



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD
LEÓN**

TEMA:

**ESTRATEGIAS DE ACERCAMIENTO A LA POBLACIÓN ADULTA DE
ZONA RURAL Y/O VULNERABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA
CATARINA, GUANAJUATO, EN EL MARCO DE LA DIVULGACIÓN DE LA
MATEMÁTICA Y LA CIENCIA**

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:

ROSALINA GONZÁLEZ MEDINA

TUTORA:

DRA. ARLENE ISKRA GARCÍA VÁZQUEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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:

**ESTRATEGIAS DE ACERCAMIENTO A LA POBLACIÓN ADULTA DE
ZONA RURAL Y/O VULNERABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA
CATARINA, GUANAJUATO, EN EL MARCO DE LA DIVULGACIÓN DE LA
MATEMÁTICA Y LA CIENCIA**

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:

ROSALINA GONZÁLEZ MEDINA

TUTORA:

DRA. ARLENE ISKRA GARCÍA VÁZQUEZ



RECONOCIMIENTOS

A la Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, y al cuerpo docente que conforma este singular programa académico, que durante tres años me otorgó las bases y fundamentos que erigieron mi perfil profesional y, ante todo, que motivaron y coadyuvaron al desarrollo de un pensamiento realmente crítico, reflexivo, propositivo y humanista en mi persona, impulsando un profundo interés en la cultura, sus complejas aristas y procesos transformadores de la sociedad.

Al *Programa Nacional de Becas para la Educación Superior (PRONABES)*, que en conjunto con la UNAM me hicieron acreedora a una beca durante mis estudios de licenciatura, así como al programa de becas de excelencia de Colgate y Ah-Kim-Pech, que ayudaron sobremanera mi estadía como estudiante foránea en la universidad.

Al *Programa de Estudiantes Instructores (PEI)* de la ENES León, que me permitió reforzar los conocimientos propios de mi licenciatura y compartirlos con las nuevas generaciones de estudiantes de Desarrollo y Gestión Interculturales, además del apoyo económico que me fue brindado por la realización de las actividades concernientes al mismo.

Al *Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT)*, de la ENES León, en donde realicé mi Servicio Social Universitario, participando como auxiliar de investigación de campo en el proyecto de “La dinámica económica y cultural de la Zona Metropolitana de León, Guanajuato”, a cargo de la Dra. Susana Suárez Paniagua y la Dra. Arlene Iskra García Vázquez. Esta experiencia me ayudó de manera importante a nutrir mis habilidades de investigación y a observar la manera adecuada y pertinente de tratar la información obtenida de varios actores sociales durante el trabajo de campo.

Por último, al *Programa de Vinculación con los Exalumnos*, de DGOSE-UNAM, por el invaluable apoyo obtenido a través de su Beca de Titulación, del que fui beneficiaria.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, José Antonio y Rosalina, quienes ya no estarán más a mi lado, pero cuya innegable ausencia los hace más presentes que nunca, en mi memoria, en mi carne y en mi palabra al mundo; sé que así será hasta el día que les dé alcance. Sería menos que nada sin su continuo empuje y su peculiar e inigualable manera de hacerme enfrentar la adversidad, la incertidumbre y la dicha. Por ustedes culmino esta etapa, y abro la puerta a una bifurcación infinita de caminos en los que sé ustedes mirarán por mí, como lo hicieron desde el momento en que me erigí como persona en este mundo.

A mi hermanita, Antonieta, por su continuo apoyo, compañía y abrazo desde siempre, pero, especialmente, desde que ambas quedamos en el naufragio de la orfandad. Sin ella no habría podido visualizar la vida como la veo ahora, con esperanzas, sueños y metas aún por cumplir.

A mi adorada amiga Lucila, quien desde el inicio de la licenciatura confió y creyó incesantemente en mí, me ayudó a abrirme paso profesionalmente y me brindó su soporte y cariño en los momentos más duros de estos últimos años. Le agradezco tanto estar y ser para mí.

A la Dra. Iskra García, por su inigualable mentoría y orientación en este proceso de titulación y, ante todo, por despertar en mí el amor a la filosofía y a los estudios CTS. Le agradezco en demasía su paciencia y motivación para dar fin a esta etapa.

A mis estimados maestros de la licenciatura: Susana, Gonzalo, Claudia, Miguel y Demetrio. Cada uno de ustedes me proporcionó distintas herramientas para abrirme paso académicamente, pero también su invaluable consejo y su experiencia, los cuáles hasta el día hoy rememoro y aprecio como el primer día. Asimismo a la Dra. Paulina Uribe Morfín, que aceptó ser mi sinodal para este proceso.

Por último, a la Dra. Berta Gamboa de Buen, quien me abrió las puertas a mi primer trabajo formal en CIMAT y me acercó de una manera increíble al mundo de la divulgación científica. Gracias por siempre apoyarme y ofrecerme su consejo y escucha mientras trabajé con usted; sin su apoyo este informe no existiría. Sin la oportunidad que usted me brindó y la confianza que tuvo en mí, mi crecimiento como profesional y ser humano no sería el mismo.

*Ventanas de mi cuarto,
cuarto de uno de los millones en el mundo que nadie sabe quién son
(y si lo supiesen, ¿qué sabrían?)
Ventanas que dan al misterio de una calle cruzada constantemente por la gente,
calle inaccesible a todos los pensamientos,
real, imposiblemente real, cierta, desconocidamente cierta,
con el misterio de las cosas bajo las piedras y los seres,
con el de la muerte que traza manchas húmedas en las paredes,
con el del destino que conduce al carro de todo por la calle de nada.*

*Álvaro de Campos,
Tabaquería (Fragmento).*

ÍNDICE

RECONOCIMIENTOS.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE	6
INTRODUCCIÓN.....	8
<i>Los estudios CTS y la comunicación pública de la ciencia</i>	8
MARCO TEÓRICO.....	10
<i>La ciencia y su imagen pública</i>	10
<i>Difusión, divulgación y comunicación de la ciencia</i>	11
PANORAMA DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN GUANAJUATO.....	16
<i>La divulgación de la ciencia en el Estado de Guanajuato</i>	16
<i>La divulgación de la ciencia en el municipio de Santa Catarina</i>	18
CONTEXTO SOCIAL Y CULTURAL DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA	19
<i>Geografía, demografía, economía, educación y sanidad</i>	19
<i>Dimensión cultural de Santa Catarina</i>	22
DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y RETROALIMENTACIÓN DE ALGUNAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS REALIZADAS POR MATEMORFOSIS DE CIMAT EN SANTA CATARINA	24
<i>Bandas de Möbius (Estudiantes de primaria)</i>	24
<i>Reglas de fracciones (Estudiantes de primaria)</i>	26
<i>Reglas de fracciones (Estudiantes de secundaria)</i>	28
<i>Banda de Möbius, plática sobre los posibles primeros proceso de contabilización y memorama de plantas tradicionales (Adultos)</i>	30

EVALUACIÓN SOCIOCULTURAL DE LAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DIRIGIDAS A LA POBLACIÓN ADULTA DE ÁREA RURAL Y VULNERABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA	36
<i>La divulgación de las matemáticas y la ciencia en contextos rurales y/o vulnerables: atención al adulto</i>	38
CONCLUSIÓN.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y RECURSOS VIRTUALES.....	47
ANEXOS.....	48
<i>Galería fotográfica de actividades de divulgación de las matemáticas realizadas por Matemorfosis de CIMAT</i>	48

INTRODUCCIÓN

Los estudios CTS y la comunicación pública de la ciencia

En la actualidad, la preocupación por las prácticas científicas y tecnológicas, así como por sus implicaciones éticas y morales, han tomado amplia fuerza. Este interés se ha visto representado por el surgimiento de nuevos campos de estudio, basados en un enfoque multidisciplinario, cuyo fin es un análisis más profundo sobre la manera en que ciencia, tecnología y sociedad encuentran un espacio en común. Así, la evolución de las dos primeras se ha consolidado históricamente como parte fundamental en el desarrollo de las sociedades. No es posible, entonces, concebirlas de manera aislada a la realidad social, como anteriormente se proponía, y es un hecho que cada vez se vuelve más necesario el estudio y evaluación de su práctica y organización.

La responsabilidad social de las instituciones científico-tecnológicas, es un tema relativamente reciente para los estudios sociales y culturales, en donde las particularidades de los grupos sociales a quienes la ciencia y la tecnología se dirigen, son génesis y punto de partida para lograr una real y eficaz comunicación de la ciencia y tecnología. Así pues, a finales de 1960, la filosofía de la ciencia, al mismo tiempo que otras disciplinas pertenecientes a áreas de las ciencias sociales y humanidades, comienzan a desarrollar especial interés en la manera en que la ciencia ha construido sus vínculos con una sociedad a la que difícilmente se rinde cuentas, por lo que principalmente en Estados Unidos y Europa se da el surgimiento de los *Science, Technology and Society Studies (STS)*, o bien, *Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (ECTS)* dentro de Iberoamérica.

Los estudios CTS se han posicionado en la actualidad como una manera más amplia y profunda de analizar la forma en que la democracia científico-tecnológica se hace expresa a nivel social. Acompañada de estudios sociológicos, políticos y económicos, la filosofía de la ciencia somete a evaluación el desempeño de la ciencia, más allá de su sentido unidireccional y esencialista (López-Cerezo, 1999: 219), enfocándose en las repercusiones políticas, ambientales y culturales que implica el cambio científico-tecnológico.

El cambio académico de la imagen de la ciencia y la tecnología es un proceso que comienza en los años 70 y que hoy se halla en fase de intenso desarrollo. Se trata de los estudios CTS. La clave se encuentra en presentar a la ciencia-tecnología no como un proceso o actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo en su funcionamiento óptimo, sino como un proceso o producto inherentemente social donde los

elementos no técnicos (por ejemplo valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en su génesis y consolidación (López-Cerezo, 2009: 22).

Con base en lo anteriormente señalado, la actividad científica y tecnológica se desarrolla en contextos socioculturalmente determinados y, a su vez, éstos últimos se ven afectados ya sea indirecta o directamente por tal actividad. Por tal motivo, es un derecho ciudadano el que los sistemas científicos y tecnológicos participen en un continuo diálogo con la esfera social, a través de la *comunicación pública de la ciencia*.

(La comunicación de la ciencia) se trata de una obligación cívica. Si un buen científico debe tener la capacidad suficiente para enseñar a otros científicos, también debe poner en acto la responsabilidad social de participar al público en el hecho de la ciencia. Esto se debe hacer sin manipulaciones, sin simplificaciones. La ciencia es de todos (...) Se debe dar importancia a lo local, porque allí es donde se produce el intercambio entre la ciencia y el público receptor. Allí se genera el contacto. No se puede pensar a la ciencia sólo en términos de políticas nacionales o multinacionales, a gran escala.¹

El reciente enfoque de la comunicación pública de la ciencia, como se manifiesta en la propuesta del análisis aquí presentado, hace referencia a una dimensión más amplia de la comunicación del quehacer científico-tecnológico hacia los distintos grupos o sectores que conforman una determinada sociedad, ya que justamente su valor recae en la calidad de su proceso, es decir, en la manera en que la información y conocimiento compartido es sometido a análisis y discusión entre ambas partes participantes, con el fin de ajustarse a las propias necesidades y requerimientos de estos grupos y sectores sociales, sin perder de vista los propios intereses de la comunidad científico-tecnológica. Es así que esta forma de comunicación de la ciencia y la tecnología se manifiesta como un diálogo, una interacción bilateral.

¹ Quintanilla, Miguel Ángel Quintanilla. *Entrevista. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana*.

Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Recurso consultado en línea el 19 de agosto de 2018 en:

http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas_060.html

MARCO TEÓRICO

La ciencia y su imagen pública

Antes de ahondar en el panorama general de la divulgación de la ciencia en el Estado de Guanajuato, conviene desentrañar qué se entiende por ciencia y el por qué de la importancia de la imagen pública de ésta para la sociedad, ya que se vuelve necesario observar los vínculos que entre ambos entretienen, con el de fin enlazarlos con la dimensión sociocultural, que interesa en este trabajo. Por tanto, ahondaremos en las propuestas teóricas más importantes al respecto.

Para el mexicano León Olivé, la ciencia no tiene una única manera de ser entendida, ya que existen gran variedad de definiciones. Para él, no se puede conceptualizar y concebir a la ciencia de manera rigurosa, puesto que existen diferentes perspectivas o imágenes de la ciencia, y todo depende del punto de vista desde que tal es observada. Sin embargo, es posible ofrecer una definición con base en la actividad científica, su método y su organización. Señala Olivé:

Las ciencias constituyen una parte de la realidad social y consisten en un complejo de actividades, de creencias, de saberes, de valores y normas, de costumbres, de instituciones, etc., todo lo cual permite que se reproduzcan ciertos resultados que suelen plasmarse en teorías científicas, en modelos, y en otros productos que contienen los llamados conocimientos científicos, así como otros saberes que se usan para transformar el mundo (Olivé, 2000: 27).

La ciencia, pues, se puede definir a través de tres imágenes sustanciales: la científica, la filosófica y la pública. En el estudio aquí presentado, las tres perspectivas son igual de importantes para comprender la manera en que la ciencia interactúa con la dimensión social; a su vez, las tres están ampliamente relacionadas. Primeramente, la imagen científica hace referencia a la forma en que la propia comunidad científica, desde dentro, observa sus prácticas, actividades y tareas, instituciones y fines, así como los instrumentos que utilizan para llegar a tales objetivos y los resultados obtenidos.

Por otro lado, la imagen filosófica de la ciencia hace una revisión desde fuera de la ciencia misma, a través del análisis de su racionalidad, su ética, el cambio y transformación de sus paradigmas, así como su organización social e institucional. La sociología de la ciencia y la filosofía de la ciencia son dos disciplinas que analizan estas facetas de la ciencia.

La imagen pública de la ciencia, la cual es ampliamente importante dentro de este informe, corresponde a la forma en que la ciencia es comunicada públicamente, es decir, a la imagen que la ciencia forja socialmente. Dentro de esta imagen, es fundamental la labor de los comunicadores

públicos de la ciencia, y de los medios que la ciencia utiliza para hacer del conocimiento social su actividad y práctica. Desde esta perspectiva, la imagen pública de la ciencia es fundamental para definir la manera en que la comunidad científica se ha vinculado con la sociedad guanajuatense.

Difusión, divulgación y comunicación de la ciencia

Con frecuencia, las concepciones de difusión, divulgación y comunicación pública de la ciencia son entendidas como actividades similares en el ámbito académico e institucional, pero cabe aclarar que tanto su proceso como la finalidad de su práctica son totalmente diferentes. Sin embargo, todas forman parte de un proceso comunicativo dentro de la dimensión científica, por lo que se vuelve requisito reflexionar acerca de las conceptualizaciones y enfoques en que las tres se sitúan, derivado de que, especialmente, los términos de comunicación pública de la ciencia y divulgación de la ciencia serán utilizados continuamente a lo largo de este trabajo.

Primeramente, la noción de *difusión* de la ciencia, se entiende como “la propagación del conocimiento entre especialistas y constituye un tipo de discurso diferente, (ya que) contiene un conjunto de elementos o signos propios de un discurso especializado y una estructura que se constituyen en factores clave a la hora de su evaluación” (Espinosa, 2010: 5).

Entendido en otras palabras, difundir científicamente consiste en poner a disposición el conocimiento ante un público más específico, es decir, cuando en un sentido horizontal es dirigido a pares o expertos en la comunidad, un grupo calificado y competente en un campo determinado (Ramírez, 2012: 27). De tal forma que la difusión ostenta un papel imprescindible durante la validación del conocimiento científico entre los mismos integrantes de la comunidad científica, ya que otorga un espacio de reconocimiento, crítica y evaluación de su labor entre un público experto en determinado campo del saber.

Luis Estrada², reconocido físico y divulgador de ciencia mexicano, reconoce que la dimensión científica tiene como uno de sus procesos fundamentales la difusión, y señala que es un evento caracterizado por la participación de conocimientos en los grupos dedicados a las labores de la ciencia, y donde los participantes justamente hacen uso de un lenguaje común. Una reunión de sociedades científicas utiliza este tipo de interacción.

² Estrada, Luis (2014). *La comunicación de la ciencia*. Revista Digital Universitaria. Vol. 15, No. 3. Recurso consultado en línea el 2 de septiembre de 2017 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num3/art18/>

En relación a la definición de *divulgación*, es necesario acudir a su significado más básico, desde los orígenes del término. “(Divulgación) es hacer público algo, difundir entre el común de las personas, poner a disposición de todos alguna cosa, idea, información, expresión, sentimiento” (Zamarrón, 1995:10).

Así pues, en un primer momento, la divulgación científica puede ser concebida como el proceso de informar y comunicar, desde la esfera de la comunidad científica, un determinado y accesible conocimiento científico a particulares sectores públicos de la sociedad.

Es así que la divulgación de la ciencia tiene por objetivo y fin llevar cierto conocimiento a un público determinado, que, a diferencia de los integrantes de una comunidad científica bien establecida, puede estar familiarizado o no con tal conocimiento; asimismo, las estrategias comunicativas girarán alrededor del tipo de público que se tiene por objeto abordar, y la meta de tal fin informativo será precisada por el propio divulgador.

Complementando lo anteriormente mencionado:

La divulgación de la ciencia y la tecnología consiste en un proceso que busca difundir entre las audiencias, al emplear o no los medios de comunicación social, el trabajo científico-técnico-tecnológico a través de mensajes –impresos, audiovisuales y digitales- y empleando un lenguaje claro y conciso. Este proceso se promueve a través de los medios masivos o interpersonales, como ferias y museos, con fines culturales y tiene la condición de hacerse fuera de los espacios escolares (Quiñones, 2011: 2).

En relación a lo expuesto por Quiñones, la divulgación de la ciencia involucra un proceso altamente creativo, y de continua innovación en sus estrategias, ya que dependiendo del público seleccionado, será la forma en que se diseñen las actividades y/o eventos divulgativos. Esto implica el diseño de talleres, conferencias, visitas a museos de ciencia, vídeos, etc., siempre atendiendo al nivel de conocimiento científico previo del público objeto, ya que de ello su éxito dependerá.

Asimismo, la *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura* (UNESCO, por sus siglas en inglés) en su carácter de organismo internacional con amplia experiencia en el tema, refiere que “(...) los museos, festivales, exposiciones, concursos, campamentos temáticos y carteles llamativos dedicados a la ciencia son algunos de los medios para mejorar la adquisición de conocimientos científicos básicos en una sociedad, en particular entre los niños y jóvenes que cada vez desdeñan más las carreras científicas”³.

³ UNESCO. *Educación. Divulgación*. Consultado en línea el 5 de enero de 2017 en:

<http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/science-and-technology/popularization/>

Desde esta perspectiva, la divulgación de la ciencia podría observarse hacia un fin más educativo o de alfabetización/popularización científica, a través de medios incluso lúdicos, que faciliten la labor de difusión de ciertos contenidos temáticos, pero dirigidos a un sector de la población concreto, en este caso, infantes y jóvenes en edad escolar, los cuales pueden hallar interés en una carrera científica a futuro a través de la motivación adyacente a los contenidos impartidos, y con los cuáles se planea atraer su atención de forma estratégica. Es así que la divulgación de la ciencia, dentro de sus objetivos fundamentales y desde este enfoque, pareciera no estar directamente dirigida a todo sector de la sociedad, sino a públicos muy particulares.

Sin embargo, nuevas propuestas teóricas enmarcadas en los estudios CTS, desde un enfoque filosófico y social, han comenzado a hacer uso de *comunicación pública de la ciencia*, como un término más extenso y complejo que el de divulgación científica (y que justamente inserta a esta última como una actividad elemental dentro de la comunicación pública de la ciencia), ampliando la manera en que los sistemas científicos se vinculan con la sociedad, y otorgándoles con ello una responsabilidad ética innegable dentro del proceso de desarrollo de la cultura científica en todo sector social, como en este caso atañe, la población adulta, tanto de área urbana o rural.

Para Stekolschik, Gallardo y Draghi (2007: 165), la comunicación pública de la ciencia (CPC), es una actividad reciente y de amplia diversificación, que ha trascendido a un nivel multidisciplinario por el interés que promueve entre distintos campos del conocimiento (lingüística, sociología, comunicación social, política científica y educativa, etc.). Como los autores señalan, citando a Calvo (2007: 165), una de las principales funciones atribuidas a la comunicación pública de la ciencia es informar y compartir conocimiento científico a los ciudadanos, de tal manera que puedan responder de mejor manera a la realidad social y enfrenten los desafíos que impone la actualidad.

En relación a lo anterior, Erazo Pesántez (2007: 17) apunta de manera concisa:

La ciencia y la tecnología son productos de la creación humana y su aporte es fundamental para el desarrollo de los pueblos. Tienen un cometido social y, para cumplirlo, deben ser comprendidas por todos, no solo por científicos. Para fomentar la comprensión pública de la ciencia, conviene promover más cultura científica en el público general y una participación más activa, por parte de los científicos, en las preocupaciones de la vida cotidiana. Este cambio se logra con la aplicación de políticas científicas adecuadas y con la Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología (CPCT).

Para esta autora, la comunicación pública de la ciencia, enmarcada bajo adecuadas políticas científicas y gubernamentales, es parte fundamental del mejoramiento concerniente al desarrollo humano, económico y político de las sociedades. Erazo Pesántez señala que la CPC, aún más dentro de sociedades en vías de desarrollo, debe ser responsabilidad social de la comunidad científica, ya que la ciencia que no se comunica simplemente no existe para el ciudadano, aun cuando hoy en día, ésta se consolida fuertemente como motor del progreso e innovación.

Dentro del panorama concerniente a México, diversos estudios se han fundamentado en la relevancia de la comunicación pública de la ciencia, debido a la necesaria transformación de la labor divulgativa, en aras del mejoramiento social:

La comunicación pública de la ciencia es una responsabilidad social que no excluye la realización de productos y actividades concretas orientadas a divulgar ciertos conocimientos o procesos en particular, pero que debe tender a objetivos más amplios, que incluyan proyectos encaminados a construir una cultura científica de planeación social y prevención de riesgos, que contribuyan efectivamente a incorporar el conocimiento científico a la práctica cotidiana y al quehacer colectivo (Herrera Lima, 2004:2).

Olivé (2018) complementa esta propuesta de comunicación pública de la ciencia al enfatizar qué tan imprescindible es que la sociedad desarrolle una confianza en la ciencia y su proceder, para que realmente pueda hablarse de una apropiación social del conocimiento científico: “Es fundamental que se transmitan los contenidos de una manera accesible, pero tan importante como eso es que el público comprenda por qué debemos confiar en la ciencia. Esto incluye entender los métodos científicos y saber cuáles son los procedimientos para aceptar las teorías científicas”⁴.

De esta forma, el proceso de comunicación pública de la ciencia se presenta como un enfoque más adecuado para los sectores sociales con características rurales (si bien el proceso de comunicación de la ciencia va dirigido a todo sector social), ya que éstos requieren de más información particular y específica para entender de qué forma la ciencia se vincula con sus vida y por qué es importante y confiable en el mismo sentido, para lo cual es necesario un proceso de diálogo entre todos los actores involucrados, tal como señala Estrada (2013): “En el caso de la comunicación de la ciencia, lo esencial es el intercambio de conocimientos, el diálogo aclaratorio, la discusión de lo tratado, las sugerencias para su mejoría y la conversación profunda que ayude a la comprensión del conocimiento científico...”⁵

Sin embargo, para entender el grado en que la comunicación pública de la ciencia puede tener repercusiones dentro de una sociedad y, más específicamente, dentro de un público determinado (como en este caso, la población adulta dentro un contexto rural), se debe tomar en cuenta que tanto comunicadores de la ciencia como la población objeto a la que se han de dirigir, son grupos sociales con características socioculturales bien definidas, donde destacan sus esquemas de pensamiento, así como sus determinados marcos normativos y valorativos (axiológicos).

⁴ Olivé, León. *Entrevista: El desarrollo científico y tecnológico no tiene un camino predeterminado, lo tiene que decidir la sociedad*. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana. OEI. Consultado en línea el 19 de agosto de 2018 en:

https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/entrevistas_011.htm

⁵ Estrada, Luis. (2013). *La comunicación de la ciencia*. Consultado en línea el 5 de enero de 2017 en:

<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num3/art18/>

La divulgación de la ciencia en México lleva un gran trayecto en la historia del quehacer científico. Sin embargo, los verdaderos esfuerzos de los científicos interesados en hacer llegar el conocimiento de la ciencia a la sociedad, no se hicieron tangibles hasta la década de los años sesenta del siglo pasado, con la conformación de los primeros museos de ciencia y, ante todo, las primeras publicaciones literarias de divulgación científica. Esto señalan Tagueña, Rojas y Reynoso (2006), al hacer un recuento de los orígenes de la divulgación científica en México:

La divulgación de la ciencia en nuestro país tiene una larga historia, que se remonta a la época de la colonia. Sin embargo, podemos identificar el inicio de la época actual en la década de los sesentas. Corresponden a esta época la publicación de revistas como *Física y Naturaleza* de la UNAM, *Ciencia y Desarrollo e Información Científica y Tecnológica* del CONACyT y la revista *Chispa* para niños.⁶

⁶ Tagueña, J., Rojas, C. & Reynoso, E. (2006). *La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina*. Memorias del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. OEI. Consultado el 11 de noviembre de 2017, en www.oei.es/historico/memoriasctsi/simposio/simposio04.pdf

PANORAMA DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN GUANAJUATO

La divulgación de la ciencia en el Estado de Guanajuato

Con base en lo anteriormente mencionado, se decidió abordar en este informe la temática de la comunicación pública de la ciencia en el Estado de Guanajuato, ya que se trata de una situación escasamente estudiada, y más en relación a la población adulta de área rural que habita en la entidad

La comunicación pública de la ciencia en Guanajuato, entendida con frecuencia bajo el término más generalizado de *divulgación de la ciencia*, muestra la desconexión existente entre las instituciones científicas y particulares sectores sociales, puesto que su actividad se configura principalmente para atender a un público considerado pertinente al conocimiento transmitido; es decir, que tal público tenga una serie de características que lo hagan apto y susceptible para recibir tal información y contenido de las temáticas comunicadas, y responda en adecuada forma a las mismas. En el caso de la divulgación de la ciencia en zonas rurales, y dirigida a adultos (que para fines de este estudio tomaremos a individuos que oscilen entre 40 y 65 años de edad), se percibe una inadecuación de los programas de divulgación de la ciencia, es decir, una ausencia de pertinencia cultural en los mismos.

Por este motivo, la divulgación de la ciencia se centraliza mayoritariamente en entornos en los que la población tiene un cierto nivel académico, y se dirige especialmente a infantes y jóvenes cursando educación básica y media superior, quienes generalmente pertenecen a entornos urbanos; de esta forma, se pretende propiciar el interés por una vocación científica en este sector poblacional. Siendo esto así, no hay un interés fuerte en dirigir tales prácticas comunicativas a los sectores adultos de la población. Esto se ve intensificado al abordar las áreas rurales del Estado de Guanajuato, en especial aquéllas que son consideradas vulnerables y/o marginadas, donde difícilmente la población adulta cuenta con los estudios básicos para ser sujetos pertinentes de las actividades y contenidos de divulgación científica dirigida a los estudiantes anteriormente descritos, y, justamente por ello, tales sectores son abordados de forma inadecuada en los proyectos de divulgación científica estatales.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2035 (Tomo III, p. 39) del Estado de Guanajuato, se define a la divulgación de la ciencia y la tecnología como un aspecto clave y línea de acción para la innovación en Guanajuato, señalando que ésta debe ser entendida como el quehacer de “incidir en

una comunicación y difusión de la ciencia y la tecnología con el objetivo de atraer a un mayor número de jóvenes hacia las carreras científicas y tecnológicas”⁷.

De la misma forma, y reafirmando la definición gubernamental anterior, la Estrategia II “Impulso a la Educación para la Vida”, del programa de Gobierno 2012-2018 del Estado de Guanajuato, en el Proyecto Específico PE-II. 4.3, “Divulgación de la ciencia y la tecnología”, tiene por objetivo motivar las vocaciones científicas en los alumnos de educación básica, media superior y superior.⁸

Delimitando de esta forma la población atendida, la oportunidad de ser individuo receptor de adecuadas prácticas de divulgación de la ciencia dentro del medio rural guanajuatense, en condiciones de bajo o nulo nivel educativo, y viviendo bajo esquemas culturales tradicionales específicos, es mínima:

Casi tres cuartas partes de las acciones de divulgación se enfocan a escolares en grupo, y un 20% al público en general (...) Respecto a la población que se atiende según los tipos urbano o rural, la proporción de atención es la misma que guarda la población en el estado, en este sentido (78% urbana y 22% rural).⁹

Esta brecha se intensifica según la región geográfica, siendo los municipios más desfavorecidos aquellos que se encuentran lejanos a los grandes corredores industriales y a las principales ciudades del estado (las cuáles cuentan con una importante actividad productiva en servicios), y que por tanto presentan características ampliamente rurales. Así pues, no es posible hablar de una actividad adecuada de comunicación pública de la ciencia, desde el momento en que se establecen una variedad de criterios que desplazan a la población adulta de las comunidades rurales del estado, como público pertinente de los programas y estrategias de divulgación de la ciencia.

Por ello se expresa el interés primordial de realizar esta propuesta de estrategias para mejorar el proceso de comunicación de la ciencia, analizando y reflexionando sobre la labor de la divulgación de la ciencia en el Estado de Guanajuato, y como esto se relaciona con el desarrollo de una cultura científica en la población adulta de las comunidades rurales de la entidad, con el fin de observar en qué medida la desvinculación entre la comunidad científica estatal y un enfoque cultural en el desarrollo de políticas públicas en ciencia, ha tenido por consecuencia un inadecuado proceso de comunicación del conocimiento científico a este sector de la sociedad, y, por tanto, esto ha repercutido en dificultades de apropiación social del mismo en los adultos del medio rural de Guanajuato.

⁷ CONCYTEG (2013) *Programa Estatal de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología de Guanajuato 2013-2018*, p. 16

⁸ *Ibíd.*, p. 17.

⁹ *Ibíd.*, p.42.

La divulgación de la ciencia en el municipio de Santa Catarina

Esta propuesta de estrategias de acercamiento a la población adulta de área rural y/o vulnerable dentro del municipio de Santa Catarina, Guanajuato, en el marco de la divulgación de las matemáticas y la ciencia, tiene su origen en la serie de actividades de divulgación de la ciencia que el Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT), así como su grupo especializado en el área, “Matemorfosis”, desarrollaron durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y mayo de 2015, dentro de la región geográfica correspondiente al noreste del Estado de Guanajuato, principalmente en el municipio de Santa Catarina.

De tal forma que este documento se presenta como un análisis de las actividades de divulgación de la ciencia dentro de una zona no urbana del Estado de Guanajuato. El análisis se desarrolla desde un enfoque cualitativo, el cual toma en cuenta elementos sociales, económicos, culturales, demográficos, educativos, etcétera, de la comunidad objeto de estudio; asimismo, se tiene como también como fin mejorar una pequeña parte de los resultados obtenidos por CIMAT y el grupo de divulgación de las matemáticas “Matemorfosis”, en el cuál participé como auxiliar en los talleres de divulgación de la ciencia dirigidos a infantes y jóvenes de educación básica y media superior del municipio de Santa Catarina, así como a adultos en proceso de alfabetización y aquéllos que participaron dentro de las actividades de la fiesta patronal de la comunidad, en donde Matemorfosis llevó a cabo eventos de divulgación científica.

En la primera parte de este informe, se hace una breve descripción del municipio de Santa Catarina, presentando sus principales características sociodemográficas, educativas, de salud y cultura, con la finalidad de conocer el contexto social de la población objeto de estudio y, si es posible, analizar cómo estas condiciones sociales influyen en la aplicación de estrategias de divulgación de la ciencia, cómo se lleva a cabo este quehacer divulgativo, así como de qué manera se toma en cuenta al contexto sociocultural de la comunidad o no al llevarlo a cabo.

Posteriormente, se realiza una descripción y análisis de las actividades de divulgación realizadas en el municipio de Santa Catarina, nuevamente haciendo énfasis en la dimensión sociocultural de la población atendida, que se manifiesta como el pilar desde el que parten las estrategias de la divulgación de la ciencia que aquí se proponen, con el fin de mejorar los mecanismos de comunicación de la ciencia en este tipo de quehacer, y reducir las dificultades que actualmente se observan al atender a población adulta de área rural con o sin educación básica previa.

Por último, se expone una conclusión del trabajo obtenido durante el tiempo que trabajé con “Matemorfosis” como parte de estas prácticas profesionales, que manifiesta el aprendizaje y experiencias de valor obtenidos en el lapso de trabajo con este grupo de divulgación científica.

CONTEXTO SOCIAL Y CULTURAL DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA

Geografía, demografía, economía, educación y sanidad

El municipio de Santa Catarina se encuentra al noreste del Estado de Guanajuato, limitando con los municipios de Victoria y Xichú al norte, con el Estado de Querétaro al este, Tierrablanca al Sur y Dr. Mora al sureste. Su extensión territorial corresponde al 0.64% de la superficie total del Estado, y su división territorial es determinada por 45 pequeñas comunidades, donde destacan Paredes (223 hab.), Ortega (213 hab.), Corral Falso (181 hab.) y El Tablón (178 hab.).

Es un municipio cuyos terrenos son predominantemente montañosos, debido a que la región geográfica se encuentra dentro de la Sierra Gorda. El clima es semi-cálido, y esto es visible en su vegetación, donde abundan las cactáceas y matorrales. De igual forma, las características del suelo determinan que la tercera parte del mismo sea destinado a la agricultura y a la ganadería de subsistencia: de un total de 16,109.06 hectáreas, 560.61 hectáreas son laborables, 14,928.17 hectáreas son de uso pecuario, 82.57 hectáreas son suelo urbano y 527.71 hectáreas no tienen ningún uso.¹⁰

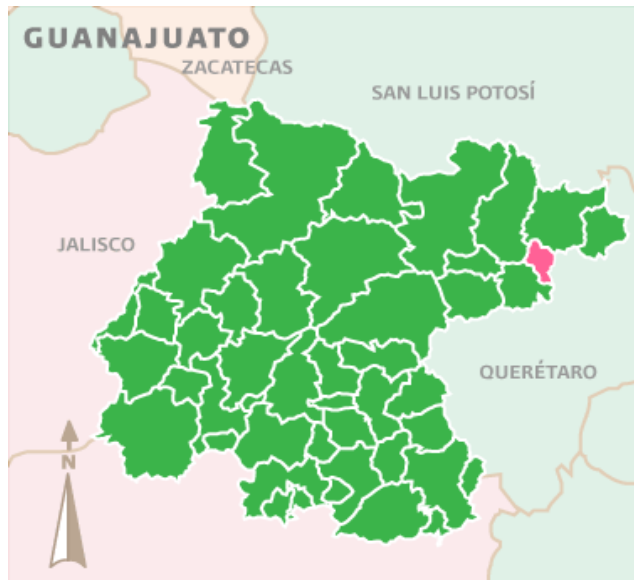


Figura 1. Localización del municipio de Santa Catarina dentro del Estado de Guanajuato¹¹

¹⁰ Fuente: INAFED. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios/1_1034a.html

¹¹ Fuente: INAFED. Imagen obtenida de la *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios/1_1034a.html

En relación a las actividades productivas de la población (5120 hab.), se deriva que la mayor parte del municipio sea de carácter rural. Las diversas localidades se interconectan entre sí y la cabecera municipal a través de caminos vecinales¹².

En uno de los principales y pocos documentos que refieren información importante al municipio de Santa Catarina para consulta pública, el autor, Antonio Rojo López, señala:

“Se puede pensar que las condiciones económicas y sociales en el municipio eran mejores antes que ahora. Relativamente menos personas tienen ahora empleo fijo y sigue siendo elevada la proporción de familias con bajos niveles de ingreso”¹³.

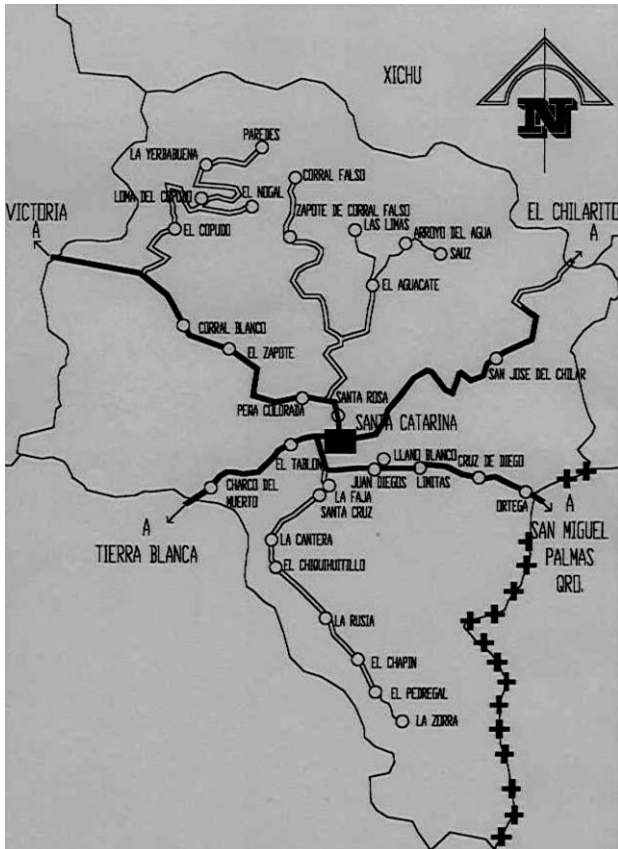
Aún cuando la población se dedica al sector agropecuario, éste no representa un considerable ingreso para la misma, debido a la depreciación de esta actividad en los últimos años. La agricultura de subsistencia y temporal se manifiesta como la principal actividad productiva en las pequeñas localidades, lo que ha promovido el flujo migratorio hacia ciudades cercanas dentro del país o en la más delicada situación, a Estados Unidos. Esto es perceptible dentro de los hogares del municipio de Santa Catarina, donde al menos la tercera parte de ellos involucra la jefatura femenina ante la ausencia de la figura masculina en la familia, como consecuencia del fenómeno migratorio.

La población total de Santa Catarina, hasta el censo de 2010, indicaba 2,401 hombres y 2,719 mujeres. La población con edad entre 15 y 29 años, representa el 25.0% de la población, y la población mayor a 60 años, un 12.4 % de la totalidad de habitantes del municipio. Esto significa que la mayor parte de los pobladores de Santa Catarina la conforman infantes y adultos menores de 60 años. Al menos la mitad de la población puede considerarse como económicamente activa (PEA).

En lo referente al aspecto educativo, hay un total de 38 instituciones, que abarcan desde nivel preescolar hasta nivel medio superior, la mayoría asentadas en las comunidades rurales adyacentes a la cabecera municipal. La tasa de alfabetización entre la población de 15 a 24 años es del 98.8 %. Hasta 2010, había 140 habitantes con algún grado profesional, y el promedio de escolaridad entre la población mayor de 15 años es de 6 años cursados. De igual forma, solo existe una biblioteca municipal.

¹² Rojo López, Antonio (2010). *Santa Catarina. Monografía de mi pueblo*. Gobierno del Municipio de Santa Catarina. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en: <http://www.santacatarina.gob.mx/conocenos/monografia.pdf>

¹³ Fuente: INAFED. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guajuato/municipios/1_1034a.html



La mayoría de la población es derechohabiente de alguna institución de salud, pero el personal médico se limita a 15 personas y las unidades médicas a tres. Hasta 2010, 622 familias eran beneficiarias de los programas gubernamentales de desarrollo social, dentro de 38 de las 45 comunidades existentes en Santa Catarina. Las tres principales unidades médicas se encuentran en las localidades del Tablón, el ejido de Paredes y en la Rusia. Es de esta forma que ante complicaciones más graves de salud, los derechohabientes deben trasladarse a las poblaciones o ciudades más cercanas, entre las que destacan Querétaro, San Luis de La Paz, San Miguel Allende, Guanajuato y León, que en general se ubican a tres o cuatro horas del municipio de Santa Catarina.

Figura 2. Mapa de Santa Catarina, dividido en sus respectivas localidades¹⁴

La cabecera municipal dispone, entre otros, de los siguientes servicios, anexándose al educativo: agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público, limpia y recolección de basura, pavimentado, jardín, seguridad pública, panteón municipal, casa de la cultura, auditorio municipal, telefonía, correo, tianguis, tienda Diconsa, transporte urbano, gasolinera, casas de cambio y cajas de ahorro popular. Sin embargo, la problemática municipal (y regional) de dispersión de la población en pequeñas localidades rurales, es aún más grave observándose desde la perspectiva de la disponibilidad de servicios básicos en los centros de población.¹⁵

Cabe destacar que sólo 1,522 personas son usuarias de energía eléctrica en el municipio, concentradas mayoritariamente en la cabecera municipal; es por las anteriores características que el municipio se ubica como el segundo más pobre del Estado de Guanajuato, tan solo precedido por Atarjea.

¹⁴ Fuente: INAFED. Imagen obtenida de la *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios/1_1034a.html

¹⁵ *Ibid.*

Dimensión cultural de Santa Catarina

Como señala Antonio Rojo López en el trabajo documental “Santa Catarina: Monografía de mi pueblo”, la población del municipio se ha orientado culturalmente a dar un gran peso a sus creencias religiosas, siendo la población eminentemente católica. Junto con la Iglesia de Santa Catarina Mártir y Virgen que se encuentra en la cabecera municipal, existen alrededor de 14 capillas y ermitas, ubicadas dentro de las distintas localidades del municipio.

Entre las más importantes celebraciones de la ciudad, se mencionan a continuación las siguientes¹⁶:

- *Celebración del 2 de febrero, “La Bendición de la Semilla”.*
- *Celebración de la Santa Cruz, el tres de mayo, en el Cerro de la Faja.*
- *12 de diciembre, que se posiciona como una de las festividades más importantes, en honor a la Virgen de Guadalupe. Para esta celebración, se realiza una peregrinación a la comunidad del Lindero.*
- *Feria Patronal en honor a Santa Catarina Virgen y Mártir, realizada durante la segunda quincena del mes de noviembre. Esta festividad coincide con la celebración de la fundación de la ciudad, y representa una de las características más importantes del pueblo de Santa Catarina, ya que la mayor parte de la población participa a manera religiosa, artística y deportiva. Durante la feria, se observa la afluencia de los migrantes que provienen de Estados Unidos y en menor proporción de visitantes de otras partes del Estado. Un dato curioso es que muchos de los comerciantes que participan en el evento provienen del Estado de Querétaro, ya que éste se encuentra más cercano que cualquier otra ciudad de relevancia en Guanajuato.*

Junto con las actividades de dimensión religiosa, destaca la *Semana Cultural de Santa Catarina*, la cual tiene lugar los días previos al 25 de noviembre, teniendo como espacio el atrio y jardín principal de la cabecera municipal, y en el que año con año, da paso a diversas agrupaciones y proyectos culturales varios (artísticos, musicales, científicos, etc.), donde CIMAT y su grupo *Matemorfosis* también se han dado cita, con el fin de ofrecer una serie de talleres en el marco de la *Feria de Matemáticas*, en colaboración con el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO A.C.), el

¹⁶ Rojo López, Antonio (2010). *Santa Catarina. Monografía de mi pueblo*. Gobierno del Municipio de Santa Catarina. Consultado en línea el 12 de julio de 2017 en: <http://www.santacatarina.gob.mx/conocenos/monografia.pdf>

cual participa de igual forma a través de diversas actividades dirigidas a todas las edades y cuyo objetivo primordial es el acercamiento a la ciencia y tecnología por parte del público involucrado.

En relación a la cuestión del patrimonio cultural, la Casa de la Cultura, desde su fundación e instalación en el año de 1992, se establece como uno de los principales motores que promueven el acceso de la población a los productos e industrias culturales, así como a actividades de diverso rubro; es también el organismo de gestión para promover, conservar y proteger las manifestaciones que expresan las culturas populares del municipio. La Casa de la Cultura de Santa Catarina ha tenido un muy importante papel en la conexión, comunicación y gestión entre el Proyecto de Divulgación de las Matemática en el municipio y las instancias educativas participantes dentro del mismo.

Por otra parte, si bien el turismo dentro de la ciudad no es una actividad que se destaque por proveer de recursos a la población del municipio, en los últimos años se ha tratado de cambiar esta situación, a través del ofrecimiento de más amplios servicios en la cabecera municipal, y proyectos de gestión que particulares interesados en el tema llevan a cabo, para mejorar esta situación.

DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y RETROALIMENTACIÓN DE ALGUNAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS REALIZADAS POR MATEMORFOSIS DE CIMAT EN SANTA CATARINA

A continuación se detallan algunas de las más relevantes actividades de divulgación de las matemáticas realizadas por Matemorfosis durante el período de agosto de 2014 a mayo de 2015 en el municipio de Santa Catarina. Las actividades que se presentan indican datos de lugar y tiempo de implementación, cantidad y tipo de población atendida, descripción de la actividad y objetivos de la misma, y observaciones generales recabadas durante la actividad de divulgación matemática. De igual forma, se proporciona una retroalimentación de cada actividad señalada, con el fin de apoyar la mejora en la realización de la misma.

Bandas de Möbius (Estudiantes de primaria)

Lugar y hora de realización de la actividad: Escuela primaria multigrado de la comunidad “El Tablón” (20 de Agosto de 2014, 15:00- 16:00 hrs.).

Población atendida: Aprox. 30 estudiantes de 5° y 6° grado de primaria.

Descripción y objetivo de la actividad: Con la ayuda de un tira de papel, el estudiante construirá su propia banda de Möbius. Posteriormente, a través de una serie de trazos, dobleces y recortes sobre la misma, el estudiante podrá apreciar y analizar las propiedades básicas de la banda de Möbius.

Observaciones generales:

- 1) En relación a la infraestructura del salón de clases, éste presentaba un espacio más o menos amplio, si bien con poca entrada de luz. Los mesabancos estaban distribuidos de forma alineada, pero con poco espacio entre filas, dificultando el paso y el acceso de los estudiantes y el instructor del taller.
- 2) El profesor no se encontraba involucrado de manera activa en la práctica, sino como simple observador. Sólo en ciertas ocasiones pedía silencio o intentaba ligeramente controlar a los participantes, de los cuáles varios se mantenían frecuentemente distraídos y/o haciendo un uso inadecuado de los materiales proporcionados.
- 3) La mayor parte de los estudiantes presentaban dificultades para hacer recortes muy básicos, o incluso manejar el material de manera correcta (ej. tijeras), requiriendo más de una vez la ayuda del instructor de la actividad, por lo cual se hizo uso de un tiempo considerable para resolver

cuestiones técnicas. Asimismo, solicitaban la repetición continua de las instrucciones, más de una vez por dificultades de comprensión de la misma, o por mero distraimiento.

4) Se observó que gran número de los alumnos, incluso al pertenecer a los últimos grados de educación primaria, no tenían un claro entendimiento de conceptos básicos de matemáticas abordados en ese nivel educativo, como las nociones de “cara” y “lado”, por lo que la interrelación entre conceptos y su posterior análisis no era inmediatamente satisfactoria. Por tanto, se pudo observar que el nivel académico entre pares es ampliamente desigual.

Retroalimentación:

-Es adecuado disponer de una más óptima distribución de los alumnos y sus mesabancos, para reducir tiempos al momento de apoyarles en problemas técnicos durante la actividad. Para aquéllos niños que se encuentran al fondo del salón, es conveniente hacerlos recorrer hacia adelante, ya que es frecuente que no tengan una visión y audición completa de las instrucciones y demostraciones dadas por el tallerista. Encender la luz del salón de clases si resultara necesario.

-Proporcionar al profesor los mismos materiales de los que hacen uso los alumnos facilita la comprensión de la actividad y su procedimiento, y, al mismo tiempo, el docente se convierte en un auxiliar para orientar a los niños en la realización correcta de la actividad. Así se disminuyen tiempos y procesos fallidos, y la inserción del maestro permite también asegurar el orden durante la actividad.

-Asimilar adecuadamente la actividad y el conocimiento desprendido de ella, puede ser útil para el profesor en próximas actividades escolares con su alumnado, con lo cual el proceso de la divulgación de la ciencia se mantiene a través del tiempo y no sólo se expresa como una actividad de corta durabilidad y con una incierta posterior aplicación.

-La breve revisión del avance en contenidos académicos con ayuda del profesor, puede ser muy útil para observar si resulta pertinente la aplicación de un determinado taller de divulgación científica.

-En relación al instructor, se recomienda una presentación personal que involucre algún dato curioso y comprensible de su profesión, acorde a las características del público objeto, en este caso alumnos de los últimos grados de primaria. Por ejemplo, algo que coloque al matemático (o científico) como una persona que no solamente conoce de números o determinada especialidad académica, sino de las vastas aplicaciones que su misma disciplina tiene en relación a la vida cotidiana y social del mismo participante de la actividad. Esto permite que el panorama del quehacer científico por parte de este último se amplíe, y vaya más allá de lo presentado en la escuela.

-El uso de un lenguaje claro, adaptable y adecuado a un público determinado, tanto en la presentación personal, la introducción de la actividad, procedimientos y, ante todo, la explicación y análisis de conceptos, es clave para asegurar que los participantes manifiesten una internalización

y apropiación social del conocimiento transmitido; por tanto, aclarar dudas constantemente, y preguntar si se ha entendido lo comunicado es esencial. Asimismo, una actitud respetuosa y abierta hacia el público y sus inquietudes, asegura el inicio del desarrollo de una confianza en la ciencia y sus determinadas disciplinas: “Es fundamental que se transmitan los contenidos de una manera accesible, pero tan importante como eso es que el público comprenda por qué debemos confiar en la ciencia...” (Olivé, 2018)¹⁷.

-Para adecuarse a las características de la población objeto, resulta necesario hacer una evaluación diagnóstica previa de la comunidad, donde sobresalgan datos socioculturales, educativos, económicos e incluso territoriales. Con ayuda de los sistemas de información geográfica y estadística (bases de datos del INEGI, software del Mapa Digital de México, etc.), se puede tener un mejor acercamiento a las características generales de la comunidad, y esto puede verse ampliamente complementado por sondeos de corte cualitativo (breves charlas con la gente de la comunidad, aplicación de pequeñas entrevistas, etc).

Reglas de fracciones (Estudiantes de primaria)

Lugar y hora de realización de la actividad: Escuela Primaria “Benito Juárez” (21 de Agosto de 2014, 09:00-12:30 hrs.).

Población atendida: Aproximadamente 50 estudiantes, distribuidos en dos niveles (4° y 5° de primaria).

Descripción y objetivo de la actividad: Con tiras largas de una solo tamaño, pero de color distinto, se recortan piezas (reglas) de diferente magnitud, las cuales representan diversas fracciones correspondientes a un entero. Estas reglas se utilizan para que el participante pueda realizar sumas de quebrados de una manera sencilla. Al realizar la operación de manera adecuada, se procede a un juego, donde se puede utilizar una ruleta que indique fracciones y con ello se tenga que completar un entero con ayuda de las reglas (gana quién tenga construido el entero de manera correcta), o bien, en equipos, los estudiantes 'apuestan' un mismo quebrado de sus reglas, lanzan una moneda al aire y escogen alguna de las dos caras, siendo así que quiénes tengan la cara ganadora, se dividen las piezas apostadas. Gana el juego el participante que, al sumar todas sus reglas al final del juego, tenga más enteros, con sus respectivas fracciones.

¹⁷ Olivé, León. *Entrevista: El desarrollo científico y tecnológico no tiene un camino predeterminado, lo tiene que decidir la sociedad*. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana. OEI. Consultado en línea el 19 de agosto de 2018 en:

https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/entrevistas_011.htm

De esta forma, se motiva a los alumnos a pensar y analizar sobre las fracciones y sus equivalencias, y nuevas formas de repensarlas y representarlas, de una manera distinta a como se realiza en el cuaderno, generalmente a través de representaciones numéricas y operaciones.

Observaciones generales:

- 1) Se observó dificultad en un buen número de estudiantes para dividir/ recortar las bandas en cada vez más pequeñas partes, según la fracción, por lo cual se requirió la ayuda del tallerista. Un gran lapso de la actividad fue destinado a resolver complicaciones técnicas.
- 2) La mayor parte de los pequeños de primaria desconocen el concepto de “fracción”, o no logran expresarlo adecuadamente con palabras. Pueden ofrecer ejemplos de la misma, pero no logran aterrizar su conceptualización.
- 3) El profesor se encontraba distraído en el grupo de 5° grado, ya fuese saliendo del salón constantemente o en el teléfono celular, por lo que el descontrol del grupo se manifestó. En el grupo de 4° grado, la profesora observaba la actividad y de vez en cuando pedía orden a los estudiantes.
- 4) Se observó de una forma más marcada las diferencias de nivel académico entre los alumnos, donde sólo unos pocos podían hacer la operación de fracciones sin mucho problema o incluso de manera inmediata, sin acudir a la actividad.
- 5) Gran parte de los estudiantes requería la repetición de las instrucciones, ya fuese porque no habían escuchado/visto las mismas, o por su continuo distraimiento. El grupo de 5° grado de primaria era ligeramente más ordenado.
- 6) Algunos estudiantes, en el caso de 4° grado, se encontraban fuera forrando su mesabanco por orden del docente, uniéndose a la actividad ya muy tarde y, por lo mismo, con dificultades para comprender la actividad.
- 7) Hubo algunos conflictos entre los participantes al momento de realizar los juegos en equipos, debido a la participación no equitativa entre ellos, o porque se manifestaban problemas interpersonales previos. La división por sexos era también muy notoria (perceptible desde la preferencia de colores de banda, o por ser grupos homogéneos y no mixtos al jugar con las fracciones). Fue también visible la existencia de uno o varios estudiantes no involucrados en las actividades grupales de manera inmediata, tanto por una dimensión de exclusión, como por una resistencia del mismo alumno a colaborar con los demás.

Retroalimentación

-Conviene motivar al profesor a unirse a la actividad, repitiendo los mismos procedimientos que los alumnos están realizando, para que los éstos puedan ver en él un ejemplo más inmediato, y de la misma forma, apoye en problemas técnicos cuando sea necesario. También el profesor puede realizar cuestionamientos relacionados a la actividad (proponer sumas, inducir un análisis), y no solamente dejar todo al tallerista; de esta forma se enriquecen los procesos y el docente puede apropiarse de la actividad para posteriores trabajos en clase. Resulta también interesante que por medio del involucramiento del profesor en la actividad de fracciones (o la que fuere), es posible percatarse del nivel de asimilación de conocimientos básicos que como base debe éste tener para impartir los contenidos que el programa educativo señala.

-Hacer una pequeña revisión del avance de contenidos con el profesor previamente, con el fin de pensar en la aplicabilidad de la actividad o en su adecuación al público receptor.

-Constantemente aclarar o explicar los conceptos utilizados a lo largo de la actividad, facilita la apropiación de los mismos y genera un aprendizaje más significativo. De esta forma, se equilibra en cierta manera el desbalance de niveles educativos entre los estudiantes. Inducir la participación variada de estos últimos es también importante.

-Se puede pedir a los alumnos con más avance en contenidos o que han realizado rápidamente la actividad que ayuden a sus compañeros con problemas para llevarla a cabo. De esta manera, ponen a prueba su capacidad de explicación de conceptos y procedimientos, desplazan el aburrimiento y animan a sus compañeros, al mismo tiempo que se refuerza el trabajo solidario y cooperativo.

-Es adecuado comenzar desde edades tempranas a motivar el trabajo conjunto entre pares de distinto género. Por tanto, sería prudente formar equipos mixtos para las actividades de apuestas de fracciones y la ruleta. Al mismo tiempo, para favorecer grupos más diversos (ir más allá del grupo de “los amigos”), se puede numerar a cada alumno por filas (ej. 1-5, y según el número de alumnos y equipos que se quieran), y reunir a todos aquéllos que tengan el mismo número en un determinado lugar del salón de clases.

-Es importante elevar un poco el tono de voz para asegurar lo comunicado. Trabajar con grupos pequeños y distribuidos de forma óptima en el espacio, puede asegurar una audición más efectiva.

Reglas de fracciones (Estudiantes de secundaria)

Lugar y hora de realización de la actividad: Escuela Secundaria “Nuevo Horizonte” (22 de agosto de 2014, 09:00-12:40 hrs.).

Población atendida: 33 alumnos, pertenecientes a 1° año de secundaria.

Descripción y objetivo de la actividad: El procedimiento y objetivo de la actividad es el mismo que se señala en este documento, aplicado anteriormente en la primaria “Benito Juárez”.

Observaciones generales:

- 1) En general, la escuela presentaba instalaciones limpias y bien cuidadas, con salones de clase, si bien no muy espaciosos, de un tamaño adecuado. En el último salón donde se trabajó (uno de los dos donde se estuvo, ya que un grupo de primer año fue dividido en dos), era un poco complicado moverse por la distribución de los pupitres. En este espacio no se contaba con pizarrón y se albergaban monitores de computadora y cierto mobiliario, probablemente se trataba de una bodega.
- 2) El profesor en turno no se halló presente en ninguno de los dos grupos.
- 3) Los niños realizaron los procedimientos de doblez y recorte de una manera más rápida que en la primaria, pero no faltaron pocos alumnos que por cierta distracción o desinterés no iban a la par que el resto de sus compañeros.
- 4) Un mayor número de alumnos tenía una noción más clara del concepto de fracción, en comparación con los estudiantes de primaria en último año, así como de cómo realizar operaciones con fracciones. Sin embargo, al cuestionárseles sobre cómo hacer una suma de números pares con impares, se presentaron dificultades, que hacia el final de la actividad pudieron resolver con las reglas de fracciones proporcionadas.
- 5) De la misma forma que en los niños de primaria, se percibieron conflictos entre estudiantes al trabajar en equipo: jóvenes que se negaban a trabajar con otros; alumnos que querían trabajar solos; indisposición para formar grupos mixtos en un primer momento.
- 6) En la parte de los juegos de apuestas, la mayor parte de los equipos, tras una explicación del juego por parte de los instructores, realizaron de manera correcta la actividad. Sin embargo, un equipo perdió el control de la misma al hacer los objetivos de ésta a un lado (conversión y suma de fracciones). Uno de los integrantes del mismo adquirió una actitud irrespetuosa hacia los divulgadores. Debido al desorden causado, se les tuvo que pedir que abandonaran el salón de clase.
- 7) En la última parte de la actividad, cuando se pide que cada niño sume los enteros correspondientes para declarar al ganador, una gran cantidad de alumnos vuelve a manifestar problemas para hacer sumas de fracciones con denominador de diferente magnitud. Ninguno de ellos acude a la libreta para realizar la operación y obtener el resultado exacto, lo cual es interesante observar, considerando que deberían ser contenidos que ya han sido asimilados debido a la transición de nivel educativo.

Retroalimentación:

-Al igual que en el caso de la escuela primaria, y en relación a las recomendaciones anteriormente descritas, la presencia del profesor es importante durante la actividad. En relación al problema con el equipo de jóvenes en el juego de apuestas, justamente el docente podría haber pedido control y respeto por los asistentes. En posteriores casos como éste, el divulgador también debe ejercer cierto nivel de autoridad para no permitir que la armonía del ambiente salga de control.

-A pesar de ser estudiantes de educación secundaria, es importante informar del avance de contenidos de manera breve con el docente. Siendo que estos alumnos provienen de algunas de las escuelas primarias que se han visitado con los talleres de divulgación en Santa Catarina, y manifiestan cierto rezago respecto a algunos de los conocimientos más básicos y fundamentales de matemáticas, es importante que ciertos temas y contenidos se revisen de nueva cuenta durante las clases. Para ello, sería útil una hoja de observaciones que se pueda dejar al docente de la materia de matemáticas, o bien, que se pueda hacer llegar a él posteriormente por medio de los directivos, con el fin de subsanar deficiencias importantes presentadas durante el taller. Para dar seguimiento a la cobertura de estos contenidos, el profesor puede comunicarse de igual forma con el personal de los talleres de divulgación. Una hoja de datos de contacto puede ser de utilidad entre divulgador y profesor.

-Se sugiere incentivar para los juegos en equipos la conformación de agrupaciones mixtas y lo más diversas posibles, así como vigilar la dinámica dentro de éstas, tanto por motivos de la adecuada realización de la actividad, como para reducir conflictos entre los participantes.

Banda de Möbius, plática sobre los posibles primeros proceso de contabilización y memorama de plantas tradicionales (Adultos)

Lugar y hora de realización de la actividad: Centro comunitario de alfabetización para adultos (21 de Agosto de 2014, 18:00-20:00 hrs.)

Población atendida: 15 personas (10 adultos entre 40 y 70 años, 5 niños)

Descripción y objetivo de las actividades:

1) *Banda de Möbius*: El mismo procedimiento y objetivos descritos en la primera actividad en la comunidad de “El Tablón”.

2) *Procesos de contabilización*: Una pequeña introducción a la posible historia de la primera forma de contabilización, ejemplificando con ganado ovino, dirigida a los adultos de la comunidad rural. Esto con el fin de que la persona se dé cuenta que no siempre existieron símbolos especiales y abstractos para la representación de números (como hoy se conocen), sino que el hombre en la

antigüedad debía hacer uso de cierta creatividad para las matemáticas de acuerdo a lo proporcionado en su realidad inmediata.

3) *Memorama de plantas* (Actividad dirigida por biólogos del Instituto de Ecología de la UNAM): Con ayuda de tarjetas ilustradas con plantas medicinales tanto mexicanas como de origen extranjero, se procede al juego de memorama, intentando encontrar el par de cada tarjeta. Cada vez que se levanta una determinada carta, el participante la muestra a sus demás compañeros, y el biólogo da el nombre común y científico de la planta mientras explica los usos variados que ésta tiene. Asimismo, le pregunta a los participantes si es que conocen la planta mostrada, con cuál nombre la conocen y qué pueden decir sobre los usos que ellos le dan en su vida diaria. De esta forma, se concreta un proceso de retroalimentación y diálogo de saberes entre científicos y pobladores de la comunidad, enriqueciendo el conocimiento previo para ambos.

Observaciones generales:

1) El espacio donde se ofrecen las clases de alfabetización es un lugar improvisado, al aire libre, dentro de la casa de una persona de la comunidad (el arquitecto que gestiona las visitas del CIMAT a distintos lugares de Santa Catarina); hay sillas y mesas suficientes, pero no se cuenta con un pizarrón de plumón o gis, por lo que los ejercicios de lecto-escritura se realizan sobre ejemplos en papel rotafolio. Se señala que hay cuatro centros comunitarios de alfabetización en el municipio, con dos meses cumplidos en actividad, y que registran una muy buena respuesta por parte de los pobladores, con un lleno casi total en los cuatro. Estos centros funcionan con trabajo voluntario, y no pertenecen a ningún programa de gobierno.

2) En relación a la actividad de la banda de Möbius, la mayor parte de los adultos presentó los mismos problemas para recortar y doblar que se observan con los estudiantes de primaria, y un entendimiento medio de las instrucciones descritas. Algunos manifestaron tímidamente que no entendían algunas de las palabras expresadas por el divulgador, como “concepto”, y no llegaban a establecer una relación inmediata con otros, como “cara”.

3) Los asistentes, a excepción de algunos niños participantes, no han recibido educación elemental, o asistieron a la primaria por un muy corto tiempo, por lo cual no están familiarizados con la mayoría de los conceptos matemáticos abordados, si bien pueden hacer uso de ciertos procesos de manera inmediata (como contar el cambio dado durante una transacción en la tienda de abarrotes). Muchos de estos adultos viven solos o en compañía de su pareja, con hijos que han acudido a la migración hacia otras ciudades o bien, a Estados Unidos. Por tanto, al no tener hijos ya en edad escolar, es también complicado tener una relación con contenidos educativos.

4) La mayor parte de los adultos se mostraron tímidos ante los talleristas en principio; algunos manifestaron repetidamente que ellos no sabían nada (haciendo una comparación con quién ha estudiado en la universidad). Citando a una de las mujeres asistentes, cuando otra de sus compañeras participó señalando cuántas plantas medicinales conocía: *“Tú cállate, ellas son las*

doctoras (biólogas), saben más de eso que nosotras". Aquí se puede observar que hay cierta sensación de inferioridad en relación a quien se presenta como científico, y a la vez, no hay una comprensión de la profesión del mismo. La mujer les llamó doctoras a las biólogas, y alguna preguntó avergonzada qué era un biólogo.

5) Los adultos afirmaron en repetidas ocasiones que los divulgadores matemáticos eran algún tipo de mago, incluso terminada la actividad. Muchos continuaban observando su Banda de Möbius, tratando de encontrar "el truco".

6) El número de mujeres asistentes era más grande que el de hombres (un único hombre adulto), y al platicar con las primeras, señalaron que aunque sí asistían de vez en cuando hombres, no era común. Se aclaró que los varones, por el trabajo (la gran mayoría de los habitantes de Santa Catarina se dedican a la agricultura o a la cría de ganado), no tenían tiempo de estudiar; muchos de ellos "dan permiso" a sus esposas de asistir al centro de alfabetización por la tardes.

7) A su vez, en los divulgadores, tanto de matemáticas como de biología, se percibieron pequeñas complicaciones en la comunicación, debido a que para algunos era la primera vez que se dirigían a un grupo de adultos, donde incluso figuraban personas de la tercera edad.

8) El público se encontraba muy animado durante las actividades, a pesar de las observaciones registradas anteriormente. Incluso la cooperación entre pares fue muy curiosa, ya que en cuanto un participante acababa su parte de la actividad, ofrecía apoyo a otro que estuviera retrasado en algún proceso de ésta. No se observó burla o algún tipo de actitud negativa entre los mismos.

9) Al cuestionar a ciertos adultos del grupo de alfabetización después de la finalización de actividades, sobre sí les gustaría que se les involucrara en talleres de divulgación científica como los presentados en posteriores ocasiones, todos asintieron. Manifestaron que era importante y que habían aprendido y divertido mucho. Al menos tres de ellos agregaron que seguir aprendiendo les ayudaba a sentirse mejor con ellos mismos dado que en su niñez y su juventud, las oportunidades educativas les fueron despojadas; así, ellos pueden compartirle a sus familia que aún tienen capacidad de pensar y conocer. Otros, con cierto orgullo, señalaron que cuando sus hijos migrantes les llamaran por teléfono, iban a compartir que los científicos habían estado con ellos, que "a nosotros que ya estamos grandes también nos hacen caso"; así, algunos pidieron a la maestra que escribiera en su libreta quiénes habían asistido (CIMAT e Instituto de Ecología UNAM), para mostrar llegando a casa. Una mujer expresó que iba a tratar de hacer la actividad de la Banda de Möbius en las próximas actividades culturales de la iglesia local para compartir con la gente.

Retroalimentación:

-Trabajar con poblaciones adultas en comunidades tanto rurales como marginadas involucra ciertas dificultades no solamente educativas, sino socioculturales e incluso de infraestructura. En el caso de este pequeño grupo de adultos de Santa Catarina, si bien representaban una muestra muy pequeña de la totalidad de los adultos en el municipio, pudieron ofrecer un panorama más o menos general y cualitativo de la población, que puede ser ampliamente profundizado y corroborado con estudios de campo y estadísticas sociodemográficas, económicas y datos geográficos. Se señala que la población es de tipo rural, al dedicarse a la agricultura y ganadería, y muchos otros simplemente han tenido que migrar en busca de oportunidades de trabajo (el arquitecto gestor mencionó que los censos de población señalan cerca de 5,000 hab., pero debido a los frecuentes y rápidos procesos migratorios, tal vez la población apenas alcance unos 3,000 hab. hasta ahora).

-Por tanto, una gran parte de estos adultos no cuentan con una escolaridad básica o bien, han cursado y truncado la educación elemental. Por ello, se vuelve clave ser cuidadoso en el manejo del lenguaje y los conceptos utilizados durante los talleres, puesto que no se puede dar por hecho que por ser adultos, tienen un manejo de los conceptos y un conocimiento más o menos claro de lo que les está siendo comunicado. Para muchos de ellos será la primera ocasión que entran en contacto con profesionales de la ciencia, en sus muy diversas disciplinas, y esto puede ocasionar un conflicto interno de representaciones de la realidad y la naturaleza, ya que los procesos cognoscitivos divergen. Por tanto, es correcto adecuar y aclarar el manejo de los conceptos lo más que sea posible a la población atendida. No es culturalmente pertinente señalar que hay que bajar al lenguaje de la comunidad para hacerse entender, ya que tal expresión revela una jerarquía lingüística y epistemológica (en la manera en que se construye el conocimiento), un posicionamiento por encima de la comunidad y el reforzamiento de relaciones de verticalidad entre ambos sectores. Por ello, a continuación se describen algunas recomendaciones para mejorar la comunicación hacia poblaciones adultas, a partir de lo observado e inferido en las actividades anteriores:

-Realizar una presentación personal, tal y como se hace con los niños, pero de una manera más amplia, sobre el mismo científico, su área de trabajo y las variadas aplicaciones que su disciplina tiene que ver con la vida cotidiana. Si se establece un vínculo con las actividades que realiza la población atendida (agricultura, ganadería, negocios locales o economía), es muy probable que el acercamiento sea un poco más adecuado, y el público pueda comenzar a entender de qué manera se relaciona la ciencia con sus vidas, más allá de ser una práctica comprendida por algunos y dirigida para unos cuantos 'privilegiados' o intelectualmente aptos (que es lo que generalmente se opina de la ciencia cuando entra en contacto con ciertas comunidades que han estado alejadas de la comunicación de su quehacer). Para ello, el científico necesita de una actitud de apertura,

respeto y humildad para con la comunidad, dispuesto a responder cualquier pregunta al respecto de manera pertinente.

- Es importante aclarar al público atendido, que ser profesional de ciencia (matemático, biólogo, etc.) no significa ser mejor que quién se dedica a otro tipo de actividad (agricultor, ganadero, ama de casa), sino que se trata de quehaceres distintos y útiles en sí mismos. Esto ayuda a reducir la timidez y el sentimiento de inferioridad que algunas personas pueden experimentar al estar en contacto con quienes consideran se hallan más preparados o son más inteligentes por su nivel educativo y de especialización.

- Para desplazar poco a poca la idea de que la divulgación de la matemática alude a algún tipo de magia, en el caso de actividades como la banda de Möbius, u otra que involucrara una reacción del mismo tipo en el público, podría desarrollarse un proceso de explicación, del por qué sucede tal fenómeno, de una manera sencilla, y que pudiera ser explicado con ilustraciones o algún tipo de apoyo visual.

-Con base en lo anterior, puede ser útil contar con pizarrones pequeños de gis y desplazables (los cuales no son muy pesados y son económicos), para utilizarlos como medio de apoyo para ofrecer explicaciones ilustradas, en lugares donde la infraestructura no permite contar con mobiliario escolar.

-Dependiendo de las características culturales de la comunidad, se pueden desarrollar estrategias de difusión para atraer a la población adulta a los talleres de ciencia. En el caso de Santa Catarina, la ausencia de hombres adultos en las clases de alfabetización revela superficialmente que el trabajo no les permite acudir, pero si se investiga con más detenimiento, es posible encontrar información que puede hacer alusión a algún tipo de representaciones o esquemas culturales entre edad, sexo y educación en los pobladores, específicamente varones, que probablemente dificulten la participación de los hombres de la comunidad.

Para ello, puede ser útil hacer un sondeo de los intereses de la población en cuanto a algunos temas (ej. salud), y analizar si es posible hacer algún tipo de taller interdisciplinario que pueda insertar las matemáticas con temas de salud concernientes a la población en general (ej. diabetes).

En la población adulta, la divulgación de la ciencia debe involucrar una dimensión que permita expandir la cultura científica de los primeros, y para ello, utilizar temáticas de su interés es un primer paso para su participación. A diferencia de los niños, donde se busca la generación de un interés por una vocación científica, en los adultos la cuestión es qué es útil para ellos en cierto momento específico de sus vidas: “La comunicación pública de la ciencia es una responsabilidad social que no excluye la realización de productos y actividades concretas orientadas a divulgar ciertos conocimientos o procesos en particular, pero que debe tender a objetivos más amplios, que incluyan proyectos encaminados a construir una cultura científica de planeación social y prevención de riesgos, que contribuyan efectivamente a incorporar el conocimiento científico a la práctica cotidiana y al quehacer colectivo” (Herrera Lima, 2004: 2).

-En el caso particular de Santa Catarina, al pertenecer la población a una comunidad muy pequeña, y donde es fácil mantener relaciones solidarias con otros, los talleres que presentan complicaciones técnicas pueden verse facilitados por la ayuda entre participantes. De la misma forma, estos pueden ser motivados (como en el caso de los profesores en las escuelas) a aplicar la actividad, con su consecuente explicación del modo en que ellos la hayan apropiado, en las actividades culturales de la comunidad, así como con sus hijos, familia y allegados. Es muy útil saber que, como en la actividad en el centro de alfabetización, hay cierto interés y disposición a recibir talleres de ciencia dirigidos a adultos.

EVALUACIÓN SOCIOCULTURAL DE LAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DIRIGIDAS A LA POBLACIÓN ADULTA DE ÁREA RURAL Y VULNERABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA

Previamente al análisis que se deriva del periodo de realización de actividades por parte de Matemorfosis de CIMAT en el municipio de Santa Catarina, así como en varias localidades anexas que participaron dentro de este proyecto apoyado por CONCyTEG (Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, actualmente SICES), como organismo que se encuentra en la constante promoción y búsqueda de proyectos innovadores en el área de la ciencia y la tecnología, me es necesario aclarar el enfoque desde el cual se deriva mi evaluación, que es el de los estudios de la cultura, cultura como eje indiscutible de la dinámica social y como característica fundamental de las comunidades y los pueblos a las que la actividad divulgativa va dirigida, y como parte innegable de la misma acción de los sistemas científicos.

La dimensión cultural de un público particular, en este caso, el de los adultos de las poblaciones rurales y vulnerables, viene dada por toda una serie de elementos que pueden representar dificultades para la acción divulgativa de la ciencia. Estas dificultades se derivan de los marcos de representación de la realidad en que ambos actores, tanto público adulto rural como científico, llevan consigo como parte de su actividad cotidiana y su día a día. John B. Thompson, en referencia al marco simbólico en que se desarrolla la cultura, señala:

(...) una concepción de la cultura que enfatiza tanto el carácter simbólico de los fenómenos culturales como 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 significativos 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, 2002: 203).

Así pues, para Thompson, las formas simbólicas dentro de la cultura son aquéllas que son significativas y elementales para quiénes las producen y para quién por objetivo necesite entender los aspectos más elementales de la vida social de una colectividad determinada. Estas formas simbólicas están enmarcadas dentro de un contexto socio-históricamente dado, y su transmisión y preservación es dada por la misma estructura social. La ciencia, al ser organizada socialmente en su práctica y quehacer, manifiesta una dimensión cultural indiscutible; por tanto, si se compara una determinada comunidad científica con una comunidad rural, sus dimensiones culturales están

dadas por las características estructurales de su organización social, y la manera en que sus formas simbólicas (prácticas, normas y valores) son expresadas y comunicadas entre los sujetos pertinentes de tal cultura, adquiriendo significado y sentido.

Podemos hallar concepciones de cultura en un sentido más antropológico. Sin embargo, harán referencia a los mismos elementos anteriormente señalados en la definición de Thompson. La siempre citada definición de Tylor, es ejemplo de ello, y ayuda a clarificar lo que el sentido simbólico de tal representa: “Cultura es todo el complejo que incluye al conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, la costumbre, y cualquier otra capacidad y hábito adquirido por el hombre en cuanto es miembro de la sociedad” (1871: 26).

Así pues, las prácticas de divulgación de la ciencia están contempladas dentro toda una estructura cultural que dota de sentido a la comunidad científica y, a la vez, son implementadas dentro de comunidades que tienen una cultura distinta, prácticas culturales, representaciones e interpretaciones de la realidad diversas, así como valores y fines distintos. Dentro de una comunidad rural, la divulgación de la ciencia puede encontrar grandes dificultades debido al choque de representaciones, conceptualizaciones y valoraciones de la realidad disímiles entre ambos actores.

De ahí que las políticas en comunicación pública y divulgación de la ciencia necesiten la participación de más amplios sectores de la sociedad:

Una problemática (...) está constituida por las tensiones que se producen a causa de la interacción constante entre las culturas científica y tecnológica, entendidas como representantes simbólicos del mundo moderno occidental, y las culturas tradicionales que conforman la realidad social, política y económica de los países latinoamericanos, entre ellos México. Señalar esta situación no implica, sin embargo, considerar que ambas condiciones se localicen en polos opuestos, ni que se encuentren ubicados en extremos irreconciliables. Lo importante, en este caso, es no perder de vista las direcciones en que se mueven los distintos intereses, valores y creencias, así como las coincidencias que algunas veces tienen lugar y otras más, producen conflictos (Sandoval, 2006: 2).

Sandoval señala una parte importantísima que el divulgador de ciencia no debe de perder de vista al realizar sus labor, y es que el público al que va dirigida su actividad es representado con frecuencia por diversos sectores de la sociedad, los cuales se encuentran dentro de contextos socioculturales diversos, los cuales intervienen en su forma de pensar y de recibir el conocimiento que les es compartido.

De esta forma, a continuación doy paso a la breve evaluación de las actividades de Matemorfosis de CIMAT entre 2014 y 2015, en relación a la atención a la población adulta de área rural y/o vulnerable; actividades en que mi persona colaboró activamente, y de ello se desprende el siguiente análisis.

La divulgación de las matemáticas y la ciencia en contextos rurales y/o vulnerables: atención al adulto

Desde agosto de 2014 hasta mayo de 2015, que fue el lapso en que estuve participando con CIMAT A.C. en la serie de actividades de divulgación en el municipio de Santa Catarina, fue posible observar que si bien se atendió a un número considerable de niños y en menor proporción jóvenes cursando la educación superior, la demanda por parte de los adultos mostró un rezago importante. Esto debido a que, en mayor parte, los talleres fueron dirigidos al sector educativo del municipio, por lo cual gran parte de las ocasiones el adulto no estuvo informado de la realización de los talleres y actividades.

Una de las primeras recomendaciones en referencia a este tipo de sucesos, es que con la adecuada anticipación (y con ayuda de la administración de la Casa de la Cultura y el profesorado), se haga pública una invitación a la participación de los talleres en las escuelas, cuando sea posible. En este caso, puede que algunos padres de familia y adultos que nunca hayan tenido un contacto previo con la actividad de divulgación científica, comiencen por un acercamiento a la misma.

De igual manera, fue posible observar que los pocos adultos que participaron en las actividades de divulgación, mantenían cierto temor de ser reprendidos por no realizar adecuadamente la actividad. Cuando se le cuestionó a los adultos acerca de su escolaridad, la gran mayoría señaló que apenas había terminado la primaria, o bajo alguna dificultad la habían truncado. Esta es una constante que se repite en los adultos de las ya lejanas localidades de Santa Catarina, donde difícilmente, y debido a la necesidad de intervenir en el sector agropecuario de subsistencia, es posible que una educación apropiada sea llevada a cabo.

Al sondear entre comunidades si se tenía conocimiento de las actividades de CIMAT en la localidad, si se había participado en alguna con anterioridad, o si habían escuchado hablar de CONCyTEG, la mayor parte de las personas entrevistadas (en gran proporción mujeres), respondieron que ignoraban el sentido de las actividades de divulgación y la existencia de una institución estatal dedicado especialmente a la ciencia y la tecnología; por lo mismo, hallaban dificultades al tratar de ofrecer una definición/ descripción de lo que ellos consideraban por “ciencia”, a diferencia de quienes había cursado la secundaria, que sin mucho temor se animaban a ofrecer una respuesta. A continuación, como forma de evidencia, se muestran parcialmente algunas de transcripciones correspondientes al sondeo que se hizo en las comunidades de Corral Falso, Paredes y Ortega, en relación a la presencia de CIMAT en Santa Catarina:

“Me llamo Angélica María. Aquí nací en Paredes. Ya voy a cumplir los treinta y nueve años, creo (...) Sí fui a la escuela pero no aprendí, y no sé por qué (...) Yo sé que una vez ustedes vinieron, vienen con los niños (...) No me he animado a participar porque me da pena (...) La verdad no sé qué es ciencia y tecnología (...) Soy madre soltera (...) Hay cosas que ustedes dicen que no entiendo (...) Yo nunca había agarrado unas tijeras hasta que ustedes vinieron (...) Está bien que ustedes vengan para acá (...) Yo vine aquí a la Casa Ejidal por mi niña, no sé por qué otros adultos no quieran participar”.

“Me llamo Juana. Tengo treinta y cuatro años (...) Mi escolaridad es sexto de primaria, tengo tres hijos, los tres en primaria. Soy de aquí de Paredes; soy ama de casa (...) No sé qué sea CIMAT (...) Yo me he dado cuenta de que ustedes vienen por mi niña en la primaria (...) Me animé a participar en la actividad por qué mis niñas parecen muy animadas (...) Se me olvida lo que es ciencia y tecnología (...) Las matemáticas son importantes, son ciencia, yo creo. Cuando los niños saben lo que es ciencia, nosotros como papás también nos damos una idea (...) No sé qué sea un divulgador de ciencia”.

“Me llamo Porfirio, soy de aquí de Corral Falso. Tengo veintitrés años. Tengo la secundaria completa. La hice en Xichú (...) Nunca había escuchado que es CIMAT, CONCyTEG o CONACYT (...) Yo entiendo que la ciencia es un proyecto que nos sirve para algo, sí he escuchado lo que es tecnología, pero no se me viene nada a la mente (...) Creo que es importante que se le destine dinero a la ciencia y la tecnología, porque sirve para gobernar mejor (...) No sé qué sea un divulgador (...) Sabía que ustedes venían, pero nunca me ha tocado participar (...) Yo creo que hay que destinar más dinero a la construcción de escuelas cercanas y empleo, porque la agricultura ya no da para más. Estoy pensando en irme a Estados Unidos el año que viene, yo voy Querétaro a trabajar y no sale para el gasto”.

Como es posible observar, el contexto sociocultural en el que se encuentran los adultos atendidos es imprescindible a tomar en cuenta cuando se realiza divulgación de ciencia, y, específicamente, de las matemáticas, ya que ésta representa todo un reto intelectual para el mismo divulgador, esfuerzo y creatividad, así como el desarrollo de cierta sensibilidad para enfrentar las diferencias culturales y conocimiento que enmarcan la forma de vida del público al que se dirige. De igual forma, y no menos importante, es una oportunidad clave para que el divulgador de ciencia y quien gestiona la divulgación de la ciencia, se pregunten por qué se quiere divulgar, para qué se quiere divulgar, así como cuál es la finalidad de esta práctica, situándose en los distintos contextos culturales e incluso multiculturales en donde se participa, donde distintos crisoles y formas de conocer al mundo, al otro y a la naturaleza se hacen presentes.

La divulgación de las matemáticas, a diferencia de otras ciencias o sistemas tecnológicos, es un poco más complicada en su implementación debido a la abstracción que de ella se desprende, pero no por ello menos importante en su ejecución, ya que de muchas acciones formuladas por las matemáticas, se toman decisiones gubernamentales, políticas, culturales y sociales.

Como señala Juan Eduardo Nápoles Valdés, divulgador cubano de las matemáticas y participante activo en la OEI (Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura), las matemáticas tiene un indiscutible protagonismo en la mayor parte de los procesos de vida que llevamos día a día, o en que nos hallamos inmersos:

Hay un libro, *Cartas a una joven matemática*, del matemático inglés Ian Stewart. En la primera carta, y basándose de un ejemplo muy bueno, explica por qué es importante la matemática. Él dice: pon una marca roja a todo lo que veas a tu alrededor que esté relacionado con la matemática, te darás cuenta que prácticamente todo estará marcado de rojo. Desde el celular, el microondas y hasta lo que ingerimos. ¿Por qué? La soja es transgénica, y en ingeniería genética se usa mucha matemática. Es importante saber que la matemática está presente en todos lados, pero como un actor de reparto, no necesariamente es protagonista¹⁸.

Así pues, la divulgación de la matemática debe llevar consigo una serie de continuos progresos a través de la innovación en sus actividades, y más dentro de contextos donde las condiciones socio-estructurales, como la falta de una adecuada escolaridad y situaciones adversas de vida, repercuten en el entendimiento y comprensión de la mayor parte de las conceptualizaciones utilizadas, o incluso para abordar técnicamente los procesos de las actividades divulgativas.

En el caso de los adultos del municipio de Santa Catarina, se observó que aquéllos que pertenecían a las pequeñas localidades del municipio, en relación a los que se encontraban en la cabecera municipal, se hallaban más renuentes a participar por su misma creencia de que, al no tener estudios básicos necesarios para tomar los talleres, les iba a acarrear más dificultades en tener una apropiada participación en la actividad, lo que iba a resultar en un momento vergonzoso para sus personas.

En referencia al grupo Matemorfosis de CIMAT, varios miembros señalaron que era más complicado interactuar con adultos que con niños, justamente por la ausencia de una educación básica previa que les permitiera participar activamente en la mayoría de los talleres de divulgación, que cada mes se preparaban con anticipación para llevar a cabo en las escuelas. Cabe resaltar que no se preparaba tampoco material para trabajar con adultos, a menos que fuera bajo alguna

¹⁸ Nápoles Valdés, Eduardo. *Entrevista*. Educando, El Portal de la Educación dominicana. Consultado en línea el 14 de julio de 2017 en:

<http://www.educando.edu.do/portal/por-que-aprender-matematica-suele-ser-difcil-y-traumatico/>

actividad como el *Mate en tu plaza* o la *Feria de Matemáticas*, donde se sabía que habría una participación más numerosa de adultos por la afluencia al jardín principal durante el día domingo o por la fiesta patronal. En estas ferias predominaban actividades como Torres de Hanoi, origami modular, matemáticas para infantes, acertijos matemáticos, cubosoma (rompecabezas en tercera dimensión), rompecabezas en dos dimensiones (poliminós), etc.

En relación a lo mencionado, una sugerencia que es muy importante para posteriores eventos con las características anteriormente descritas, es el diagnóstico y análisis previo de la población a atender, si es posible antes de la realización de las actividades divulgativas, ya que de esta manera se conocen las necesidades, intereses y problemáticas que enfrenta el público al que se va a atender. Este diagnóstico es fundamental dentro de todo trabajo de campo o proyecto que involucre una continua interacción a mediano y largo plazo, como lo fue este proyecto en Santa Catarina. Desde la perspectiva de las ciencias sociales y humanas, la evaluación diagnóstica de los contextos socioculturales es la principal introducción a la interacción con los diversos actores involucrados en la actividad, y representa un primer bosquejo de aquéllos elementos a los que la población se encuentran ampliamente arraigada y que, como ya se ha señalado, son elementos culturales de la comunidad que deben ser terminantemente respetados por la importancia y sentido que la misma le confiere.

Así pues, para una mejor aplicación de los talleres de divulgación de matemática que se han realizado en consideración a la población adulta de área rural y/o vulnerable, y a través de las experiencias desprendidas de las visitas mensuales a Santa Catarina, pongo a disposición una serie de breves estrategias, basándome en lo ya anteriormente mencionado, y para consulta del grupo de divulgación en matemáticas Matemorfosis y quien realice divulgación matemática en general o tenga interés en el tema:

- 1. Realización de un diagnóstico y evaluación de la comunidad atendida:** Esta involucra una descripción densa de las principales características de la comunidad (justo antes de iniciar la actividad divulgativa), incluyendo infraestructura, servicios básicos, educativos y sanitarios que presenta la misma. Se sugiere que sea llevada a cabo por dos o más elementos, con el fin de comparar resultados y enriquecer lo observado. La parte humana es ampliamente fundamental, por lo que se recomienda realizar pequeños sondeos a modo de entrevista, entre la misma gente del lugar. Esto ayudará a trastocar la realidad de la dimensión social y humana del lugar, y permitirá sensibilizar al divulgador acerca de las necesidades, problemáticas e intereses que presenta su población objeto.

- 2. Identificación de características culturales:** Posterior a la evaluación diagnóstica, es importante enlistar las características culturales de la población a atender, con el fin de no dañar susceptibilidades o poner en riesgo la plena armonía de la actividad. Un ejemplo de esto fue la experiencia en Santa Catarina, donde como principal elemento cultural fue el predominio de una población mayoritariamente católica. A sabiendas de este elemento, la prudencia se resume como una herramienta eficaz para evitar los choques entre ambos sistemas culturales, ciencia y sociedad, en virtud de los sistemas de creencias, normas y valores, que ambos sustentan.
- 3. Presentación de la actividad divulgativa.** Es siempre importante que la población a atender conozca los antecedentes y justificación de la actividad divulgativa a ofrecer, y esto tiene más énfasis cuando un programa de divulgación se llevará a cabo durante un tiempo considerable, como fue en este caso. En el caso de CIMAT, es importante dejar en claro de dónde se viene, cuál es el interés de atender a tal población y por qué, y hacia dónde se planea llegar. Esto es importante en el caso de los adultos, ya que aunque no lo expresen, siempre mantienen dudas acerca de la utilidad de las actividades realizadas, debido a que tal vez por acudir, se están dejando actividades que se consideran importantes en casa o en el trabajo.
- 4. Innovación en los talleres de acuerdo al tipo de público. Propuesta de trabajo:** Esta parte de las estrategias referentes a divulgación de la ciencia es muy importante, ya que lleva consigo el hecho de que un taller o actividad sea exitoso o no lo sea. La innovación en la ideación de talleres o actividades lleva consigo la primera parte de las estrategias, es decir, se piensa en las características de la población a atender, sin descuidar aspectos como el nivel de escolaridad y el socio-entorno imperante. De ahí que posiblemente, si se enfrenta a una población donde la mayor parte de personas trabaja en el campo, tal vez el taller pueda ahondar un poco en la situación, o hacer breve mención; no hay que temer a trabajar con otras ciencias cuando sea necesario, ya que aunque sea difícil de imaginar, las personas que no han sido beneficiadas con una adecuada información en relación a sus intereses particulares, ven de muy buena manera la compartición de la misma. Es así como la propuesta de trabajo con una determinada población deviene a partir de la misma comunidad.
- 5. Retroalimentación:** La retroalimentación como parte del progreso de los procesos divulgativos es esencial para mejorar la labor del divulgador científico y para aclarar las dudas que el público tenga en relación a una actividad realizada. Esta retroalimentación puede ser realizada a través de breves sondeos de carácter cualitativo entre la población, inquiriendo acerca de la calidad de los talleres, la comprensión de los mismos, el lenguaje adecuado y la utilidad en cuanto al mismo individuo. Para el divulgador de ciencia, este

elemento puede ser muy enriquecedor, y se recomienda que se realice al término de cada taller, justamente para favorecer la participación de los distintos actores y crear un diálogo entre ambos.

- 6. *Juegos comunitarios:*** Este último aspecto, si bien pareciera no encajar con las demás estrategias de divulgación en población adulta de área rural y/o vulnerable, puede ser útil cuando la actividad se estanque o llegue a un punto en que el divulgador necesite dinamismo en el público y en su propia actividad. Los juegos comunitarios favorecen la identificación, cooperación y colaboración entre los asistentes al taller, mientras permiten y dan tiempo al divulgador de re-pensar su actividad y, por qué no, participar como un elemento cercano a la población atendida y no como un científico en una esfera aislada al público abordado.

CONCLUSIÓN

Trabajar con CIMAT durante este tiempo se gestó como una actividad ampliamente enriquecedora en mi campo de estudios, los estudios de la cultura, la sociedad y la ciencia, ya que de primera mano pude observar toda una serie de elementos que conforman la labor divulgativa, y que desde un salón de clases, formulando escenarios a nivel teórico, no es posible observar tan amplia y adecuadamente.

Tuve la oportunidad de experimentar la realidad que enfrenta el divulgador de ciencia cuando las condiciones en toda dimensión no son las más propicias para ofrecer un taller o actividad que pueda ser extensivo a una comunidad determinada. Desde la falta de luz eléctrica hasta las dificultades de transportación, la divulgación de la ciencia dirigida a poblaciones adultas no es nada sencillo, si a esto se añade la ausencia de un marco conceptual básico para entender la ciencia por parte del público objeto, y una desarticulación importante de las principales instancias culturales, científicas y educativas a nivel federal y estatal para brindar espacios dignos para el desarrollo de actividades que tienen por objeto el desarrollo social y humano de los pobladores de las más pequeñas y aisladas comunidades.

Las características socio-estructurales de Santa Catarina y de su gente, también se manifestaron como elementos sensibilizadores para una realidad que aqueja a casi la mitad de la población en México, que es la pobreza en gran magnitud. Si bien en la cabecera municipal esto no es tan visible, nuestra visita a las pequeñas localidades de Santa Catarina lo dejó más que claro, en algunas más que en otras.

Finalmente, la divulgación de la ciencia se presenta como una oportunidad y un derecho para las personas de esta comunidad de acceder a actividades enriquecedoras que amplíen el análisis y el conocimiento de su realidad, y para el divulgador como una responsabilidad ética para con la sociedad: “La comunicación de la ciencia) se trata de una obligación cívica. Si un buen científico debe tener la capacidad suficiente para enseñar a otros científicos, también debe poner en acto la responsabilidad social de participar al público en el hecho de la ciencia. Esto se debe hacer sin manipulaciones, sin simplificaciones. La ciencia es de todos (...) Se debe dar importancia a lo local, porque allí es donde se produce el intercambio entre la ciencia y el público receptor. Allí se genera el contacto. No se puede pensar a la ciencia sólo en términos de políticas nacionales o multinacionales, a gran escala¹⁹.

¹⁹ Quintanilla, Miguel ángel. *Entrevista*. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Consultado en línea el 19 de agosto de 2018 en: http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas_060.html

BIBLIOGRAFÍA

Calvo Hernando, M. (1982). *Civilización tecnológica e información*. Barcelona, Mitre. Citado en Stekolschik et al (2007). *La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica*. REDES (Buenos Aires), Vol. 12, Núm. 25, p.165.

Espinosa Campos, Victoria. (2010). *Difusión y Divulgación de la Investigación científica*. IDESIA, IDESIA (Chile) Volumen 28, N° 3. Septiembre - Diciembre, pp. 5.

Herrera Lima, Susana. (2004). *La profesionalización de la comunicación pública de la ciencia: hacia la construcción de un campo académico*. ITESO, México. p.2. Disponible en:

<http://www.redpop.org/redpopweb/adjuntos/susanaherrera.doc>

López Cerezo, José A. (1999). *Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid. Organización de los Estados iberoamericanos (OEI). Revista Iberoamericana de Educación, No. 20, Mayo-Agosto 1999, p. 219.

López Cerezo, José A. (2009). *Ciencia, tecnología y sociedad. El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*. Documentos de Trabajo No. 3. OEI-CAEU. Madrid. p.22.

Olivé, León. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la Ciencia y la Tecnología*. Editorial Paidós, México. p. 27.

Olivé, León. (2009). *Divulgación y cultura científico-tecnológica iberoamericana*. OEI. Disponible en:

http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas_011.html

Pesántez, María de los Ángeles. (2007). *Comunicación, Divulgación y Periodismo de la Ciencia. Una necesidad imprescindible para Iberoamérica*. Editorial Planeta del Ecuador. p.17.

Quiñones Gómez, Herly Alejandra. (2011). *Divulgación científica y tecnológica: teoría y práctica periodística para la producción del documental*. Revista Razón y Palabra, p. 2. Consultado en línea el 2 de febrero de 2017 en:

http://www.razonypalabra.org.mx/varia/77%205a%20parte/70_Quinonez_V77.pdf

Ramírez Martínez, Diana Cristina et al. (2012). *Divulgación y difusión del conocimiento*. Universidad Nacional de Bogotá, p. 27.

Sandoval Salazar, Ricardo. (2006). *Sociedad del conocimiento, razón y multiculturalismo. Una idea desde el pluralismo epistemológico*. OEI, p. 2

Stekolschik et al. (2007). *La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica*. REDES (Buenos Aires), Vol. 12, Núm. 25, p.165.

Thompson, John B. (2002). *Ideología y cultura moderna*. México: UAM-X. p.203

Tylor, Edward B. (1975) [1871]. *La ciencia de la cultura*, a Kahn, J.S. (comp.): *El concepto de cultura: textos fundamentales*, Anagrama, Barcelona. p. 29-46.

Zamarrón Garza, María Guadalupe. (1995). *Qué significa hacer divulgación de la ciencia*. Ciencia y Desarrollo. Vol. XXI. No. 125, México. Nov-Dic. p.10

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y RECURSOS VIRTUALES

INAFED. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Disponible en:
http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios/1_1034a.html

INEGI. *México en Cifras. Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios*. Disponible en:
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>

Quintanilla, Miguel Ángel Quintanilla. *Entrevista. Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana*. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en:
http://www.oei.es/divulgacioncientifica/entrevistas_060.html

Rojo López, Antonio. *Santa Catarina. Monografía de mi pueblo*. Gobierno del Municipio de Santa Catarina. Disponible en:
<http://www.santacatarina.gob.mx/conocenos/monografia.pdf>

ANEXOS

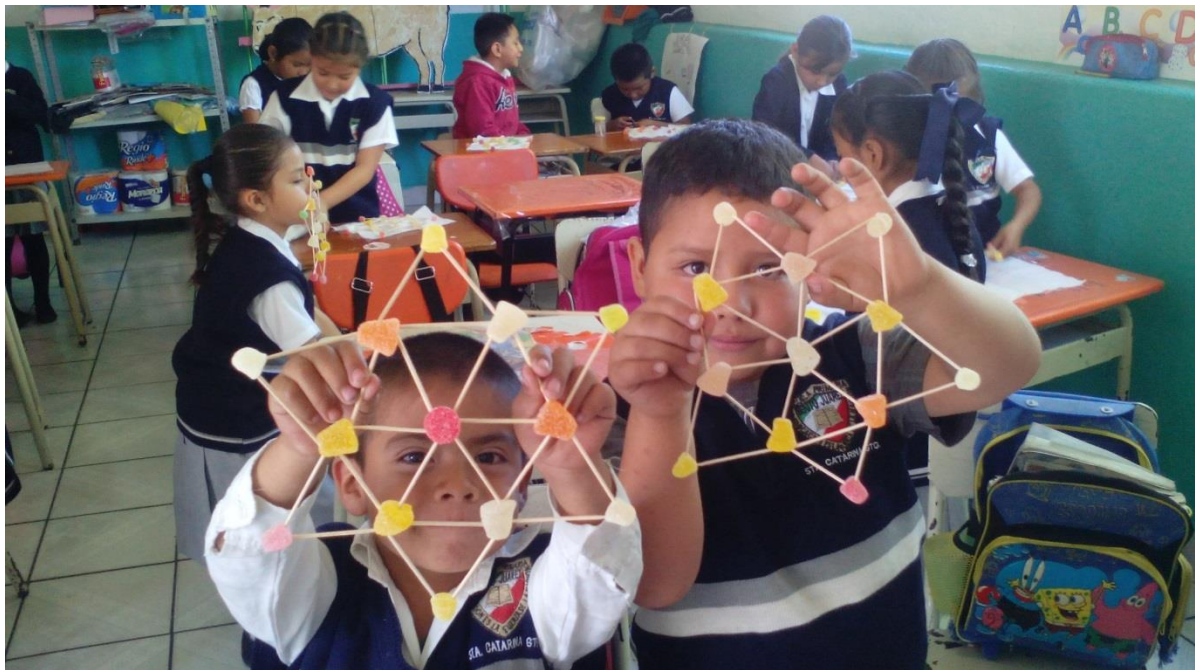
Galería fotográfica de actividades de divulgación de las matemáticas realizadas por Matemorfosis de CIMAT



Miembro del equipo de Matemorfosis, trabajando rompecabezas con poliminós (figuras en dos dimensiones), con dos niños de primaria en la comunidad de Paredes, Santa Catarina (2014)



Estudiantes de la Escuela Primaria Multigrado, de la comunidad de El Tablón, Santa Catarina, resolviendo una actividad de fracciones con rompecabezas (2014).



Alumnos de primer grado de primaria de la Escuela "Benito Juárez", de Santa Catarina, mostrando los resultados de la actividad "Matemáticas digeribles" (2014).