diseño y ejecución de talleres y ferias de matemáticas recreativas, entre otras cosas, que ayudan a construir una imagen pública del CIMAT y a la vez cambiar la percepción pública de las matemáticas. Las actividades de la Coordinación están destinadas a público de todas las edades y niveles de escolaridad.



---

**Objetivos del taller:**

- Motivar la lectura a través de actividades basadas en el cuento “El Gusano Medidor”.
- Incentivar la lectura y la escritura mediante la asociación de palabras con imágenes de distintas partes del cuerpo y diferentes animales.
- Reforzar el concepto de medición de distancias.
- Estimular el pensamiento comparativo, orientado a realizar conversiones de unidades de medida.

**Marco teórico-metodológico:**

Durante la ejecución de este taller, se espera utilizar la literatura como una herramienta para realizar divulgación científica, específicamente divulgación de las matemáticas. Antes de continuar, es conveniente resaltar lo que los autores entendemos por divulgación científica.

La divulgación de la ciencia es un proceso en el cual el conocimiento científico se comunica de una manera sencilla y clara a uno o varios sectores de la sociedad en un ambiente informal, sin ser de gran importancia que el público no sea especialista en el tema a tratar.

A pesar de que, como lo indica Ana María Sánchez Mora “no existe la teoría de la divulgación en el sentido estricto del término” (Sánchez Mora, 2010; p. 96), es preciso indicar que la divulgación de la ciencia es una actividad que dispone de una gran variedad de disciplinas del conocimiento, desde las ciencias exactas hasta las ciencias sociales, de manera que su realización puede concebirse como un conjunto de trabajos multidisciplinarios y convergentes. Tal convergencia ha hecho posible la delimitación de distintas (y, de nuevo, muy variadas) metodologías para la praxis misma de la divulgación.

A lo largo de los últimos años, los divulgadores de ciencia han tratado de enfrentar el reto que representa la divulgación de distintas maneras: por medio del diseño de talleres, conferencias, redacción de artículos de divulgación, o incluso de obras de teatro y cuentos para todo público. Esto demuestra que no es suficiente ser portador del conocimiento científico, sino que también es ampliamente necesario contar con un factor creativo, así como el conocimiento sobre el entorno social y el público diverso al que se destinarán las actividades. Precisamente, una de las herramientas que sirve de forma ideal a la divulgación científica es la literatura,



pues la humanidad se caracteriza, indudablemente, por la narración de historias para sobrellevar la existencia, construir la identidad y acceder a nuevos conocimientos.

Secuencia de actividades:

1. Bienvenida.
2. Se pregunta a los asistentes: ¿A quién le gustan las matemáticas? Se continúa con un breve diálogo al respecto.
3. Se conforman los equipos, 4 equipos de 4 niños(as) cada uno, de la siguiente forma: Se reparten gusanos de colores para que los niños vean cómo son y se les pide que se reúnan con quienes tienen gusanos del mismo color.
4. Se asigna un tallerista a cada equipo. Es necesario que un instructor o asistente acompañe y brinde apoyo a cada equipo durante la duración total del taller.
5. Se presenta el cuento que se leerá y se ofrece una pequeña introducción sobre qué es medir. Se pregunta: ¿Qué utilizamos normalmente para medir distancias?
6. Se comienza a leer el cuento y los equipos reciben un ruiseñor de papel. La lectura se hará de forma cooperativa. Todos los niños tendrán una copia del texto para seguirlo. En este punto, los talleristas muestran a los niños el procedimiento para medir objetos utilizando los gusanos como unidad de medida. A partir de estas instrucciones y siguiendo la idea de la historia, los niños medirán la cola del ruiseñor, así como sus alas y su pico.
7. Con las medidas que obtengan llenarán la *Tabla 1*.
8. Para continuar con la historia, los niños también medirán con gusanos “la parte más bella” de cada una de las aves que aparecen en el cuento: un tucán, una garza, un pavo real y una cacatúa.
9. Con las medidas que obtengan llenarán la *Tabla 2*.
10. Finaliza la lectura del cuento.
11. Se plantea lo siguiente: ¿Qué pasaría si el ruiseñor les pidiera que midieran las partes hermosas de sus amigos? ¿Qué partes de su cuerpo usarían?
12. A continuación, los niños miden ave por ave con diversas partes de su cuerpo. Llenarán las tablas 3 a 6 para indicar cuántos(as) parte del cuerpo de nombre del niño(a) miden el pico del tucán, el cuello de la garza, la cola



- del pavo real y el copete de la cacatúa. De modo similar a lo visto en el punto 10, también escribirán cuántas unidades midió.
13. Se motivará a los niños a expresar sus resultados y a que los comparen entre sí. En conjunto, se concluirá que es muy importante que se utilice la misma unidad de medida para obtener resultados uniformes.
  14. Cierre de la actividad. Siguiendo lo leído en el cuento, uno de los talleristas cantará para que los asistentes midan su canto mientras salen del espacio destinado al taller.

#### **Descripción del taller:**

El taller tendrá una duración de 50 minutos y estará destinado a un máximo de 16 niños por sesión. Los participantes deberán tener entre 7 y 8 años y se dividirá a los niños en máximo 4 equipos de 4 integrantes cada uno.

El taller consiste en contar la historia completa "El Gusano Medidor", leyendo colectivamente y motivando asimismo la escritura de los participantes. En el transcurso de la lectura, los niños podrán experimentar con las medidas que tienen algunos animales comparados con el tamaño de un gusanito que ellos mismos tendrán y podrán manipular. Posteriormente se toma la misma trama del cuento para que los niños piensen cómo medirían si sólo tuvieran su cuerpo para utilizarlo como unidad. Podrán utilizar sus manos, sus dedos, sus pies, brazos, orejas o cabello. Concluirán que, aunque a veces puede parecer más práctico medir con ciertas partes de sus cuerpos u otros objetos, para poder llegar a un consenso y que se entienda a la perfección el tamaño de lo que medimos, es conveniente que todos utilicen la misma herramienta o unidad de medida.

#### **Historia central:**

La historia del taller está basada en el libro "El gusano medidor", de la serie de la colección "Para empezar a leer" del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE). El cuento narra la historia de un gusano que estaba descansando cuando, de repente, un rruiseñor presumido llega para comérselo. Para evitar que esto ocurra, el gusano lo convence de que puede medir la hermosa cola del rruiseñor. Después de medirla, el rruiseñor, emocionado, llama a sus amigas aves para que el gusano mida las partes más bellas de cada una. El gusano mide como lo pide el rruiseñor, quien no queda muy contento y, amenazándolo con comérselo, le pide una medición más al gusano: debe medir el canto del rruiseñor. Al principio,



el gusano se niega, pues sólo puede medir cosas, no canciones. Luego, le dice al ruiseñor que comience a cantar y que él medirá. El ruiseñor canta y el gusano empieza a alejarse. Llegan más animales a escuchar el hermoso canto y el ruiseñor se halaga y canta aún más lindo. Cuando el ruiseñor quiere encontrar al gusano para saber la medida de su canto, el gusanito ya no está, ha huido.

**Segmentos narrativos:**

**Segmento 1: El gusano y el ruiseñor.**

En este segmento narrativo se presenta a los dos protagonistas de la historia: el gusano y el ruiseñor. Después de que el ruiseñor amenaza al gusano con comérselo, el gusano le dice que puede ser de utilidad y decirle cuánto mide su hermosa cola.

Actividad del segmento:

Duración: 15 minutos.

Se entregarán gusanitos de colores a los niños para que se familiaricen con ellos y para que se agrupen dependiendo de los colores que han obtenido. Así se conformarán equipos de 4 participantes. Se dará lectura en conjunto y dramatizando con los materiales para motivar que los participantes se interesen por leer y por la historia en particular. Basados en el cuento, los niños medirán la cola, el pico y el ala del ruiseñor de papel. Llenarán la *Tabla 1* con los resultados que obtuvieron de sus mediciones.

Resultados esperados de la actividad: Se espera que los participantes muestren interés por la lectura y se sientan motivados en continuar con ella. Asimismo se desea observar trabajo en equipo por parte de los niños y que se familiaricen con la forma de utilizar a los gusanitos para medir. También será destacable que los participantes se familiaricen con los instructores.

TABLA 1 (Se llenará con calcomanías de gusanos y números).

Parte del ruiseñor	Mide	¿Con qué midieron?
Cola		Gusanos
Pico		Gusanos
Ala		Gusanos



### **Segmento 2: Midiendo amigos del ruiseñor.**

Se continúa con la lectura. El ruiseñor emocionado, le pregunta al gusano qué más puede medir. Por su propio bien, el gusano responde que puede medir cualquier cosa. El ruiseñor llama a sus amigos la garza, el tucán, el pavo real y la cacatúa, y le pide al gusano que mida la parte más hermosa de estas aves.

Actividad del segmento:

Duración: 10 minutos.

Además de seguir con la lectura dramatizada, se pide que los participantes opinen sobre cuál es la parte más bella de cada animal. Una vez que la determinan, los equipos van pasando a cada una de las cuatro bases, determinada por cada una de las aves. Miden y anotan en la *Tabla 2* las medidas que obtuvieron.

Resultados esperados de la actividad: Al solicitarles que ellos determinen qué parte es la más hermosa de cada una de las aves, se espera potenciar la creatividad e imaginación de los participantes con el fin de motivar la lecto-escritura. También será importante que los participantes dominen el método en que se están usando los gusanos para medir y que la convivencia y trabajo en equipo sea cada vez mejor. Los niños podrán puntualizar que ellos habrían medido otra parte de cada ave (una que ellos consideren más bella).

TABLA 2 (Se llenará con calcomanías de gusanos y números).

Parte del ave	Mide	¿Con qué midieron? Unidad
Cuello de la garza		Gusanos
Pico del tucán		Gusanos
Cola del pavo real		Gusanos
Copete de la cacatúa		Gusanos

### **Segmento 3: A medir con nuestros cuerpos.**

Se termina la lectura. El ruiseñor pide al gusano que mida lo más hermoso de él, que es su canto. El gusano menciona que no puede medir canciones, pero, al verse amenazado nuevamente, le dice al ruiseñor que cante y el medirá. El gusano empieza a caminar, como si estuviera midiendo. Se acercan otros



animales a escuchar el hermoso canto y el ruiseñor, halagado, canta cada vez mejor. El gusano aprovecha para alejarse más y más. Cuando el ruiseñor se percata, ya es muy tarde, pues el gusano ha huido. Se enfatiza la moraleja: el ser presumido no es lo mejor.

Actividad del segmento:

Duración: 20 minutos.

Se abre la siguiente discusión para que todos los participantes comenten: ¿Qué pasaría si el ruiseñor hubiera llegado directamente con ustedes? ¿Cómo medirían las partes del ruiseñor si sólo pudieran usar su cuerpo? Se llenarán tablas similares a las anteriores pero esta vez las unidades las elegirán los propios participantes al responder las preguntas anteriores.

Resultados esperados de la actividad: Las respuestas de los niños abrirán la oportunidad para que creen una historia similar a la del libro. Obtendrán la recomendación de que pueden crear sus propios cuentos basándose en otros que hayan leído.

Se espera que los participantes entiendan el concepto de medir como algo que pueden realizar creando sus propias herramientas o usando objetos poco convencionales.

Se desea que entre todos comenten ciertas comparaciones como: “4 gusanos miden lo mismo que 3 dedos”, obteniendo así un primer acercamiento a la conversión de unidad.

Tabla 3 (Se llenará con calcomanías de gusanos, partes del cuerpo y números).

Parte de la garza	Mide	¿Con qué midieron? Unidad
Cuello		Gusanos
Cuello		.....de .....
Cuello		.....de .....





Tabla 4 (Se llenará con calcomanías de gusanos, partes del cuerpo y números).

Parte del tucán	Mide	¿Con midieron?Unidad	qué
Pico		Gusanos	
Pico		.....de .....	
Pico		.....de .....	

Tabla 5 (Se llenará con calcomanías de gusanos, partes del cuerpo y números).

Parte del pavo real	Mide	¿Con midieron?Unidad	qué
Cola		Gusanos	
Cola		.....de .....	
Cola		.....de .....	

Tabla 6 (Se llenará con calcomanías de gusanos, partes del cuerpo y números).

Parte de la cacatúa	Mide	¿Con midieron?Unidad	qué
Copete		Gusanos	
Copete		.....de .....	
Copete		.....de .....	

**Segmento 4: Desenlace y moralejas.**

El cuento ha terminado. La narración que entre los talleristas y los participantes se desarrollará será que los niños deben imaginarse que ahora el presumido ruiseñor es uno de los talleristas, éste se pone a cantar y los participantes medirán con pasos su canto.

Actividad del segmento:

Duración: 10 minutos.

Antes de concluir con la dinámica de canto, los niños y talleristas platicarán sobre qué aprendizajes se han llevado. Se repasan tres principales “moralejas”:

- No ser tan presumido. Se hará poco énfasis pero se mencionará y se recibirán comentarios de los participantes al respecto.



- Leer y escribir abren un mundo maravilloso donde la imaginación es el límite. Los participantes podrán repasar cómo crearon una historia alterna al cuento. También mencionarán sus partes favoritas de la historia para que se puedan llevar una agradable experiencia de la lectura.
- Los aprendizajes que dejan los resultados escritos en las tablas. Dichos resultados no coinciden aunque se haya usado la misma parte del cuerpo pues no todos los participantes tendrán las mismas medidas corporales. Es importante destacar que, para que una medida sea objetiva y que signifique lo mismo para todos, es necesario que la unidad de medida sea idéntica siempre que se mida.

Por último, se hace la actividad de canto descrita antes.

Resultados esperados de la actividad: Se espera participación por parte de los niños para que comenten qué parte del cuento les gustó más. Respecto al llenado de sus tablas, se espera que los niños platiquen abiertamente de: sus resultados, qué tan fácil fue realizar las mediciones, qué tan diferentes fueron y porqué, ¿hay alguna forma de evitar que sean distintas? También se desea observar el interés de los participantes por crear más historias basados en algunas que lean previamente, motivando así la lecto-escritura.

Despedida.

#### **Resultados globales esperados:**

- Se espera observar interés y placer por la lectura del cuento elegido.
- Realizar medidas usando una unidad base.
- Entender que medir (distancias, en particular) puede hacerse con muchas cosas distintas. No necesariamente hay que usar una regla.
- Se espera que los participantes comiencen a convertir unidades, aún cuando éstas puedan ser partes de su cuerpo u objetos que comúnmente no se utilizan para medir.
- Se espera que los participantes aprendan que es muy importante y conveniente que se utilice siempre la misma unidad de medida para así obtener resultados objetivos y que signifiquen lo mismo para cualquiera.
- Tener un incremento en el nivel de participación e involucramiento directo de todos los niños.



**Puntos de control del taller:**

*Evaluación del participante y retroalimentación del tallerista:*

- Para realizar la evaluación del taller se establecerán ciertos indicadores que pueden deducirse mediante la observación en la ejecución del taller.
- Se observará si los participantes tienen alguna dificultad para medir distancias colocando los gusanos o las partes de su cuerpo. En caso de notar que no se tiene la fluidez deseada, se recurrirá a una estrategia para que se entienda cuál sería la mejor forma proceder. Se evaluará como caso de éxito si el 75% de los equipos consiguen todas las mediciones solicitadas.
- Las observaciones realizadas durante la ejecución del taller servirán de referencias para retroalimentar el taller cuando éste termine: se identificarán los puntos débiles o deficiencias para implementar una estrategia de mejora.

*Indicadores de la evaluación:*

- ¿Aproximadamente qué edades tienen los participantes?
- ¿Qué interés muestran los participantes en leer el cuento?
- ¿Qué dificultades tienen los participantes para realizar las mediciones?
- ¿Los participantes están trabajando en equipo?
- ¿Qué tanto se les facilita realizar las comparaciones que motivan la conversión de unidades?
- ¿Los participantes comprenden la conclusión de medir con una unidad de medida universal?



---

**Entregables:***Productos derivados:*

1. Los participantes llevarán consigo el gusano que utilizaron durante todo el taller.
2. También se repartirán las tablas que fueron llenadas por los participantes durante el taller, las cuales reflejan el progreso de lo que hicieron.
3. Se entregará un cuadernillo de tablas similares a las que llenaron en las que se observarán nuevas cosas que podrán medir en casa, escuela u otros sitios.
4. Se entregará una copia del cuento que se leyó.

*Destino de los productos derivados:*

1. El cuadernillo que reciben incluye también la invitación para que compartan las actividades que hicieron y las que les quedan pendientes con su familia, compañeros de escuela, amigos o profesores. De esta manera se espera que los productos puedan llegar tanto al hogar del niño como a su institución educativa.
2. Las tablas que podrán llenar en el cuadernillo incluirán instrucciones para que utilicen partes del cuerpo que a los participantes o a sus interlocutores se les ocurran. Se espera que las mediciones las puedan usar para comparar los tamaños de los objetos, animales o partes del cuerpo que se indican en el cuadernillo.

**Requerimientos del taller:***Mobiliario:*

- 4 Mesas cuadradas pequeñas
- Pintarrón pequeño
- 16 sillas acordes a las mesas (4 por mesa)

*Materiales:*

- Figuras de papel o lona: Ruiseñor, tucán, cacatúa, garza y pavo real
- 16 gusanos de foamy de aproximadamente 20 cm.
- Tablas a llenar



- 
- Lápices
  - Calcomanías con partes del cuerpo y gusanos

Personal: 4 talleristas

**Bibliografía:**

El gusano medidor. Versión escrita de Gloria Morales Veyra. Ilustración de Carlos Maltés. Edición: Consejo Nacional de Fomento Educativo. Colección "Para empezar a leer".

Sánchez Mora, Ana María. (2010) Introducción a la comunicación escrita de la ciencia. Xalapa, México: Universidad Veracruzana.

**Responsables de la propuesta:** Luis Islas Cruz y Paulina de Graaf Núñez

### Anexo 3. “Matemorfismos”



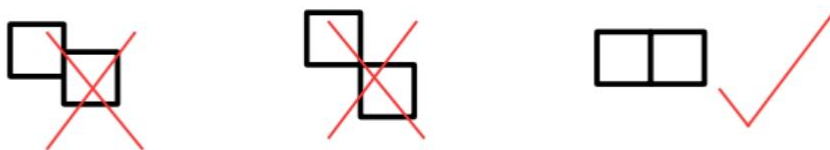
Video: ¿Qué son los poliminós?

<https://www.youtube.com/watch?v=LCAXPod6FCM&t=1s>

## Guión Poliminós:

### Poliminós

1. Saludo y bienvenida.
2. ¿Sabes cuántas figuras distintas puedes hacer con 6 fichas cuadradas?
3. En los años 50, un matemático llamado Solomon W. Golomb se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuántas figuras diferentes se pueden construir juntando fichas cuadradas que compartan completamente un lado? ¡Esta pregunta fue el origen de los poliminós!
4. Las figuras que se forman con cuadrados del mismo tamaño y que comparten lados completos, se llaman poliminós.



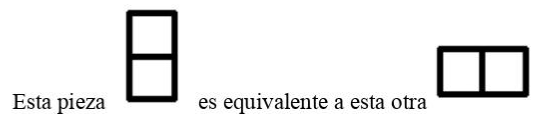
5. Cuando tienes únicamente un cuadrado, solo se puede acomodar de una manera y se le llama “monominó”.



6. Cuando tienes dos fichas, también solo se puede de una manera, se le llama “dominó”.



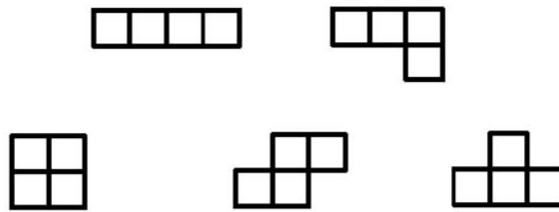
7. A efecto de manipular las piezas, consideraremos figuras equivalentes, o iguales, si cualquier par se puede hacer corresponder mediante una rotación o una reflexión. Por ejemplo:



8. Ahora veamos el caso de tres fichas cuadradas. Podemos observar que solamente hay dos maneras de acomodar tres cuadrados. Estas figuras se llaman “triminós”.



9. Con cuatro fichas, este ejercicio se vuelve aún más interesante, pues hay cinco figuras distintas que pueden armarse con cuatro fichas. Estas figuras se llaman “tetraminós”.



10. ¡Ahora te toca a ti! ¿Cuáles figuras diferentes puedes construir con 5 cuadrados, es decir, cuáles pentaminós puedes construir? Recuerda que las rotaciones o reflexiones cuentan como la misma figura. Una pista... ¡Son 12! Puedes poner pausa al video para intentar dibujarlas todas.
11. Ahora regresemos a la pregunta inicial: ¿Cuántas figuras distintas puedes hacer con 6 fichas cuadradas? Es sorprendente, ¡pues son 34!
12. Como vimos, hay un número de piezas que pueden formarse dependiendo de cuántos cuadrados tengamos. Algo sorprendente es que se sabe que, cuando tenemos 24 cuadrados, ¡obtenemos cientos de miles de millones de opciones para acomodarlos!

Monominó	1
Dominó	1
Triminó	2
Tetraminó	5
Pentaminó	12
Hexaminó	35
...	
Tetracosaminó	654 999 700 403

13. Los poliminós fueron popularizadas por un destacado divulgador de las matemáticas llamado Martin Gardner. A pesar de parecer algo sencillo, ¡nadie sabe cuántas figuras distintas pueden hacerse con 25 cuadrados o más! Es decir, se desconoce aún una fórmula que determine el número de formas diferentes de poliminós, con una cantidad determinada de celdas. Interesante, ¿no?
14. Despedida.



# Torres de Hanói



Cómo resolver las TORRES DE HANÓI 🗣️ (+leyenda) 🗣️ | MATEMORFISMOS 2

Video: Cómo resolver las Torres de Hanói

<https://www.youtube.com/watch?v=CIAQb3xbmzg&t=19s>

## Guión Torres de Hanói:

### Torres de Hanói

1. Saludo y bienvenida.
2. ¿Sabías que en este mismo instante hay unos monjes trabajando para destruir el mundo? ¡Eso dice la leyenda de las Torres de Hanói! Este rompecabezas fue creado por el matemático francés Edward Lucas en 1883.
3. La leyenda cuenta que en el principio de los tiempos se les entregaron 64 discos de oro a los monjes de un templo, ubicado en la ciudad de Benarés, India. Todos los discos tenían diferentes diámetros y fueron ordenados de mayor a menor, con el disco de mayor diámetro en la base. La tarea asignada a los monjes fue la siguiente: transferir los 64 discos de uno de los tres postes a otro, con la restricción que un disco nunca puede ser colocado arriba de otro cuyo diámetro sea menor y solo se puede mover uno a la vez. Los monjes tienen que trabajar día y noche, y, en cuanto terminen el trabajo, el templo se convertirá en polvo y el mundo se desvanecerá del universo. (Este párrafo es muy largo, tal vez puede acortarse o eliminarse).
4. Repasando la leyenda, las reglas de este rompecabezas consisten en lo siguiente:
  - a. Tienes una torre con cierto número de discos en un poste, además de otros dos postes.
  - b. El objetivo del rompecabezas es mover todos los discos de un poste a otro.
  - c. Solo puedes mover un disco a la vez.
  - d. No puedes colocar un disco más grande sobre uno más pequeño.
5. Así que... ¡Intentémoslo! ¿Puedes hacer tu propia torre de Hanói con el material que tengas en casa e intentarlo con nosotros!
6. Una manera de abordar este problema es ver una versión más pequeña del mismo. Por ejemplo, podemos intentar con una torre de tan solo 3 discos.  
(Explicación de cómo resolver torre de 3 discos)
7. Si los monjes tienen 64 discos, ¿cuánto tiempo tardarán en terminar el trabajo? ¡Averigüémoslo!
8. Se muestran los movimientos requeridos para torres de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 discos.
  - a. Si tenemos una torre de un disco, solo debemos realizar un movimiento para resolver el rompecabezas
  - b. Si tenemos 2 discos, nos tomará 3 movimientos.
  - c. Como vimos, para completar una torre de 3 discos, nos tomará 7 movimientos.
  - d. Completar la tabla como se muestra a continuación (solo hacer de forma práctica las torres de 1 a 3 discos, las demás ir las completando en pantalla).

Número de discos	Números de movimientos
1	1
2	3
3	7
4	15
5	31
6	63

9. Fijémonos el número de movimientos... Tenemos 1, 3, 7, 15 y 31... Quizás esta sucesión no te diga mucho, pero, ¿qué tal si le sumamos 1 a cada número? Resulta 2, 4, 8, 16 y 32. ¿Has visto esa sucesión antes? ¡Así es, son las potencias de 2! Es decir, aquellos números que se obtienen al multiplicar 2 por sí mismo cierto número de veces.

Número de discos	Números de movimientos
1	$1+1=2$
2	$3+1=4$
3	$7+1=8$
4	$15+1=16$
5	$31+1=32$
6	$63+1=64$
$n$	$2^n-1$

10. Podemos conjeturar que para  $n$  discos, el total de movimientos será  $2^n-1$ .
11. Ya que demosremos esto, podemos concluir que el número de movimientos para una la torre de 64 discos de los monjes es  $2^{64}-1$ , que es igual a 18 446 744 073 709 551 615 (dieciocho trillones, cuatrocientos cuarenta y seis mil setecientos cuarenta y cuatro billones, setenta y tres mil setecientos nueve millones, quinientos cincuenta y un mil seiscientos quince).
12. Si suponemos que cada movimiento toma solo un segundo, ¿cuántos días o años serán esta cantidad de segundos? ¿Serán unos días? ¿Un par de años? Resulta que todos esos segundos equivalen a ¡585 000 000 000 de años!
13. Así que... ¡Ni tú, ni tus hijos, ni los hijos de tus hijos, ni los hijos de los hijos de tus hijos deben preocuparse!
14. Despedida.

## Anexo 4. “Cuentos para el científico que llevas dentro”



<http://online.flipbuilder.com/xcrf/nvlg/mobile/index.html#p=1>

# Anexo 5. Discurso y diagrama de flujo de la actividad “Cubo Soma”

## Discurso Cubo Soma

1. Bienvenida. Se presenta el tallerista y el nombre de la actividad.
2. Se pregunta al público si conocen el rompecabezas.
  - 2.1. En caso de que lo conozcan:
    - 2.1.1. Pedir que lo describan brevemente. Y asegurarse que saben que se trata de un rompecabezas en tercera dimensión. Se les pregunta si conocen el origen, en caso de que sí, pasa al punto 3, en caso de que no, pasa al 2.2.2.
  - 2.2. En caso de que no lo conozcan:
    - 2.2.1. La actividad consiste en un rompecabezas en tercera dimensión, de 7 piezas hechas por 3 o 4 cubos pegados de cierta manera. Se espera poder construir diferentes retos usando todas las piezas.
    - 2.2.2. Contar como nació este rompecabezas. Durante una conferencia de física cuántica dada por físico alemán Werner Heisenberg (quien formuló el principio de incertidumbre), el danés Piet Hein concibió este rompecabezas, en 1936, de la siguiente manera:

En algún momento de la conferencia, Heisenberg estaba hablando de un espacio dividido en cubos, y en ese momento en la imaginación de Piet Hein surgió una idea de un curioso teorema de geometría. La idea consistía en que si tomas todas las figuras “irregulares” que se pueden formar combinando no más de 4 cubos, del mismo tamaño, y las unes por sus caras, estas figuras se pueden acomodar de tal manera que formen un cubo más grande.
    - 2.2.3. Anécdota extra: el nombre Cubo Soma, sale del libro un mundo feliz de Aldous Huxley. Pues Piet se volvió tan adicto y se ponía tan feliz de resolver los retos del nuevo rompecabezas que lo llamó como la droga que le dan a la gente en esta utopía degenerada para que se mantenga feliz.
3. Se presenta el material al público, se les muestra como se ve uno desarmado y uno armado en forma de cubo.
4. Se pregunta al público tienen claro lo que es un cubo, en caso de que sí, se pasa al siguiente punto, en caso de que no:
  - 4.1. Definición de cubo. Es una figura (hexaedro regular) formada por 6 caras cuadradas iguales, donde el lado de cada cuadrado debe de medir lo mismo. Una forma de construirlo es haciendo una base en forma de cuadrado y luego rellenar hacia arriba de tal forma que la altura tenga la misma medida que el lado del cuadrado de la base.
  - 4.2. Asegurarnos que los participantes pueden decir cuando algo es un cubo y cuando no lo es. Hacer dos o tres ejemplos de cubos y no cubos. Si ya entendió, pasar al punto 5, en caso de que no:
  - 4.3. Si el público es muy joven (menor a 10 años) o no tiene habilidad espacial, y no logran entender lo que significa un cubo, se pasará al PLAN B, que se encuentra después del punto 15.
5. Explicar el reto, que consiste en formar un cubo con las 7 piezas diferentes del rompecabezas.

6. Preguntar si alguien tiene alguna duda con respecto a lo que se tiene que hacer. En caso de si tene, regresar al punto 4. En caso de que no, pasar al punto 7.
7. Si hay más Cubo Somas disponibles que personas, pasar al punto 8, en caso de que no:
  - 7.1. Pedir que se repartan de forma equitativa en cada Cubo Soma disponible y juegen por turnos, o bien, que regresen en unos minutos que vuelva a comenzar la actividad.
8. A modo de presentación de las 7 diferentes piezas, nos aseguramos que todos tengan un rompecabezas completo. De una a una van preguntando a todos los participantes si tienen las piezas. Aquí es un excelente momento para contar que las piezas son policubos, pues están formados por cubos pegados por una cara completa. Que una buena manera de empezar a resolver el reto es contando cuantos cubos conforman las 7 piezas y deducir cuanto tiene que medir el lado para que nos alcancen.
9. Se dejará que los participantes empiecen a resolver el reto y ver que tipo de dificultades presentan.
10. En este punto, veremos si pudieron o no reolver el reto.
  - 10.1. En caso de que logró resolver el reto, preguntamos si siguió alguna estrategia.
    - 10.1.1. En caso de que sí siguió una estrategia, se discute y vemos si es la misma que nosotros proponemos. Después se pasa al punto 14.
    - 10.1.2. En caso de que no, le pediremos que escuché la estrategia que proponemos y que lo vuelva a intentar para ver si algo fue diferente. Pasar al punto 11.

En caso de que no haya podido resolver el reto, ver si la dificultad reside en la definición de cubo, en caso de que sí, regresar al punto 4. En caso de que no, ir al punto 11.

11. Las piezas de este rompecabezas están formadas por varios cubos. Observar su forma te ayudará a resolver cada reto. ¿Esto que quiere decir? Aunque no existe una estrategia infalible para resolver este reto, una muy buena para armar las figuras en general es notar que existen tres piezas que no importa como las acomodes, van a tener altura y se verán más “irregulares” (Si el participante se interesa en saber a que se refiere con irregulares, ver el punto 14.2). Hay que usar las que sobran para rellenar huecos. En particular la pieza formada por 3 cubos es la más fácil de acomodar, por lo que es mejor dejarla hasta el final o usarla a menos que sea indispensable.
12. Dejaremos que los participantes exploren de nuevo el reto, pero ahora con la estrategia, observaremos si siguen teniendo dificultades.
13. Si lograron resolver el reto, pasaremos al punto 14, en caso de que no, iremos al PLAN B (que se encuentra después del punto 15).
14. Ver la cantidad de público. En caso de que haya gente esperando, se pasará al punto 15. De lo contrario:
  - 14.1.1. Se le preguntará a los participantes si quieren otro reto, en caso de que no, se pasa al punto 15. En caso de que sí:
    - 14.1.2. Aquí daremos una breve explicación de como se construyeron las figuras. Como mencionamos antes, cada pieza del rompecabezas es un policubo, es decir dos cubos pegados por alguna de sus caras. El cubo Soma esta formado solo por tri-

cubos (tres cubos) y tetra-cubos (4 cubos). Y son todos los que se pueden formar de manera que sean irregulares o no convexos, que quiere decir que si tu te tomas dos puntos en cualquier parte de las piezas y te imaginas una línea recta que los une, al menos un cachito de recta debe caer fuera de la piezas.

14.1.3. Daremos a escoger otro reto entre los 10 disponibles.

15. Cierre de la actividad, se despide la actividad asegurándonos que todos lograron hacer el primer reto, se les invita a seguir participando en las demás actividades del Festival y que le den "me gusta" a las páginas de fb.

PLAN B. Este plan es para gente muy joven, con habilidad espacial nula.

B.1 Esta sección, en vez de dejarlos que intenten formar un cubo, el tallerista los irá guiando paso a paso para construir el cubo.

B.2 De una a una, se les pide a los participantes que vayan reconociendo cada una de las 7 piezas.

B.3 El instructor empieza a resolver el reto, de tal forma que todos vayan siguiendo sus pasos con su propio rompecabezas

B.4 Es importante decir que las piezas de este rompecabezas están formadas por varios cubos. Observar su forma te ayudará a resolver cada reto. ¿Esto que quiere decir? Aunque no existe una estrategia infalible para resolver este reto, una muy buena para armar las figuras en general es notar que existen tres piezas que no importa como las acomodes, van a tener altura y se verán más "irregulares". Hay que usar las que sobran para rellenar huecos. En particular la pieza formada por 3 cubos es la más fácil de acomodar, por lo que es mejor dejarla hasta el final o usarla a menos que sea indispensable.

B.5 Una vez que lo hicieron siguiendo al instructor, que lo intenten solos y si no lo logran, volver a hacerlo con ellos. Después pasar al punto 14.

## Cubo Soma

### Diagrama de flujo

