



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD
LEÓN**

TEMA:

LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA 'CARA A CARA' VISTA DESDE LA EDUCACIÓN INTERCULTURAL; APORTES POSIBLES AL PROGRAMA DE COMUNICACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS MATEMORFOSIS DEL CIMAT EN GUANAJUATO, GTO.

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN DESARROLLO Y GESTIÓN
INTERCULTURALES

P R E S E N T A:

LILIA CAROLINA MORELES ABONCE

TUTORA:

DRA. PAULINA URIBE MORFÍN

ASESOR:

MTRO. ALONSO MERINO LUBETZKY





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimiento para los apoyos académicos recibidos

Proyecto PAPIIT-IA402019

Proyecto PAPIIT-IA401521

Agradecimientos

A mis padres, por su apoyo y cariño en todas las formas a lo largo de estos años. Han sido un ejemplo de perseverancia, dedicación y responsabilidad que me ha guiado por diferentes caminos. Y al resto de mi familia, porque de alguna forma u otra están, y me han acompañado y motivado.

A mis personas, amigas, amigos, a mi compañero, por dejarme ser con ustedes, y permitirme compartir experiencias que me inspiran, y me recuerdan el potencial que tiene la vida. Sus ánimos a lo largo de este proceso fueron de las ayudas más grandes.

A las y los integrantes del grupo Matemorfosis del CIMAT, por permitirme trabajar y aprender con ustedes, por abrirme sus puertas, por acompañarme durante el proceso de este trabajo, y platicar conmigo acerca de sus actividades y experiencias. Son un equipo que admiro mucho por la dedicación y el goce con que llevan a cabo su trabajo, siempre fue un gusto estar con ustedes. Berta, Mariana y Paulina, gracias por su ayuda, su escucha y consejos.

A mi directora de tesis, la Dra. Paulina Uribe Morfín, por la confianza, la paciencia, su guía y apoyo a lo largo de esta investigación. A mi asesor el Mtro. Alonso Merino Lubetzky, por su dedicación y motivación. Ambos también profesores míos, y al resto de ellos, gracias por compartir sus conocimientos, las nuevas perspectivas, el impulso a pensar de manera crítica y a continuar buscando posibilidades para la diversidad tan grande que nos rodea y en la que vivimos. A la licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales, por el espacio para aprender, descubrir y descubrirme.

A mis lectoras la Dra. Diana Karen González Lara, la Dra. Berta Gamboa de Buen, la Dra. Arlene Iskra García Vázquez, y la M. en C. Ana Claudia Nepote González por aceptar estar conmigo durante este proceso, y por el tiempo dedicado a revisar y retroalimentar este trabajo.

Índice

Introducción	6
Capítulo I. Planteamiento del problema	10
1.1 Pregunta y justificación	13
1.2 Objetivos e hipótesis	14
1.3 Marco contextual	15
1.4 Aproximación metodológica	20
Capítulo II. La educación intercultural como eje de análisis de procesos de comunicación de la ciencia ‘cara a cara’	25
2. 1 Hacia una definición de interculturalidad	25
2.1.1 <i>Interculturalidad relacional, funcional y crítica</i>	29
2.2 Interculturalidad y comunicación de la ciencia	34
2.3 Educación Intercultural	36
2.4 Comunicación de la Ciencia	44
2.4.1 <i>Ciencia y cultura científica</i>	46
2.4.2 <i>Comunicación de la ciencia y sus modelos</i>	49
2.4.3 <i>Componentes de comunicación de la ciencia</i>	51
2.4.3.1 Componente comunicación.	57
2.4.3.2 Componente público.	62
2.5 Construcción de la noción de comunicación de las matemáticas y aportes de la educación intercultural	66
2.5.1 <i>Las matemáticas como producto cultural</i>	67
2.5.2 <i>Divulgación de las matemáticas vs comunicación de las matemáticas</i>	70
Capítulo III- Metodología y hallazgos	79
3.1 Documentos y entrevistas	80
3.1.1 <i>Primeros datos</i>	82
3.1.2 <i>De la labor comunicativa en el Estado de Guanajuato</i>	83
3.2 Análisis del programa de divulgación de Matemorfosis desde la educación intercultural según los componentes de la comunicación de la ciencia	84
3.2.1 <i>Componente comunicación</i>	88
3.2.2 <i>Componente Público</i>	99
3.2.3. <i>La comunicación de las matemáticas en contextos poco usuales</i>	113
3.4 Propuesta de planeación de dinámica de taller de comunicación de las matemáticas según elementos que se identifica podrían enriquecerse desde la EI.	128
Capítulo IV-Conclusiones	133

Referencias	144
Anexos	152

Índice de figuras

Tabla 1. Niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural	43
Tabla 2. Comparación de modelos de la comunicación de la ciencia	53
Tabla 3. Concepción de componente comunicación	57
Tabla 4. Variables de actividad comunicativa en función del público	58
Figura 1. Esquema de variables de comunicación de la ciencia	60
Tabla 5. Concepción de componente público	62
Figura 2. Desglose de actividad-Globiedros	86
Tabla 6. Integración de NMEI con momentos estratégicos de Matemorfofosis	129

Introducción

La ciencia y la tecnología son ya parte fundamental del entorno y afectan a un gran número de esferas que resultan moldear las dinámicas de las personas. Se ha detectado desde los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Estudios CTS) la necesidad de mejorar la relación ciencia-sociedad para asegurar posibilidades mayores de participación del público en las decisiones que generalmente se toman desde la esfera de la ciencia y la tecnología. De esto deriva la necesidad de mayor comprensión social de la ciencia para que puedan darse interacciones exitosas. La comunicación de la ciencia y la divulgación resultan unas de las estrategias principales para tender el puente entre comunidad científica y sociedad, y la forma en que las ideas o conocimientos se hacen llegar a la población, hacen evidente el enfoque y los objetivos con los que se guían los comunicadores.

Los procesos de comunicación de la ciencia no pueden dejar de lado el carácter inherentemente diverso de los contextos en los que tienen lugar, como tampoco aquellos a partir de los cuales se originan. En el caso de México, es una situación que no debería ser pasada por alto dada su diversidad cultural, ambiental y patrimonial. Desde la sensibilidad que despierta la Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales y las áreas que se le derivan como la educación intercultural, encontramos un potencial importante en la Educación Intercultural para atender a la mencionada diversidad de los contextos.

Es así como este trabajo nació del interés por conocer y comprender el estado de la comunicación de la ciencia en México, específicamente en el municipio de Guanajuato, con el proyecto de divulgación del Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT) y sus actividades de comunicación de la ciencia, consideradas de tipo ‘cara a cara’ respecto a las preocupaciones que plantean los Estudios CTS. Preocupaciones en las cuales se detecta la falta de atención a la diversidad poblacional, más allá del nivel de formación e información de la población respecto a temas científicos y tecnológicos.

Bajo las consideraciones anteriores, se estableció como pregunta central de este trabajo ¿cómo enriquecer la comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa Matemorfosis de Divulgación de CIMAT bajo los parámetros de la Educación Intercultural?

No puede dejarse de lado el hecho de que durante el tiempo en que se desarrolló este trabajo, del segundo semestre del 2019 al primer semestre de 2022, el país se encontraba enmarcado por varias crisis resultantes de la pandemia de COVID-19. Tales crisis limitaron todo tipo de actividades, sobre todo las educativas, y entre ellas las de comunicación/divulgación de la ciencia. Es por eso que se tomaron en cuenta tanto las actividades que el programa de Divulgación Matemorfosis del CIMAT realizaba antes de la pandemia, como las formas en las que las modificó a raíz de las restricciones impuestas.

Esta tesis se organizó en cuatro capítulos. En el primer capítulo se describe el problema de investigación centrado en cómo las estrategias de comunicación de la ciencia se ven afectadas por factores relacionados con la diversidad contextual, y de qué manera podrían recibir aportes de iniciativas y proyectos, como la educación intercultural, que buscan incorporar en las estrategias comunicativas herramientas para actuar pensando en tal diversidad el caso de México, específicamente en el estado de Guanajuato. Para así, dar paso a la pregunta que guía la investigación ¿cómo enriquecer la comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa Matemorfosis de Divulgación de CIMAT bajo los parámetros de la Educación Intercultural? Y se presentan sus objetivos y supuestos: elaborar una propuesta que establezca de qué manera pueden enriquecerse los aspectos de planeación de comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa de Divulgación de CIMAT, Matemorfosis, al analizarse bajo los parámetros de la Educación Intercultural, suponiendo que la educación intercultural puede aportar a un programa como el de Matemorfosis complementando su proceso al promover lineamientos que generen un ambiente de aprendizaje que permita la comunicación desde las lógicas de los participantes, fomentando la flexibilidad para adaptación de contenidos, y buscando llegar a procesos no lineales de comunicación científica.

Se laboró también un marco contextual que expone los trabajos de investigación previos que tienen relación con esta investigación para dar a conocer las diferentes aportaciones que han surgido anteriormente. Y, por último, se presenta la aproximación metodológica utilizada que consistió en realizar una investigación cualitativa, y se tomó como unidad de análisis el programa de divulgación de CIMAT: Matemorfosis.

El segundo capítulo es el marco teórico, y los conceptos ordenadores del trabajo: la interculturalidad, la educación intercultural y la comunicación de la ciencia; con el fin de hacer una diferencia entre sus acepciones y establecer las que resultaron útiles en esta investigación, en particular la comunicación de las matemáticas. En este capítulo se expone la revisión de los modelos de la comunicación de la ciencia que existen, y se establecen dos componentes que se identificaron como principales para el desarrollo de procesos de comunicación de la ciencia: la comunicación y el público. También se revisó la estrategia, contenido y prácticas en las que se ha construido la comunicación de las matemáticas.

El tercer capítulo se expone la metodología y los resultados. La metodología empleada fue la investigación cualitativa, así como sus herramientas: entrevistas y análisis documental, que fueron útiles para analizar los talleres que realiza en grupo, los reportes de estos, y las estrategias que se siguen para desarrollar su práctica en los diferentes contextos en los que han trabajado en el programa de divulgación Matemorfofosis del CIMAT. El marco metodológico y las herramientas hicieron posible los siguientes hallazgos: identificar las características de Matemorfofosis como grupo que comunica matemáticas y de sus actividades, establecer los objetivos que persiguen con su práctica, identificar las estrategias para realizar sus actividades y para adaptarse contextualmente, establecer los resultados de su práctica comunicativa, sus efectos y respuestas, identificar la forma en que caracterizan a su público, establecer cómo su práctica se ha desarrollado en contextos poco usuales, e identificar los momentos de su proceso de comunicación de las matemáticas donde puede aportar la educación intercultural y las limitantes que existen. En la sección de resultados se incluyen sugerencias y propuestas para el desarrollo de una dinámica de taller incorporando aportes desde la educación intercultural.

Por último, en el capítulo cuarto, se presentan las reflexiones finales y conclusiones a las que se llegó después de realizar este trabajo de investigación. Se encontraron las condiciones y limitantes existen para labores como la comunicación de las matemáticas, y la forma en que se diversifica su práctica. La dependencia entre los resultados de la práctica comunicativa, en forma de aprendizaje informal que fue tanto significativo como lúdico, de acuerdo con las diferentes interacciones con el público. Se estableció que la relación entre la comunicación de la ciencia y el contexto en el que se realiza es un factor que debe tomarse

en cuenta para considerar aportes posibles desde la educación intercultural. También se establecieron los elementos del programa de Matemorfosis que pueden recibir aportes desde la educación intercultural, en específico su proceso de evaluación posterior a realizar sus actividades. Y se presentan reflexiones relacionadas a las formas en que la comunicación de la ciencia, en este caso de las matemáticas, afectan al contexto donde se desarrollan más allá de los objetivos de formar o acercar a la disciplina en cuestión.

Capítulo I. Planteamiento del problema

Para el contexto de América Latina, Vaccarezza (1998), expone que los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Estudios CTS) comenzaron en la reflexión de que Ciencia y Tecnología tenían que ser competencias de políticas públicas, en particular, deberían atenderse por parte de organismos que llevaran a la introducción de políticas de ciencia y tecnología en las lógicas estatales. Después de examinar más a fondo su panorama en América Latina, el autor enfatiza en la falta de registro de estudios o programas de formación que fueran capaces de “plantear la cuestión de la divulgación científica y la tecnológica como procesos de apropiación simbólica por parte de los ciudadanos respecto de los contenidos de ciencia y tecnología” (Vaccarezza, 1998, p. 39). Este hallazgo ayudó a señalar que los Estudios CTS de la región ponían poca atención a la diversidad contextual.

Con ese énfasis en las políticas públicas, se dio la creación de consejos nacionales, que dejó a los desarrollos científicos y tecnológicos dirigidos por el Estado. En el caso de México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), fue el primer organismo gubernamental orientado a dirigir políticas públicas en materia de ciencia y tecnología, mismas que iniciaron desde el gobierno de Luis Echeverría (1970-1976) (Orozco, 2014). Así, parte de la divulgación de la ciencia quedó a cargo del CONACYT, y se enmarcó en las políticas y programas científicos que se sucedieron de administración a administración. El objetivo fue llevar a la sociedad el trabajo desempeñado por los científicos del país, y se realizó como difusión centrada en hacer de los científicos un puente de comunicación de su propio trabajo.

Otras instancias contribuyeron también al desarrollo de las actividades divulgativas (Reynoso-Haynes et. al, 2020), por ejemplo la Universidad Nacional Autónoma de México con sus destacados museos de ciencia, y después con la creación de diversos programas que sirven al propósito; la Academia Mexicana de Ciencias, que promueve espacios de encuentro entre científicos y el público general y desarrolla eventos diversos; y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y a la Técnica, asociación de comunicadores de ciencia profesionales que se extendió a la mayoría de los estados de la República. Actualmente, las

labores de divulgación/comunicación de la ciencia prevalecen en estas instancias y además puede hablarse de otras (Reynoso-Haynes et al, 2020) como los consejos estatales de Ciencia y Tecnología, diversas universidades e instituciones, sociedades científicas, museos, ONG, y los medios de comunicación. Por tanto, las actividades de divulgación/comunicación de la ciencia se caracterizan de diversas formas según sus propósitos y los públicos con los que trabajan (Sánchez-Mora, 2016). Es importante señalar que hasta la creación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de 1995-2000 se reconoció la diversidad de actores sociales y públicos destinatarios (Orozco, 2014).

Sánchez-Mora (2016) propuso una estructura general que atiende a la forma que toma el aprendizaje informal según el tipo de actividad, por medio del análisis del tipo de público, objetivos, propósito, tipo de comunicación y resultados, i.e. la forma del aprendizaje informal permite un análisis más esclarecedor acerca de lo que se transmite y de qué manera.

Aun así, el estado de la divulgación de la ciencia dentro de estos programas, gracias a lo que Orozco (2014) resume para los primeros 40 años del CONACYT, quedó enmarcado en políticas centralizadas que desconocían los esfuerzos fuera del Distrito Federal (hoy CDMX). El conocimiento científico se concebía como deseable en sí mismo, sin una mirada crítica en cuanto a ¿por qué difundirlo? O ¿cómo hacerlo llegar y a quiénes hacerlo llegar? A los programas, los caracterizó un trasfondo del modelo del déficit¹ para las políticas propuestas, que además no se articulaban con las políticas educativas o formaban parte de la estrategia de políticas científicas.

Otros autores han examinado el contexto mexicano respecto a la comunicación/divulgación de la ciencia como Sánchez Vázquez (2008), y ella encuentra que este se caracterizaba por la prioridad dada al ejercicio de la divulgación y a legitimar su práctica. La autora identifica como tarea pendiente el fomento de la investigación en el ámbito de la ciencia y su comunicación pública, y propone comprender las necesidades de información de los grupos de interés que rodean proyectos de avance tecnocientífico. En las

¹ Aquel modelo de comunicación de la ciencia que considera al público destino como ignorante, pasivo, y que necesita ser educado; mediante una estrategia unidireccional de transmisión de contenido (Alcívar, M. 2015)

líneas de investigación que propone a partir de ello puede encontrarse una preocupación que se acerca a la diversidad del contexto del país:

- Explicar las percepciones que hayan generado proyectos científicos o desarrollos tecnológicos y cómo han afectado estas percepciones a las metas de grupos y comunidades.
- Detectar los escenarios donde la divulgación es necesaria para contribuir de manera situada a ésta [...]
- Investigar en esos escenarios qué se ha de comunicar y qué se quiere comunicar.
- Conocer lo ya comunicado y las interpretaciones públicas que se han dado a esa información en cada contexto
- Reconocer que cada proyecto puede requerir diferentes planes de divulgación a lo largo del tiempo, por lo que las metodologías de investigación y las posibles sugerencias han de cambiar en consecuencia (Sánchez, 2008, p.107).

Más cercano al tenor de una preocupación por el contexto de un país diverso es el trabajo de Xenia Rueda, donde propone un modelo multicultural de comunicación de la ciencia y la tecnología, en su artículo del mismo nombre (2015) y con base en el modelo de comunicación de la Escuela de Palo Alto. En este modelo, la autora sugiere que la comunicación de la ciencia debe tener también como origen las implicaciones sociales, culturales, políticas, económicas y éticas de la ciencia. Y establece además que, si bien la comunicación de la ciencia engloba a la divulgación, la comunicación tiene nuevos elementos, como el punto de vista y representaciones de los “no especialistas” a los que la actividad va dirigida. En el modelo que plantea, los comunicadores deben ser capaces de comprender y articular las demandas de diferentes sectores sociales; además, pretende revalorar, comunicar y respetar tanto los conocimientos científicos tradicionales, como otras fuentes de conocimiento distintas de los modernos sistemas de ciencia y tecnología (Rueda, 2015). Específica que

en el multiculturalismo y, en especial, el modelo multicultural no trata de imponer un conocimiento sobre otro, sino la forma en que puedan coexistir tanto el conocimiento científico y tecnológico como los saberes tradicionales, ya que cada pueblo tiene sus características propias, como tradiciones, creencias, valores, normas y costumbres; sin embargo, el modelo que propongo debe tener presente que las condiciones y discusiones

nunca serán similares, es decir, el modelo propuesto se utilizará en casos particulares y específicos (Rueda, 2015, p. 29).

Al examinar un proceso de comunicación de la ciencia, en este caso el llevado a cabo por el grupo de divulgación de CIMAT que consiste en la comunicación de las matemáticas, se considera que es posible a través de las bases de la Educación Intercultural, proponer aportes posibles a las dinámicas de comunicación de la ciencia, sobre todo respecto a la diversidad contextual con la que pueden encontrarse, poniendo atención en el diálogo ciencia-sociedad desde un enfoque más extenso que solo la literacidad científica.

1.1 Pregunta y justificación

Con base en lo anterior, esta investigación busca responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo enriquecer la comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa Matemorfosis de Divulgación de CIMAT bajo los parámetros de la Educación Intercultural?

Este proyecto tiene origen en el área de Ciencia, Tecnología y Sociedad, y desea explorarse debido al interés que existe por dinámicas de comunicación de la ciencia dado el involucramiento en estas desde años anteriores con el grupo de divulgación de CIMAT, y la sensibilidad despertada gracias a lo estudiado en el área respecto al papel y poder de la ciencia en el contexto social y los debates que se abren respecto a cómo lograr una relación ciencia-sociedad donde la diversidad de conocimientos no se deje de lado. Es así como las características de la Educación Intercultural se consideran como buena herramienta para ayudar a esta relación.

Su pertinencia se encuentra en la sintonía que tiene con proyectos como los de Xenia Rueda (2015), y con las sugerencias hechas después del análisis de procesos de apropiación del conocimiento por parte de Ramírez, Rueda, Sosa, y sus colaboradores (2019). Ya que presenta una de las posibles vías para llegar a nuevas formas de relación, establecidas como

necesarias por las últimas autoras, entre las esferas científica y tecnológica y la población, al buscar una manera de comunicar ciencia que en sus dinámicas logre el respeto por la diversidad.

La relación que tiene con la licenciatura y con el área de pre-especialización consiste en considerar al conocimiento como una de las características que establecen la diversidad de grupos sociales. Ya que éste puede tenerse como el conjunto de lógicas que un grupo constituye desde su visión de la realidad y que le permitirán explicarla, manipularla y transmitirla, ya que diferentes conocimientos representan diferentes realidades operando, distintas formas de acción y de organización. El conocimiento científico ha predominado sobre otros, estableciendo las lógicas de acción de la sociedad actual, tomando un enfoque desde la Comunicación de la Ciencia, pero considerando la deseabilidad de un contexto social en que las diversidades sean reconocidas y las interacciones entre sus miembros no perpetúen relaciones dispares, se presenta una forma en que el área de acción Ciencia, Tecnología y Sociedad puede aportar herramientas para lograr llegar a un desarrollo intercultural.

1.2 Objetivos e hipótesis

Objetivo general:

Elaborar una propuesta que establezca de qué manera pueden enriquecerse los aspectos de planeación de comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa de Divulgación de CIMAT denominado Matemorfofosis, al analizarse bajo los parámetros de la Educación Intercultural.

Objetivos específicos:

1. Diseñar una propuesta teórica sobre la comunicación de las matemáticas para abonar al campo de la teoría de la comunicación de la ciencia.
2. Identificar qué aspectos específicos de la planeación de Matemorfofosis pueden ser enriquecidos.

3. Elaborar un protocolo de planeación de comunicación “cara a cara” de las matemáticas que pueda ser una aportación para el campo de la comunicación científica.

Hipótesis/Supuestos:

La Educación Intercultural puede aportar a un programa de comunicación de la ciencia como Matemorfosis en los siguientes aspectos:

1. En el desarrollo y complemento de procesos de educación no formal, al promover lineamientos que busquen generar un ambiente de aprendizaje donde los participantes se comunican desde sus lógicas, permitiendo un enriquecimiento mutuo, y no un establecimiento jerárquico de conocimientos.
2. En el fomento de la flexibilidad para la adaptación de contenidos y técnicas a contextos culturalmente diversos.
3. Para lograr una apropiación del lenguaje y conocimiento de las matemáticas mediante procesos no lineales de comunicación científica.

1.3 Marco contextual

En los países de América Latina existe una diversidad de actores, sociales e institucionales, que realizan divulgación de la ciencia (Massarani, 2019). Estas son: universidades e instituciones de educación superior con programas de divulgación, institutos y centros de investigación que llevan a cabo acciones de divulgación científica además de sus labores de investigación, dependencias públicas o gubernamentales, recintos que ofrecen al público actividades ligadas al conocimiento científico, medios de comunicación, grupos organizados de divulgadores, y asociaciones y redes de organizaciones de profesionales de la divulgación. En México, por ejemplo, existen diferentes redes de divulgación de la ciencia, entre ellas se encuentran la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica. AC., la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia, la Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología, Recreación en cadena-Red Mexicana de Talleristas de Ciencia-. El programa de

divulgación de CIMAT es miembro de esta última. Además, México pertenece a la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe.

Particularmente en el Estado de Guanajuato, la actividad científica, de acuerdo con el contexto planteado en el decreto 64 del Congreso del Estado, se genera desde los años cincuenta gracias a universidades y centros de investigación como el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, unidad Irapuato (CINVESTAV Irapuato) y el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) en Guanajuato capital. Con la creación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG), se da un reconocimiento en el orden jurídico estatal a la ciencia y la tecnología motivado por el interés en el impulso de dichos temas en la entidad. Debido a una reestructuración de la LXIV legislatura, se crea la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES), tomando el lugar del Consejo. Esta secretaría se extingue en el 2020 y se pasa a la competencia del nuevo organismo público el componente encargado de la innovación y la ciencia: el Instituto de Innovación, Ciencia y Emprendimiento para la Competitividad (IDEAGTO). Como parte de este último, el Estado de Guanajuato forma parte de la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT) en donde se estipula en su atribución XII como una de sus tareas realizar acciones para la difusión, divulgación y apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación, en la economía y sociedad del conocimiento.²

El CONCYTEG se forma con los objetivos de fomentar y promover la ciencia y la tecnología mediante la instauración de mecanismos de vinculación entre la comunidad científica y el resto de la sociedad. Las reestructuraciones posteriores añaden objetivos en ámbitos económico, educativo, innovación gubernamental, y desde el desarrollo sostenible.

En materia de las instituciones que realizan divulgación de la ciencia, este trabajo se centra en el CIMAT. Este llega al municipio de Guanajuato en 1980 como una institución dedicada al campo de las matemáticas y al crecimiento de la ciencia como área de formación

² Congreso Constitucional del estado Libre y Soberano de Guanajuato .(2020). Decreto Gubernamental número 64 por el que se crea el Instituto de Innovación, Ciencia y Emprendimiento para la Competitividad para el estado de Guanajuato. No. 179. Tercera parte.
http://periodico.guanajuato.gob.mx/downloadfile?dir=anio_2020&file=PO_179_3ra_Parte_20200907.pdf

en educación superior. Es reconocido en la República Mexicana como el centro de investigación más importante en su especialidad. Sus tres objetivos fundamentales son: generar conocimiento científico a través de la investigación en las áreas de especialización del Centro, formar recursos humanos de excelencia en las áreas de especialidad a nivel de licenciatura y posgrado, y fortalecer la vinculación con los sectores público, privado y social a través del desarrollo de proyectos de investigación aplicada, de la oferta de servicios tecnológicos y de consultoría, de la impartición de programas de capacitación y de la difusión y divulgación de las matemáticas.

En el centro de investigación CIMAT, personas que trabajan en el programa institucional de divulgación crearon en 2011 el grupo Matemorfohis. Es, sobre todo, a través de este que el CIMAT acerca las matemáticas a distintos sectores de la sociedad. Para los fines de este trabajo interesa destacar las diferentes actividades que este grupo realiza: organización de ciclos de conferencias, conferencias y talleres de divulgadores, participación u organización de tianguis y festivales de ciencia, stand de matemáticas recreativas y visitas a escuelas. Cada una de las actividades dirigidas a una amplia diversidad de públicos.

Es necesario contextualizar también en materia de investigaciones existentes relacionadas con el tema planteado para este trabajo. Para ello, se revisaron diferentes documentos que permiten enmarcar las dimensiones del problema de investigación. Para dar con el contenido, se recurrió a bases de datos digitales y al repositorio de tesis de la UNAM, siguiendo los criterios de búsqueda por palabras clave, y seleccionando aquellos archivos con una antigüedad no mayor a 10 años, de acuerdo con la pertinencia que presentarán con el tema de este trabajo.

Massarani (2018), presenta un estado del arte de la divulgación de la ciencia en América Latina a través de una revisión de publicaciones de la RedPOP en un periodo de 2014 a 2017. Encuentra que existe una diversidad de acciones en curso de divulgación por parte de varios actores sociales: Universidades, Institutos/Centros de investigación, dependencias públicas, recintos que se especializan en divulgación científica, y medios de comunicación. Destaca que estas acciones no son sistemáticas, generalmente no cuentan con un plan estratégico, y los recursos financieros y humanos resultan escasos. Tiene éxito en

identificar como áreas importantes la evaluación de impacto de las acciones de divulgación, y la accesibilidad a personas discapacitadas a estos tipos de actividades/espacios.

Cortassa, Wursten, Andrés, y Legaria, (2020), presentan un análisis de la comunicación de la ciencia desde las instituciones, tomando como caso específico el de la UNER y trabajando mediante técnicas de recolección de información primarias y secundarias, i.e. entrevistas en profundidad, grupos focales, formulario de relevamiento de acciones, y corpus documentales para realizar dos tipos de análisis: *bottom-up* y *top-down*. Identificando la dimensión comunicacional como una de las estrategias para mejorar la confianza entre sociedad e instituciones de conocimiento, y como una condición de posibilidad de la empresa cognitiva (Cortassa C., Wursten A., Andrés G., y Legaria J., 2020), se propusieron averiguar cómo se desarrolla la incorporación de la comunicación con la sociedad por parte de la UNER. Dieron cuenta de que existe un rezago de la institución en materia de la implementación de la Comunicación Pública de la Ciencia (CPC), pues su política de promoción queda a niveles de vinculación con el entorno socio-productivo y a acciones de anclaje territorial; en cambio, el compromiso con una construcción de cultura científica en la sociedad resulta marginal. Concluyen que, en general, un aumento en el compromiso con la comunicación extramuros por parte de las instituciones es un proceso a largo plazo, que implica la modificación de la cultura profesional, lo cual requiere de la sensibilización de las nuevas generaciones y modificaciones a políticas institucionales.

Es con Ramírez, Romero, Peinado, Franco, García, y Feltrero (2018) que se abre una reflexión más amplia, pues detectan que si bien se reconoce la necesidad de la cultura científica y la apropiación social del conocimiento como condiciones para enfrentar retos de la sociedad del conocimiento, y la promoción de acciones que formen ciudadanos capaces de participar en los procesos relacionados con la ciencia y la tecnología, muchas de las propuestas no toman en cuenta la diversidad cultural, el reconocimiento de los conocimientos tradicionales, el diálogo de conocimientos, o la participación de varios actores en los procesos de toma de decisiones. A través de la propuesta de León Olivé referente a los tipos de apropiación social del conocimiento, describen experiencias de prácticas de apropiación

social del conocimiento fuerte³ para mostrar el potencial que representa una perspectiva plural para la inclusión de la diversidad cultural en la sociedad de conocimientos, con los principios de democracia, equidad epistémica y justicia social. Encuentran las posibilidades que tiene en la práctica la construcción de nuevos conocimientos a partir de la interlocución entre los agentes del conocimiento científico y los conocimientos tradicionales, especialmente para atender problemas locales, al establecerse puentes de comunicación entre estos espacios.

Falcón, (2021), incorporó las nociones de apropiación social de la ciencia, también desde la teoría de León Olivé en su investigación, buscando generar un modelo de divulgación científica que pudiese facilitar la apropiación social de la ciencia, a través de una perspectiva intercultural. Trabajó un estudio de caso desde la investigación-acción con niñas y niños de Sisal, Yucatán, llevando a cabo una observación participante y talleres diagnóstico de divulgación. Con su trabajo pudo concluir que la incorporación de la perspectiva intercultural abonó a la reconfiguración de la práctica divulgativa, al hacer el campo de la divulgación un espacio de participación y diálogo (Falcón, D., 2021). Observó también que los conocimientos locales facilitaron la contextualización e incorporación de la ciencia, volviendo más sencilla para los participantes la detección de problemáticas de su entorno.

Por otro lado, interesa el estado del arte en etnomatemáticas que presentan Piñeiro, Giacomone. y Oliveras, (2016), referente a la aportación que detectan por parte de la interculturalidad. Buscaron indagar los aspectos principales que preocupan en el campo de la educación matemática, y contribuir de esta manera, al estado del arte sobre la Etnomatemática, y por consiguiente a la educación matemática y la diversidad cultural. Realizaron una búsqueda sistemática de publicaciones científicas, en actas de congresos y revistas de impacto durante el periodo 2014-2015, obteniendo 48 documentos vinculados al

³ León Olivé describe a la apropiación social del conocimiento como “la articulación de la cultura científico-tecnológica con la cultura de diferentes grupos sociales” (Olivé, 2011, p.116), y la clasifica en débil o fuerte dependiendo de las circunstancias en que se dan prácticas de comunicación o enseñanza de la ciencia, y la forma en que el conocimiento transmitido en cuestión afecta la manera de pensar o actuar del público. Cuando la apropiación se dice débil, es resultado de la comprensión por parte del público de teorías, modelos o explicaciones, y resulta en una ampliación del -horizonte de representaciones acerca del mundo-. Cuando se habla de apropiación fuerte, es una vez que el conocimiento científico que se transmite se incorpora en *realmente* en otras prácticas, se da una transformación de estas, y además, el conocimiento se utiliza ya para comprender y resolver problemas (Olivé, 2011a).

área de la etnomatemática de manera explícita o implícita. Con el análisis llegaron a mostrar las distintas tendencias con las que se aproximan las investigaciones a los diferentes aspectos de la interculturalidad en la educación matemática, donde destacan acciones puntuales en formación de estudiantes y profesores. Dichas tendencias están tratando de dilucidar una concepción de las matemáticas, para definir las cada vez más consideradas como un constructo social y cultural que ayuda a comprender el mundo (Bishop, 1999).

Así es que el trabajo de De Graaf (2021), sobre la divulgación y apropiación social de las matemáticas en México encuentra su relevancia para la presente investigación, pues delinea un antecedente directo. En su ejercicio profesional, De Graaf detecta en las estrategias del grupo Matemorfosis de CIMAT un nivel de apropiación social de la ciencia de tipo débil, siguiendo a León Olivé. Encuentra además la necesidad de considerar objetivos para la comunicación de las matemáticas enfocados no únicamente en cuestiones cognitivas, sobre comprensión y aprendizaje, sino también en dimensiones socioemocionales o de actitudes. Respecto a la contribución que el grupo ha hecho en materia de fortalecer la cultura matemática, se ha logrado de diversas formas, siendo este uno de sus principales objetivos; pero la evaluación de este impacto resulta uno de los retos actuales para saber si es verdadero.

1.4 Aproximación metodológica

Dado que el interés de este trabajo está centrado en un programa de comunicación de las matemáticas que ha sido estructurado y llevado a cabo por un grupo de miembros del CIMAT, e interesa la dimensión de sus actividades comunicativas, el enfoque metodológico utilizado fue la investigación cualitativa. Este tipo de investigación se caracteriza por ser una actividad situada, donde el investigador se adentra en la realidad y le corresponde hacerla visible mediante un compendio de prácticas interpretativas (Denzin y Lincoln, 2005). El mundo se convierte así en una serie de representaciones, resultado de una aproximación naturalista, ya que el objeto de interés se estudia en su ambiente natural y se persigue el propósito de encontrar el sentido de los fenómenos que se presenten de acuerdo con los significados que las personas les confieren (Denzin y Lincoln, 2005).

Se tiene presente que no es posible actuar como un elemento neutral en el campo que se estudia, pues este tipo de investigación tiene un carácter transformativo (Denzin y Lincoln, 2005), “los investigadores toman parte cuando observan o hacen que los participantes reflexionen sobre su vida, lo cual puede llevar a los entrevistados a nuevas maneras de entender su situación y el mundo que los rodea” (Flick, 2015, p. 32). Además de que quien investiga, se introduce en las experiencias de los participantes y construye el conocimiento siendo consciente de que es parte del fenómeno estudiado (Sampieri, 2010), por lo tanto, ha de reconocerse que los sesgos de quién indaga están siempre presentes, y permiten la visión particular con la que se aproxima al problema planteado, y guían los intereses de la investigación.

Para el caso de este trabajo, este tipo de enfoque es pertinente también, ya que no se persigue solamente la producción de conocimiento o ideas con fines científicos. Interesa la capacidad de transformación de la realidad que permite la investigación cualitativa, y la de producir un conocimiento que sea relevante para generar o promover soluciones a problemas detectados (Flick, 2015), puesto que es parte del objetivo de este trabajo el encontrar formas en que pueda enriquecerse un proceso de la comunicación de las matemáticas con las directrices de una propuesta de educación que busca el reconocimiento de la legitimidad existencial de formas distintas de ser en el mundo, formas de ser que quedan enmarcadas en distintos tipos de conocimientos. Se destaca así la relevancia de que este tipo de investigación sea además política, pues parte del compromiso que se le reconoce es cambiar el mundo (Flick, 2015).

Este tipo de investigación cuenta con técnicas determinadas de recolección de datos para lograr ese acercamiento y construcción de la realidad, de la cual se extraen diferentes tipos de datos. Interesan conceptos, percepciones, imágenes mentales, creencias, emociones, interacciones, pensamientos, experiencias, procesos y vivencias manifestadas en el lenguaje de los participantes (Sampieri, 2010), que representan información de personas, comunidades y contextos. Los datos pueden ser verbales o materiales, documentos, registros y artefactos, y es el investigador quien se vuelve el medio de obtención de la información.

En este trabajo se tomó como unidad de análisis el programa de divulgación de CIMAT: Matemorfosis, por medio de sus documentos, y datos verbales para complementar la información. Como parte de los datos cualitativos de interés para este trabajo, interesaron los documentos, que Sampieri (2010) caracteriza como escritos personales que se preparan con razones profesionales, cuya difusión es generalmente pública, estos incluyen: reportes, libros, artículos periodísticos, y “sirven al ser repositorio de historias o estatus actuales...(y) para conocer antecedentes de un ambiente, las experiencias, vivencias o situaciones y su funcionamiento cotidiano” (Sampieri, 2010, p. 433). Además de ellos pueden extraerse, y después examinar y compararse, los núcleos temáticos pertinentes a esta investigación. Puesto que se busca analizar el programa de divulgación, para poder describir sus aspectos, sus registros y documentos representan fuentes de información primordial.

Para la obtención de los datos verbales, se utilizó la entrevista como una de las técnicas conversacionales desde el enfoque cualitativo, en específico, la entrevista semi-estructurada. La entrevista se define como “una reunión para conversar e intercambiar información entre el entrevistador y el entrevistado” (Sampieri, 2010, p. 418), y está ligada al contexto histórico-político que enmarca los sujetos estudiados, pretendiendo comprender el comportamiento complejo de los miembros de la sociedad, de preferencia sin imponer categorizaciones a priori que limiten el ámbito de estudio (Denzin y Lincoln, 2005). La entrevista semiestructurada se caracteriza por basarse en una guía de asuntos o preguntas importantes, pero donde el investigador posee la libertad de agregar más para precisar conceptos o lograr más información (Sampieri, 2010). En este proceso se anima a los sujetos a describir con la mayor precisión posible lo que experimentan y sienten, y cómo actúan. “El enfoque se pone en descripciones matizadas que representen la diversidad cualitativa, las numerosas diferencias y variedades de un fenómeno, más que en terminar con categorizaciones fijas” (Kvale, 2011, p. 43), lo que permite destacar que no se obtienen opiniones generales, sino descripciones de situaciones y acciones específicas. Gracias a la comunicación que se establece por el investigador se construyen, entre el entrevistador y los entrevistados, significados específicos de un tema.

El tipo de conocimiento que se produce gracias a las entrevistas puede comprenderse al ser enmarcado en posiciones teóricas y epistemológicas como la fenomenología y la

hermenéutica (Kvale, 2011), ya que la primera está centrada en el mundo de la vida y las experiencias de los sujetos para buscar significados esenciales, y la segunda tiene como objetivo principal la interpretación del significado de los textos. Las entrevistas pueden considerarse como un lugar donde se construye conocimiento de la situación humana particular que tratan respecto a la investigación, y se debe estar consciente de que con esta interacción se afecta tanto a los entrevistados, como al conocimiento producido (Kvale, 2011).

Quedaron a disposición 45 archivos⁴ gracias a los miembros del programa Matemorfosis del CIMAT, los informes ejecutivos que son de acceso público desde la página del centro de investigación, y la propuesta inicial del proyecto de divulgación, que corresponden a su creación, su descripción, y reportes, parte del espacio temporal de 2015 a 2020, con excepción de los correspondientes al origen del programa, que corresponden al 2011. Se buscó analizar la misión, visión, objetivos y resultados del programa, para conocer las principales motivaciones de comunicar matemáticas, y las caracterizaciones que se han hecho del programa y sus actividades para conocer sus alcances y límites. Aspectos que se espera complementar con la visión de la educación intercultural, que tomando los trabajos de Walsh (2005), se llegó a sus características, tales como: permitir interacciones caracterizadas contextualmente, reconocer las diferencias entre partes, aceptar el existir del otro, asumir la diversidad desde perspectiva de respeto y equidad social, buscar no jerarquizar conocimientos, entre otros. Y sus fines: legitimar las identidades culturales de los estudiantes según como ellos las definan, promover un ámbito de aprendizaje donde todos los estudiantes puedan expresarse y comunicarse desde su propia identidad, desarrollar capacidades de comunicación, diálogo e interrelación; y fomentar estas entre personas, y contribuir a la búsqueda de la equidad social y mejores condiciones de vida.

Para la obtención de datos verbales, se realizó un proceso de muestreo voluntario de los miembros del grupo Matemorfosis. Se recurrió a un formulario, compartido con los miembros del programa de divulgación Matemorfosis sin importar su cargo, género o edad, para agendar las entrevistas. Se obtuvo la respuesta de 3 mujeres de sus integrantes. Las

⁴ Véase listado en Anexo 2.

entrevistas se llevaron a cabo en un escenario virtual, por medio de la plataforma Zoom, durante el mes de mayo de 2021, debido a las restricciones sanitarias que existieron al momento de realizar esta investigación. Estas siguieron un guion que permitió dilucidar los objetivos del programa de divulgación, las prioridades de los talleristas según sus actividades, y las estrategias que siguen de comunicación de las matemáticas, atendiendo al objetivo de identificar qué aspectos específicos de la planeación de Matemorfosis pueden ser enriquecidos. Así, se describen los aspectos particulares del programa de divulgación, para poder analizarlos mediante los criterios de la Educación Intercultural, entre los que se encuentran: el que permite interacciones que se caracterizan contextualmente, que se reconocen las diferencias entre partes, que se acepte el existir del otro, que se asuma la diversidad desde perspectiva de respeto y equidad social, y una no jerarquización de conocimientos.

Como estrategia de análisis de los datos de los documentos y los datos verbales, se recurrió a la codificación de la información recogida según las experiencias y puntos de vista que pudieron encontrarse. Se llevó a cabo un proceso de construcción de categorías de tipo mixto, en el cual se toman de base categorías existentes, en este caso aquellas extraídas de las definiciones de los teóricos citados, pero se formulan más en cuando el repertorio inicial resulte ineficaz para contener alguna unidad de registro (Rodríguez *et al*, 2005). Para el análisis de los documentos, con base en el trabajo de Ana María Sánchez-Mora (2016) se utilizaron las categorías referentes a la comunicación de la ciencia: público, objetivos, propósito, tipo de comunicación, resultados. Con base en el trabajo de Brian Trech (2008) se utilizaron las siguientes categorías respecto a la identificación de los factores de la comunicación de la ciencia: modelo de comunicación y percepción del público.

Capítulo II. La educación intercultural como eje de análisis de procesos de comunicación de la ciencia ‘cara a cara’

2. 1 Hacia una definición de interculturalidad

En esta sección se presentará la Educación Intercultural como un enfoque teórico y sus características para poder comprender su importancia, y, más tarde, permitir un análisis de los procesos de comunicación de la ciencia, desde su perspectiva. Para ello, será necesario tratar previamente la noción de interculturalidad, trabajando a través de sus diferentes acepciones para esclarecer sus implicaciones, establecer sus posibilidades para este trabajo, y destacar su pertinencia para actividades de comunicación de la ciencia.

Es desde la sensibilidad al hecho de que dentro de cualquier contexto donde se desarrolle y organice la vida humana habrá una diversidad cultural, que el término interculturalidad toma forma al buscar describir la interacción entre los grupos. El hecho de la diversidad se ha explicado de diferentes formas, sea atendiendo a características de los contextos en cuestión, al número de grupos distintos que coexisten, o a las dinámicas que caracterizan las relaciones entre los diferentes grupos. Ante esto, es menester comenzar por las definiciones base, la principal es la de cultura. Esta se entiende, por una parte, como:

el conjunto de representaciones, reglas de conducta, ideas (conjuntos o sistemas de representación determinados), valores (sistemas de preferencias y reglas e ideas acerca de las reglas para la acción), formas de comunicación y pautas de comportamiento aprendidas (no innatas) que caracterizan a un grupo social (Quintanilla, 2017, p. 264).

Si se constituye de reglas para la acción, también puede añadirse que la cultura comporta también las prácticas (Geertz, 2003) que producen conocimientos, que constituirán y transformarán el mundo, y “que dotan de significado a las acciones y formas de vida de los agentes” (Olivé, 2007, p. 160). La posibilidad de dotar de significado es una de sus principales características, ya que permite tanto la transmisión de la cultura como su legitimación. Como apunta Giménez (2005), la cultura puede ser en simultáneo “esquema de

percepción de la realidad, atmósfera de la comunicación intersubjetiva, cantera de la identidad social, guía orientadora de la acción y fuente de legitimación de la misma” (p. 86). Todo esto sucede en contextos históricamente específicos que son socialmente estructurados. Así, puede inferirse que habrá diversas formas de generar las representaciones, reglas, y pautas de comportamiento; pero, además, es necesario notar que la posibilidad de gamas de tales formas no son estáticas. El carácter multidimensional de la cultura de un grupo, como se construye y transmite por este, no queda reducido a una cosa o un conjunto de ellas, sino que corresponde también a una perspectiva, a una forma de ver e interpretar las experiencias sociales (Mato, 2005).

Ahora, si bien la interculturalidad puede en primera instancia referir a una interacción o relación entre culturas, un examen del término permite revelar que su carácter es mucho más complejo y polisémico, que implica muchos más aspectos. Gunter Dietz (2017) advierte que “se deben analizar los usos de la interculturalidad en sus dimensiones polisémicas y en estrecha relación con las visiones correspondientes de la sociedad contemporánea, la cual se favorece de alguno de sus usos específicos” (p. 195). Puede ayudar a esclarecer estos diferentes usos una pequeña traza histórica del término a través de sus diversos marcos interpretativos, ya que “al hablar de interculturalidad debemos ser reflexivos y críticos de nuestros discursos ya que el término se construye histórica y contextualmente” (Fornet-Betancourt, 2004, Beuchot, 2005, por Dietz y Mateos, L. 2011, p. 34).

Interculturalidad resulta un término y un discurso que ha migrado entre territorios, ha sido adoptado por diferentes actores, y como tal se le han depositado diferentes objetivos. Destaca en el contexto de migraciones para Europa, región que inicia con la noción de interculturalidad en la década de los 70 (Dietz y Mateos, L., 2011), donde el inmigrante resulta el foco de atención, alrededor del cual diferentes políticas buscan eliminar el ‘problema’ que representa para las sociedades, de ahí la necesidad de incorporarlos a la sociedad intentando respetar sus diferencias, proponiéndose una educación alternativa para ellos (Tubino, 2004). Se tiene también la adopción del término por parte de varios

organismos: GTZ, UNESCO, UNICEF, OEA, OIT,⁵ que no originaron el concepto o el discurso, pero juegan un papel predominante en su oficialización a través de sus actividades y financiamientos de programas educativos. Vinculan el concepto interculturalidad con el campo educativo, marcando el paso de la educación bilingüe a la intercultural (Dietz & Mateos, 2011).

América del norte

Como apuntan Dietz y Mateos (2011) en Estados Unidos el término de interculturalidad se vinculó en primera instancia con el campo de la comunicación intercultural, y se comenzaron a desarrollar también estudios interculturales. Esto obedeciendo al contexto posterior a la Segunda Guerra Mundial y a la creación de las Naciones Unidas; el territorio fue sujeto de una inmigración masiva de europeos, africanos, asiáticos, hispanos y latinos. Nació entonces la preocupación de la sociedad estadounidense de consolidar una identidad nacional, siguiendo una estrategia de asimilación. Pero se dio una transición terminológica a finales de los años setenta, al surgir en el país la educación bilingüe y la educación multicultural. El objetivo principal (Dietz y Mateos, 2011) era lograr la unidad lingüística, introduciendo el inglés a través de las lenguas maternas presentes.

América Latina

El término aparece a partir de los años setenta, en seguida un panorama general de las raíces de la utilización para varios países (Dietz y Mateos, L., 2011). En general, surge desde las demandas de los programas de educación bilingüe de los pueblos indígenas del continente (Tubino, 2004). En Perú el término se promueve en 1975 por teología de la liberación y fue desarrollado por lingüistas y antropólogos que trabajaban con poblaciones indígenas.⁶ En el periodo de 1979 a 1985 ‘interculturalidad’ aparece a través de un proyecto de alfabetización por parte de la PUCE,⁷ aunque también fue impulsada por movimientos indígenas, la GTZ y el Ministerio de Educación. Para 1983 interculturalidad empieza a

⁵ Cooperación Técnica Alemana, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Fondo de Naciones Unidas para la Infancia y la Educación, Organización de Estados Americanos, Organización Internacional del Trabajo, respectivamente.

⁶ Quechuas del Río Napo.

⁷ Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

utilizarse en Bolivia, las organizaciones sociales y movimientos indígenas fomentan el término a través de sus demandas, hasta que llega a ser introducido en el sistema educativo. En Colombia hasta 1986 se logró introducir la noción también en el terreno educativo vinculada con el etnodesarrollo, manejado por organizaciones indígenas,⁸ y es hasta 1991 que se incorpora en su legislación. En Guatemala para 1990 el discurso intercultural ya se vinculaba al campo educativo para trabajar la educación formal de niños indígenas a través de ONG y agencias de cooperación internacional; para 1996 el término adquiere relevancia al ser incorporado a los campos político y educativo, “en dicho contexto, la interculturalidad fue entendida como espacio de diálogo y de intercambio cultural necesaria para población indígena” (López, 2009, como se citó en Dietz y Mateos, L., 2011, p. 95). En el caso de México, en 1996 la interculturalidad se adopta en el sistema educativo, aunque existieron aproximaciones anteriores que aplicaron el término en el campo de la antropología aplicada y el de la salud, cuando el INI⁹ y la Secretaría de Salud se vieron inmersos en programas donde se buscaba la complementariedad del sistema de salud tradicional e institucional.

Es evidente la variación contextual respecto al papel que ocupa la noción de interculturalidad, a pesar del factor común encontrado en la importancia para el ambiente educativo. Pero hasta aquí, ha sido posible solamente establecer parte de su polisemia, ya que su complejidad recae en las formas en que difiere de otras nociones que también refieren a la diversidad cultural, a veces resultando base de algunos discursos interculturales, estas son la pluriculturalidad y la multiculturalidad.

El concepto de pluriculturalidad, como apunta Catherine Walsh (2005), presenta un referente común en América Latina al responder a la necesidad de conceptualizar y representar el hecho de que en la región ha existido históricamente una convivencia en el territorio de pueblos negros, indígenas, blancos y mestizos, formando la totalidad nacional. Siguiendo a la autora, lo que con esta noción se logra es señalar la pluralidad entre y dentro de las culturas mismas, da cuenta de una convivencia de ellas en el espacio que comparten, pero no por ello implica referir a una interrelación equitativa.

⁸ Consejo Nacional Indígena de Cauca (CRIC).

⁹ Instituto Nacional Indigenista.

Por otro lado, el término multiculturalidad es principalmente descriptivo para la multiplicidad de culturas que se encuentran en un mismo espacio, sin que necesariamente tengan una relación entre ellas; destaca, además que busca “promover la tolerancia del otro, ocultando muchas veces desigualdades e inequidades sociales, dejando intactas las estructuras e instituciones que privilegian a unos sobre otros” (Walsh, 2005, p.5). Es importante el papel que el término le da a la noción de diferencia en cuanto a la comprensión del ‘otro’: “como aquel cuya diferencia tiene que borrar. El sujeto diferente tiene que dejar de serlo para poder interactuar con la cultura dominante” (Schmelkes, 2003, p. 27).

2.1.1 Interculturalidad relacional, funcional y crítica

Ahora bien, es necesario distinguir entre las diferentes perspectivas que le corresponden a la interculturalidad, para determinar sus características, y cuál de estas perspectivas es relevante para este trabajo de investigación. De acuerdo con Walsh (2010), puede hablarse de interculturalidad relacional, interculturalidad funcional e interculturalidad crítica.

La primera se refiere a la forma más básica y general al contacto e intercambio entre culturas, ya sea en condiciones de igualdad y desigualdad. Esto tiene por consecuencia, especialmente en el contexto de América Latina, asumir la interculturalidad como algo siempre existente, ya que el contacto entre diferentes pueblos siempre se ha dado, algunos ejemplos: sincretismo, mestizaje, y transculturaciones¹⁰ (Walsh, 2010). Pero, así entendida “enmascara las condiciones sociohistóricas en las cuales este relacionamiento se ha producido, dejando por fuera la posibilidad de enfrentar la conflictividad que contiene” (Albán y Rosero, 2016, p. 32).

¹⁰ Los tres son considerados como procesos de hibridación cultural, el sincretismo se utiliza para hablar de las combinaciones de prácticas religiosas. El mestizaje, que se puede abordar biológicamente como “producción de fenotipos a partir de cruzamientos genéticos, o cultural: mezcla de hábitos, creencias y formas de pensamiento” (García, 2003, p.10). Cuando se habla de transculturación, se busca referir al fenómeno expandido de una incorporación a creencias tanto religiosas como a otros sistemas de creencias, que se vio intensificado con el aumento de migraciones y la difusión entre territorios de creencias y rituales, y describe más que un proceso unidireccional como el de aculturación (García, 2003).

En el caso de la interculturalidad funcional, se habla de un reconocimiento de la diversidad y diferencias culturales, persiguiendo el objetivo de incluir estas al interior de la estructura social establecida (Walsh, 2010). Siguiendo a Tubino (2004), se caracteriza también por centrarse en la necesidad del diálogo y el reconocimiento intercultural, al tiempo que sustituye el discurso sobre la pobreza por el de la cultura, esto es, se deja de lado el hecho de que muchos de los grupos culturales subalternos se encuentran en condiciones de pobreza a veces extrema. Además, el autor postula que en este carácter funcional los siguientes elementos resultan ignorados, así como su importancia para la comprensión de las relaciones interculturales: la justicia distributiva, las desigualdades económicas, y las relaciones de poder. En suma, el término resulta inscrito en el Estado nacional y en el sistema socioeconómico vigente, es decir, es funcional a éstos. Es entonces que

cuando el discurso sobre la interculturalidad sirve – directa o indirectamente – para invisibilizar las crecientes asimetrías sociales, los grandes desniveles culturales internos y todos aquellos problemas que se derivan de una estructura económica y social que excluye sistemáticamente a los sectores subalternizados de nuestras sociedades, entonces es posible decir que se está usando un concepto funcional de interculturalidad pues no cuestiona el sistema post-colonial vigente y facilita su reproducción. (Tubino, 2004, p. 5-6).

La interculturalidad crítica, que interesa para los fines de este trabajo, se distingue de las anteriores nociones ya que busca suprimir las causas de la asimetría cultural, partiendo desde las dimensiones estructural, colonial y racial de las desigualdades (Walsh, 2010), y busca profundizar en la naturaleza histórica de éstas. Dietz (2017) argumenta, además, que, desde este enfoque crítico, se haría posible identificar a los actores colectivos con potencial de transformar tales relaciones asimétricas al desarrollar canales de participación diferentes, no de forma individual, sino sistémicamente. Es entonces que interculturalidad se utiliza de manera prescriptiva y toma un carácter normativo, refiriendo propiamente al interculturalismo: “un programa transformador que tiene como objetivo hacer que las sociedades contemporáneas sean más conscientes de sus diversidades internas, y más inclusivas y simétricas en relación con sus ‘minorías’” (Dietz, G., 2017, p. 193).

Walsh (2010) apunta también que dada la necesidad de transformación de las relaciones culturales que comporta la interculturalidad crítica, se hace posible entenderla como una herramienta, un proceso y un proyecto de sociedad; con la condición de que para estas tres nociones su construcción sea desde la gente. Siguiendo a la autora, se requerirá la transformación de estructuras, instituciones y relaciones sociales; y también, la construcción de condiciones distintas de: estar, ser pensar, conocer, aprender, sentir y vivir. Considerar la interculturalidad como proyecto implica atender a las dimensiones política, ética y epistémica (Walsh, 2010; Albán y Rosero, 2016), se debe sobrepasar el discurso y encontrar su accionar por parte de varias instancias sociales (i.e. políticas, educativas, sociales, humanas). De acuerdo con Albán y Rosero (2016), con esto se busca llegar a la construcción de condiciones que lleven a una existencia digna, donde se hable de un goce pleno de los derechos propios de las distintas subjetividades.

En razón de lo anterior, no es posible sino admitir que la interculturalidad así entendida aún no es una realidad, y con tal afirmación se busca hacer énfasis al carácter de la interculturalidad crítica como proyecto que debe continuar persiguiéndose, sobre todo porque, como indican Albán y Rosero (2016), hay condiciones que actualmente impiden la existencia real de una interculturalidad, condiciones que refieren a otras diferencias: sexuales, religiosas, generacionales y de género, que logran dar cuenta de la complejidad de la tarea. Walsh (2010) estipula:

La interculturalidad entendida críticamente aún no existe, es algo por construir. Por eso, se entiende como una estrategia, acción y proceso permanentes de relación y negociación, en condiciones de respeto, legitimidad, simetría, equidad e igualdad. Pero aún más importante es su entendimiento, construcción y posicionamiento como proyecto político, social, ético y epistémico que afirma la necesidad de cambiar no sólo las relaciones, sino también las estructuras, condiciones y dispositivos de poder que mantienen la desigualdad, inferiorización, racialización y discriminación. (p. 78)

Gracias a esto es posible comenzar a esbozar algunos de los objetivos que distinguen a esta noción. Entre estos se encuentra el romper con la relación de la historia hegemónica dominante y las otras que le quedan subordinadas, y así reforzar identidades que han sido tradicionalmente excluidas. Se orienta a lograr que en la vida cotidiana exista una

convivencia de respeto y legitimidad entre todos los grupos de la sociedad, notando que esta es tarea de toda la sociedad y no solamente sectores campesinos/indígenas (Walsh, 2005). En relación con esto se encuentra el pensamiento de Alatorre (2018), con su llamado a no pensar la interculturalidad como algo asociado solamente a pueblos indígenas, desde su punto de vista hay interculturalidad en todos los espacios sociales ya que se establecen relaciones entre lo que él distingue como actores culturalmente diversos. Sin embargo, debe ejercerse cierta precaución, ya que declarar la existencia de interculturalidad en todos los espacios deja a la noción en su carácter descriptivo, y contradice la declaración de su no existencia; pero, puede pensarse en su lugar, que hay potencial para la interculturalidad en los espacios sociales.

Es importante tener en cuenta además que la interculturalidad crítica no sólo reconoce, descubre o tolera al otro diferente. Tampoco lleva a que se esencialicen identidades, o a que estas lleguen a entenderse como adscripciones étnicas inamovibles, “se trata de impulsar activamente procesos de intercambio que, por medio de mediaciones sociales, políticas y comunicativas, permitan construir espacios de encuentro, diálogo y asociación entre seres y saberes, sentidos y prácticas distintas” (Walsh, 2005, p. 7). En vista de esto se destaca otra de sus características, que como bien apunta Alatorre (2018) ayuda a despertar una sensibilidad que nos permite estar alertas tanto de los propios prejuicios y estereotipos; además de que también nos recuerda que las propias nociones de lo que es normal llegan a depender del contexto cultural, y que aquellos valores que creemos universales pueden ser válidos únicamente en un ámbito restringido. Una advertencia importante, que destaca Mato (2005), que refiere al buscar actuar bajo lo que hasta ahora se ha esbozado como interculturalidad crítica, es:

evitar que la colaboración intercultural entre intelectuales de la academia y/o de agencias gubernamentales, intergubernamentales o de cooperación internacional e intelectuales indígenas, afrodescendientes, o cualquier contexto o grupo social, quede entrampada por la aplicación de algunas consignas ya institucionalizadas que, en última instancia, expresan y reproducen creencias relacionadas con la presunta superioridad del mundo moderno occidental, tales como ‘dar voz a los sin voz’ y ‘legitimar saberes’. Porque cada una de estas formas de saber tiene sus propias voces,

cuanto menos en sus respectivos contextos, y porque todas ellas son legítimas, cada una, cuanto menos en sus respectivos contextos de producción y aplicación (p. 131)

Así pues, para este trabajo, se entiende que la interculturalidad reconoce el contacto e intercambio entre culturas, incluye el reconocimiento de la diversidad y diferencias culturales, y se centra en la necesidad del diálogo y el reconocimiento. Pero, sobre todo, que busca suprimir las causas de la asimetría cultural, partiendo desde las dimensiones estructural, colonial y racial de las desigualdades; esto es, persiguiendo una transformación, que puede localizarse a nivel de instituciones, estructuras, y relaciones sociales. Será considerada desde las características de su acepción crítica, haciendo énfasis en sus potencialidades como herramienta, proceso y proyecto. Estas características son:

- Busca que los contextos tengan más conciencia de su diversidad interna.
- Impulsa activamente procesos de intercambio que permitan la construcción de espacios de encuentro, diálogo y asociación por medio de mediaciones políticas, sociales, y comunicativas.
- Busca romper con la relación de la historia hegemónica dominante y las otras que le subordinadas, y reforzar identidades que han sido tradicionalmente excluidas.
- Despierta sensibilidad hacia subjetividades existentes en materia de prejuicios, estereotipos, y aquello considerado como normal.
- Busca que en la vida cotidiana exista una convivencia de respeto y legitimidad entre todos los grupos de la sociedad, notando que esta es tarea de toda la sociedad.

Todo esto entre saberes, sentidos y prácticas distintas de los grupos y/o personas que interactúan en un contexto específico o con fines de comunicación, interacción y convivencia.

2.2 Interculturalidad y comunicación de la ciencia

¿Cómo puede darse el encuentro entre estas dos nociones, interculturalidad y comunicación de la ciencia, para abordar el problema de esta investigación? Esta cuestión se atiende a continuación, al analizar los paralelismos entre la comunicación de la ciencia desde su configuración en modelos que distan de una transmisión lineal de conocimientos, y los postulados de la interculturalidad. Para ello se tomará del desarrollo anterior del concepto de interculturalidad crítica y los trabajos de Cortassa (2010), Gascoigne y Schiele (2020), Blanco (2004), y Alcívar (2015).

El concepto de comunicación de la ciencia se desarrollará propiamente en los apartados siguientes, pero se puede iniciar con definirla en términos generales, como la o las prácticas que se llevan a cabo para informar, involucrar, persuadir o modificar comportamientos, y fomentar una mejor toma de decisiones (Gascoigne y Schiele, 2020), en temas relacionados con la ciencia, tomando en cuenta diferentes estrategias: medios escritos, medios masivos, talleres, ferias, entre otras. El término se utiliza para describir los intercambios comunicativos entre científicos y no-científicos, y abarca “todas aquellas actividades con las que la cultura científica se incorpora a la cultura de la comunidad” (Alcívar, 2015, p. 3). Se encuentra su necesidad en diferentes razones (Blanco, 2004): entender a la ciencia como un producto cultural, resaltando el impacto histórico que han tenido para la sociedad los avances de las diferentes disciplinas que impacta no solo el ámbito experto; y considerando una perspectiva social, se ha expresado la importancia de mantener una relación entre la ciencia y la sociedad, sobre todo por el nivel de especialización al que ha llegado la ciencia (y la tecnología) que aleja al público no especializado, y presenta la posibilidad de una fragmentación social que derive en una falta de agencia por parte de los ciudadanos respecto a las decisiones que se toman respecto a la ciencia, pero que afectan a la mayor parte de la población.

Debe señalarse que el concepto de comunicación de la ciencia, al igual que el de interculturalidad, ha tomado diferentes acepciones, sobre todo debido a las transformaciones que la práctica ha sufrido a lo largo de los años y las condicionantes contextuales que le rodean. Y actualmente, continúan en la literatura diferentes términos.

Los desafíos que se encuentran para esta práctica, relacionados directamente con las estrategias comunicativas, resaltan en el momento en que se considera la diversidad de contextos a los que las actividades comunicativas deben de enfrentarse. Diversidades que van desde culturales hasta epistémicas. Cortassa (2010), en su trabajo *Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia*,¹¹ trata las interrogantes que se le presentan a la práctica de la comunicación de la ciencia al considerar las constricciones de lo que la autora señala como una asimetría epistémica entre los comunicadores y el público, y la heterogeneidad cultural que enmarca los momentos de diálogo y discusión.

Interesan los aportes desde la interculturalidad crítica debido a las pautas dialógicas que establece teniendo en cuenta el reconocimiento de la diversidad de diferencias, que, en materia de relaciones entre científicos y sociedad, estas son principalmente epistémicas. Sobre todo, porque existe la preocupación respecto a la legitimidad del conocimiento científico y su ventaja sobre la legitimidad de otras formas de conocer, pensando en que los modelos que han predominado dentro de la comunicación científica buscaron la alfabetización de ciudadanos, considerados como carentes de conocimientos debido a un distanciamiento entre ciencia y sociedad. De ello derivaron estrategias mayormente lineales. Cortassa (2010) en su planteamiento de la evolución de los estudios de la comunicación pública de la ciencia, presenta un ejemplo del tipo de mentalidad respecto a la estrategia:

superar la ignorancia de la sociedad mediante la divulgación de una serie de conceptos y métodos científicos básicos se postula como el mecanismo necesario y suficiente para franquear la brecha cognitiva y actitudinal que la separa de la ciencia y habilitar la participación de los ciudadanos en las discusiones que la involucran (p. 155).

De esta forma, educar al público para que aumentase sus conocimientos y pudiera entonces comprender los beneficios que representan los campos de la ciencia y la tecnología era considerado suficiente. Sin embargo, una vez avanzado el campo y cambiando estrategias en las prácticas comunicativas, dio pauta para tomar en cuenta que una vinculación entre

¹¹ Cortassa, C. (2010). *Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia*. *ArtefaCToS*, 3(1), 151-185.

ciencia y sociedad, pensando en interacciones entre agentes competentes implica una diferencia cualitativa (Cortassa, 2010) pues se ha reconocido la carencia de legitimidad del público “para asumir un papel activo en la relación -por lo menos hasta tanto haber alcanzado un nivel de información y dominio conceptual que los habilite para eso” (Cortassa, 2010, p. 156). Bien reconocida esta diferencia, persiste el reto de cómo lograr proveer herramientas para un diálogo sin deslegitimar al otro.

Recordando a la intercultural crítica como proceso, herramienta y proyecto, sobre todo que como proyecto implica atender a las dimensiones política, ética y epistémica (Walsh, 2010; Albán y Rosero, 2016), se encuentra su potencial como guía o ayuda a enfrentar el reto de la comunicación científica. Aunque se reconozca como inherente una asimetría epistémica entre expertos y no expertos y que, por tanto “las posibilidades para la circulación y apropiación social del conocimiento científico deben pensarse «a partir de» y no «contra» ella, tomándola como un presupuesto y no como un problema a resolver” (Cortassa, 2010, p. 157); pensar a partir de estas diferencias implica identificar qué áreas o momentos de la comunicación científica pueden recibir aportes de una lógica que enfrenta directa y activamente la existencia de tales diferencias.

2.3 Educación Intercultural

Una vez diferenciadas las acepciones que existen para el término interculturalidad, es posible adentrarse en la Educación Intercultural (EI), y seguir abonando al potencial que tiene para la comunicación de la ciencia. Para comenzar a delimitar el concepto, Francisco Guzmán (2018), aventura una definición general para la Educación Intercultural como:

Un proceso de desarrollo de competencias para establecer encuentros, interacciones y correlaciones onto-históricas con la alteridad socio-cultural, a partir de las formas particulares de significación identitaria y el reconocimiento de la legitimidad existencial de los diversos modos de devenir el ser en el mundo (p. 208).

Esto es, será un proceso que permita lograr interacciones caracterizadas por el momento histórico en que tienen lugar. Interacciones dadas entre partes que se saben diferentes entre sí, reconociendo las características específicas que brindan a cada parte su

identidad, lo que les permite reconocer esas diferencias. Y bien logradas, serán interacciones que aceptan el existir de las otras partes como formas válidas de ser en el mundo.

Es necesario permanecer sensibles al hecho de que, al igual que con el término ‘interculturalidad’, la EI puede representar diferencias según el contexto donde se persiga. Su origen, para el continente americano, está centrado en la preocupación existente por la educación escolar indígena, dirigida a los grupos subalternizados (Ferrão, 2013). En su panorama general, el objetivo principal de la EI consistía en que, como diferentes, era necesario integrarlos a la sociedad.

Debe tenerse presente que a lo largo del continente americano no existe una delimitación compartida respecto a lo que implica pedagógicamente lo intercultural (Walsh, 2005). Desde los años 90, cuando la posición de que la interculturalidad debe ser trabajada por todos los actores sociales, y desde el argumento de buscar que sea una característica de la sociedad en su proceso de construcción democrática, es que el enfoque de la Educación Intercultural cambia para dejar de considerarse particular a los grupos subalternizados (Ferrão, 2013). Este hecho se constata cuando “la noción de interculturalidad ha vuelto a aparecer en la educación con el deseo de superar tanto las limitaciones políticas como pedagógicas de la antigua educación indígena bilingüe y bicultural” (Dietz, 2017, p. 197). El autor postula, sin embargo, que se ha mantenido un sesgo al introducir la interculturalidad en terrenos educativos que responde a un trato parcial a cuestiones étnico-indígenas.

Aunado a lo anterior, y gracias a Ferrão (2013), puede entenderse una de las dicotomías que presenta la introducción de la noción de la interculturalidad al ámbito educativo, donde muchas veces predominaba el enfoque funcional, y lo que la autora denomina como ‘abordaje aditivo’. Lo cual consta de y se limita a, introducir aquellos elementos de las culturas de los grupos que se consideraran diferentes, especialmente indígenas y afrodescendientes, en el currículo escolar. Es a partir de ahí que la autora afirma, y con razón, que

la educación intercultural no puede ser reducida a algunas situaciones y/o actividades realizadas en momentos específicos ni enfocar su atención exclusivamente en determinados grupos sociales. Se trata de un enfoque global que debe afectar a todos

los actores y todas las dimensiones del proceso educativo, así como los diferentes ámbitos en los que él se desarrolla (Ferrão, 2013, p.159).

Para el contexto de México, la educación intercultural ha surgido desde el Estado, institucionalizando el discurso de la educación intercultural bilingüe como política educativa (Gallardo, 2015). Se crearon distintas dependencias, la Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe (CGEIB) y el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INLI). Donde se propone entender la EIB como “un conjunto de procesos pedagógicos intencionados, su orientación está en formar personas capaces de comprender la realidad desde diversas ópticas culturales y de intervenir en procesos de transformación social que respeten y se beneficien de la diversidad cultural” (Ahuja *et al.*, 2004, p.49). Se le reconocen dos tareas (Ahuja *et al.* 2004), lograr que los alumnos alcancen los objetivos educativos nacionales y asegurar el acceso y permanencia en todos los niveles del SEN;¹² y, replantear la relación con los otros e involucrar en tal proceso a los actores de la educación, llevando a aceptar la existencia de otras lógicas culturales como igualmente válidas, intentar comprenderlas y asumir una postura ética frente a ellas.

Una mirada crítica al contexto nacional permite hacer unas anotaciones al respecto. El hecho de que la educación intercultural surja desde el estado comporta como consecuencia que la política educativa y el contexto de formación de docentes se caracterice por una política integracionista y asistencialista (von Groll, *et al.*, 2013), aun tomando en cuenta, como indica Gallardo (2015) el cambio de perspectiva de entender la diversidad cultural como condición de la realidad del país y asumiendo que la cuestión intercultural en la educación estuviera dirigida no solo a los pueblos indígenas, sino a todos los habitantes del país.

Para este trabajo es importante tanto comprender lo anterior, como distar de la concepción de la incorporación de la interculturalidad en el currículo, así como la EI, caracterizadas meramente por presentar un abordaje de tipo aditivo, y tomar en su lugar los siguientes preceptos.

¹² Sistema Educativo Nacional.

Siguiendo a lo que Walsh (2005) establece en cuanto al papel de la interculturalidad en el sistema educativo, se encuentra lo siguiente; 1) que tal introducción implique que la diversidad cultural es asumida desde una perspectiva de respeto y equidad social. 2) Se establece que todos los sectores de la sociedad deben asumir tal perspectiva hacia los otros. Este principio debe sustentarse en la idea de que las culturas tienen derecho a desarrollarse y contribuir desde sus particularidades y diferencias a la construcción del país. 3) Se establece que lo anterior deberá lograrse sin recurrir a la jerarquización de conocimientos, y sin que los otros grupos culturales sean considerados solamente como actores débiles de la sociedad, o se deposite en ellos la obligación de conocer la cultura dominante. En esta misma línea, Mato (2005) complementa cuando considera necesario que las prácticas socioeducativas tengan por fundamento una sensibilidad intercultural, para esto, debe lograrse que cada persona promueva los valores de curiosidad profunda, respeto y valoración por: visiones del mundo, valores, intereses, y saberes de los demás.

En cuanto a sus objetivos, Catherine Walsh (2005) establece en primera instancia que la EI intenta promover una relación comunicativa y crítica de seres y grupos distintos, y extender a esa relación la tarea de construir sociedades realmente plurales y equitativas. Y en su obra “La interculturalidad en la educación”, Walsh delimita como fines definitorios de la Educación Intercultural:

- Fortalecer y legitimar las identidades culturales de todos los estudiantes en la forma en que ellos y sus familias la definen.
- Promover un ámbito de aprendizaje en el cual todos los estudiantes puedan expresarse y comunicarse desde su propia identidad y práctica cultural, y enriquecerse mutuamente con las experiencias de unos y otros
- Desarrollar capacidades de comunicación, diálogo e interrelación; y fomentar la comunicación, diálogo e interrelación equitativa entre personas (alumnos, docentes, padres de familia, etc.), grupos y saberes y conocimientos culturalmente distintos
- Contribuir a la búsqueda de la equidad social y mejores condiciones de vida (2005, p.23)

Para complementar, y dar cuenta de la complejidad para la educación intercultural, Ferrão (2013), presenta los desafíos que el promover una educación intercultural supone. Uno es la necesidad de deconstrucción, que implica que se promuevan “procesos de desnaturalización y explicación de la red de estereotipos y preconcepciones que dominan en los imaginarios individuales y sociales en relación los diferentes grupos socioculturales” (Ferrão, 2013, p. 157). Lo cual, necesita también cuestionar el carácter monocultural y el etnocentrismo presentes en las escuelas. El segundo desafío es lograr una articulación entre igualdad y diferencia a nivel de políticas educativas, que acompaña al rescate de procesos de construcción de identidades socioculturales. Y, por último, promover experiencias de interacción sistemática con los otros, para lograr la capacidad de relativizar “nuestra propia manera de situarnos ante el mundo y atribuirle sentido” (Ferrão, 2013, p. 159), lo que necesita de una interacción intensa con diferentes modos de vivir y expresarse.

Es así como la educación intercultural se erige como una potencial herramienta de análisis de procesos ya existentes dados sus lineamientos, que podría tener alcances mayores, ya que:

de manera ideal, la educación intercultural se configura como propuesta para la transformación educativa y social, o sea, una verdadera escuela democrática-crítica e incluyente que admita el pluralismo sociocultural como elemento dinamizador y enriquecedor de sí misma y de su entorno, procure la justicia, participación, colaboración, solidaridad y autodeterminación de las acciones realizadas (García y Sáez, 1998), así como la construcción de una sociedad democrática igualitaria y equitativa” (von Groll, *et al* 2013, p. 152).

La educación Intercultural se entenderá entonces como un proceso que permita desarrollar competencias para el establecimiento de correlaciones, encuentros e interacciones, reconocidas desde las particularidades identitarias de las partes que intervienen. Busca reconocer la legitimidad existencial (Guzmán, 2018) de los que interactúan al promover en las interacciones la curiosidad, el respeto y la valoración por/de: valores, intereses, visiones del mundo, y saberes. Para ello, se debería recurrir a los fines definitorios que se le adjudican: 1) fortalecer y legitimar las identidades culturales de todos los estudiantes, 2) promover un ámbito de aprendizaje en el cual todos los estudiantes puedan expresarse y comunicarse desde su propia identidad y práctica cultural, y 3) enriquecerse

mutuamente con las experiencias de unos y otros, 4) desarrollar capacidades de comunicación, diálogo e interrelación fomentando el que sea equitativa entre grupos y saberes y conocimientos culturalmente distintos, y 5) contribuir a la búsqueda de la equidad social y mejores condiciones de vida. Aboga por que las relaciones que se den para lo anterior sean críticas y comunicativas, y se espera poder lograr una transformación educativa y social.

Se encuentra su potencial para aportar a la comunicación científica debido a que permite abordar la dimensión contextual de los contactos que se dan entre ciencia y público. Estos se han estudiado previamente desde que la investigación en procesos de comunicación de la ciencia, pues era pertinente para comprender cómo es que se ha dado el distanciamiento entre ciencia y sociedad, pues se ha encontrado la importancia de identificar los vínculos que se dan entre los agentes, los procesos de negociación de credibilidad y confianza, y el cambio en las dinámicas de relación (Cortassa, 2010) que harían de la comunicación de la ciencia una práctica exitosa.

Para ello, se dio un primer paso al superar el buscar la alfabetización del público, como Cortassa (2010) menciona, al parecer hay mayor disposición a estudiar la variabilidad de las relaciones entre expertos y no-expertos en función de los contextos en que se insertan, lo que, en sus palabras “permitió dar cuenta de los múltiples factores en juego, que son irreductibles a la disposición o no de cierto tipo de saber” (p. 156). Esa atención a los contextos es el fuerte de la interculturalidad, y en materia de intercambios formativos, de la educación intercultural.

Es así que en esta investigación se utilizó la propuesta metodológica de educación no formal con enfoque intercultural de Fuentes y Campos (2018). En esta propuesta las autoras toman como base el reconocer que “todas y todos sabemos algo” (Fuentes y Campos, 2018, p. 56), centrándose en el diálogo de saberes, pues consideran que el conocimiento termina por construirse de manera relacional, esto es, planteando un modelo no lineal de transmisión de ideas.

Esta metodología consta de cuatro aspectos centrales (Fuentes y Campos, 2018):

-La elección de la estrategia, basada en una lectura inicial de los contextos y personas que se verán implicadas en el proceso.

-Diseño flexible, tomando en cuenta el hecho de que la realidad posee posibilidades variadas, el diseño de las estrategias tiene que considerar los posibles escenarios en los que ocurrirá el proceso. Para esto, se recomienda estructurar el acercamiento partiendo de ejes o preguntas generadoras que permitan detonar contenidos y técnicas. Y pensar también en planear la existencia de espacios de expresión, exposición de contenidos, y reflexión.

-Niveles de abordaje, se proponen los siguientes: vivencial, conceptual, reflexivo, de análisis y aplicación.¹³

-El proceso de evaluación, se conciben procesos denominados bifocales, donde las dinámicas de evaluación se centran en los detalles del diseño e implementación de la actividad, y en el panorama general del proceso educativo que se llevó a cabo. Las autoras proponen también una serie de interrogantes para orientar la evaluación: ¿el proceso es pertinente para el contexto que se está atendiendo?, ¿la experiencia es útil en relación con los objetivos planteados?, ¿el planteamiento es congruente con el enfoque intercultural?, ¿la propuesta es accesible para quienes participan? En esta parte las autoras también destacan la importancia de la auto-observación de los facilitadores, para realizar una evaluación más integral.

¹³ Se presenta en la página siguiente el esquema (Figura 1) elaborado por las autoras que delinea las implicaciones, objetivos y tipos de técnicas por nivel.

Tabla 1. Niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural

Niveles trabajados en un taller			
Implicaciones		Objetivos	Tipo de técnicas utilizadas
Nivel vivencial	Trabajar desde la experiencia y las percepciones individuales y colectivas sobre el entorno. Ésta es una fase detonadora para el resto de la secuencia.	-Que los participantes reconozcan sus propios saberes sobre el tema. -Despertar emociones, imágenes, ideas y valores en cada participante.	Círculos de presentación personal creativa, juegos de rol, juegos de situaciones, resolución de dilemas, ejercicios de cooperación, representaciones frente a grupo.
Nivel conceptual			
Conceptual	Ligar las reflexiones del nivel vivencial a un ejercicio de abstracción teórica, para formar un bagaje de términos comunes, pero con un sentido proporcionado por el contexto y por los participantes.	-Presentar un marco conceptual básico (identidad, cultura y diversidad cultural) para el análisis y definición del tema que se abordará.	Exposiciones, videos explicativos, lecturas.
Nivel reflexivo			
Reflexivo	Generar un espacio de intercambio de impresiones, reflexiones, ideas que surjan respecto a los ejercicios vivenciales y a los conceptos.	-Propiciar que los participantes den su propia voz y sentido a los términos y conceptos revisados.	Debates, ejercicios de análisis, revisión de literatura y notas periodísticas, juegos de rol, juegos situacionales, representaciones frente a grupo.
Análisis y aplicación			
Análisis y aplicación	Implica hacer operar las reflexiones del taller, proponiendo a los participantes como agentes promotores de enfoque intercultural desde la planeación, implementación o evaluación de proyecto, programas y acciones.	-Reflexionar sobre las implicaciones del tema abordado en ámbitos y situaciones cotidianas en distintos niveles. Familiar, laboral, socioafectivo, social.	Decálogos, diseño de planes de acción ante escenarios reales, diseño de planes de acción ante escenarios ficticios propuestos.

(Fuente: Fuentes y Campos, 2018, *Diálogo, saberes y educación no formal. Una propuesta desde la mirada intercultural*. CGEIB-SEP)

Como puede apreciarse, esta propuesta está pensada como una de las estrategias para comenzar a introducir un enfoque intercultural dentro de la dinámica de un grupo objetivo. Es así que, para este trabajo interesa por la importancia que les confiere a factores como la sensibilidad contextual que los externos deben tener, la promoción de espacios de

intercambio y reflexión, un énfasis en la participación de los asistentes, y, sobre todo, un proceso de evaluación centrado en una autoobservación a realizar por los facilitadores de la actividad. Estos elementos se consideran valiosos y útiles para contrastar con las dinámicas de comunicación de la ciencia, para encontrar cómo y en qué sentido podrían representar un aporte. A continuación, se profundiza la comunicación de la ciencia y sus componentes.

2.4 Comunicación de la Ciencia

En esta sección se definirá propiamente la comunicación de la ciencia como estrategia contenida dentro de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) y se establecerá su diferenciación con otros términos que se han tenido como sus sinónimos para ayudar a delimitar su acción. Se presentarán los diferentes modelos que han surgido de Comunicación de la Ciencia y sus componentes principales, haciendo énfasis en los componentes ‘público’ y ‘comunicación’, ya que estos delimitan el tipo de enfoque seguido por los comunicadores en materia de la naturaleza de la relación que se establecería entre ciencia y sociedad. Esto con el propósito de comenzar a establecer las estrategias que se presenten flexibles a diversidades contextuales, de conocimientos, y que en su acción no lleguen a la imposición de formas de pensar.

La pertinencia de tratar la comunicación de la ciencia resulta de diferentes aspectos en los que la ciencia y la tecnología se encuentran en relación con los contextos sociales y sus dimensiones. Es conocida la prominente búsqueda de un *laissez-faire* para la ciencia, que responde al deseo de menor intervención de esferas políticas o sociales en su actividad, buscando para esta un desarrollo ininterrumpido. La sociedad entonces necesitaría ser instruida en la aceptación sin más de la ciencia. Este punto de vista responde a lo que Alcívar (2015) distingue como la expresión ‘ciencia y sociedad’, donde ambas esferas se tienen como independientes entre sí. Tal noción de independencia resulta problemática para aceptar la relación que realmente existe entre la ciencia y la sociedad: la necesidad de una injerencia por parte de la sociedad en materia de desarrollo científico, y la posibilidad de dar lugar a otros conocimientos que han sido oscurecidos por la legitimidad cognitiva de la que goza el

paradigma científico. Pero más aún, impide una forma de relación que no busque imponer un modo de pensamiento entre agentes científicos y el resto de la población.

Sin embargo, es posible concebir una oportunidad para una relación ciencia-sociedad de carácter más horizontal. Para esto, la expresión ‘ciencia en sociedad’ (Alcíbar, 2015) permite concebir a la ciencia en una interacción dialógica con la sociedad, inserta en esta. Esta perspectiva se refuerza con la entrada de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (estudios CTS), que representan un ámbito de trabajo académico que estudia los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, su objetivo:

entender 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 epistémicos o técnicos (por ejemplo, valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de las ideas científicas y los artefactos tecnológicos (Palacios *et al*, 2001, p. 126).

Para ello, los estudios CTS se desarrollan en los campos investigativos, de políticas públicas y de educación, encontrando estos tres su relación en lo que Palacios *et. al.* (2001) identifican como el silogismo CTS. Estos distinguen al desarrollo científico y tecnológico como un proceso social conformado por actores culturales, políticos, económicos y epistémicos. El cambio científico-tecnológico se tiene como un factor determinante que contribuye a modelar las formas de vida y ordenamiento institucional, por lo que constituye un asunto público, existiendo un compromiso democrático de por medio. Por lo tanto “deberíamos promover la evaluación y control social del desarrollo científico-tecnológico, lo cual significa construir las bases educativas para una participación social formada, así como crear los mecanismos institucionales para hacer posible tal participación” (Palacios *et al*, 2001, p. 127).

Es en la necesidad de construir las bases educativas para dar lugar a la participación social, donde se encuentra un punto común con la actividad de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT). Partiendo del fenómeno descrito como ‘ciencia en sociedad’, es que la CPCT tiene un papel crucial en el contexto marcado por la creciente

influencia de la ciencia y la tecnología en las actividades que están destinadas a incorporar la cultura científica a las diferentes esferas sociales.

2.4.1 Ciencia y cultura científica

En América Latina, siendo México y Argentina los primeros países en implementar programas institucionales de divulgación (Cortassa *et al.* 2020), el campo referente a la comunicación de las ciencias ha sido gradualmente más estudiado y reconocido. Cortassa (2018) identifica a agentes como académicos y practicantes, que comparten un fin normativo y un conjunto de valores respecto a la promoción de la cultura científica, como los principales gestores de estas actividades, cuya promoción queda englobada en una diversidad de prácticas y enfoques. Las actividades que buscan incidir sobre un posible desarrollo de la cultura científica corresponden a modelos distintos de comunicación de la ciencia.

En este punto son necesarias las definiciones de ciencia y de cultura científica. La ciencia se tiene como un conjunto de saberes que comparte una determinada comunidad epistémica, cuyos enunciados ponen tal conjunto de saberes en relación con un dominio de objetos (Villoro, 1982). A tal noción aporta Kuhn (1971) al establecer la ciencia normal como una investigación basada en realizaciones científicas pasadas, que una comunidad científica reconoce durante cierto tiempo, sustentando en estas sus futuras prácticas. La función de la ciencia es adquirir conocimiento, su primera meta, conocer algo (Agazzi, 1996). La investigación científica se caracteriza por buscar producir novedades importantes, conceptuales o fenomenales (Kuhn, 1971). Para profundizar este primer acercamiento a la noción, puede hacerse un desglose de sus partes.

Un conjunto de saberes, o también conocimientos, responderá, primero a determinado tipo de ciencia al que quiera referirse, y segundo, “proviene de recortes particulares de la realidad efectuados (por una ciencia) recurriendo a procedimientos operativos específicos” (Agazzi, 1996, p. 44); este es el dominio de objetos de determinada ciencia. Para tratar tal dominio de objetos, y este tratamiento poder calificar de científico, es necesario un modo para investigarlos y operarlos: un método propio de indagación caracterizado por la objetividad y el rigor (Agazzi, 1996). El rigor científico se refiere a la existencia de una

justificación y una correlación lógica de las afirmaciones provenientes de una ciencia. La objetividad científica permite aclarar la noción de comunidad epistémica, o bien, científica. Esta tiene un componente intersubjetivo (Agazzi, 1996) respecto a los acuerdos sobre el cómo los diferentes miembros de la comunidad utilizarán una noción. Este tipo de acuerdo “viene del hecho que los sujetos interesados disponen de un cierto número de operaciones, ya compartidas comúnmente, las cuales permiten verificar el uso uniforme que ellos hacen de esta (noción)” (Agazzi, 1996), p. 40). Es necesario notar que estos acuerdos están siempre ligados a una época histórica dada.

La objetividad presenta dos condiciones: una neutralidad del sujeto, referida a que este desaparece por la exigencia de que cualquier otro pueda afirmar lo aseverado científicamente (Agazzi, 1996). Es decir, que un enunciado incorporado a un discurso científico debe estar basado en razones comprobables por cualquier otro (Villoro, 1982). La segunda: que su carácter intersubjetivo se tenga como un hecho contingente (Agazzi, 1996), esto es, que, al estipular una conformidad en el uso de determinadas nociones, dada por un modo similar de operación, se aclara que este acuerdo (intersubjetivo) “puede nacer solamente si ciertos modos de operar son de hecho patrimonio común de una cierta colectividad de investigadores” (Agazzi, 1996, p. 43). Así se habla de la determinación histórica de la objetividad científica, permitiendo conectar el saber científico con el contexto general. Otras características para la noción de ciencia, su carácter intersubjetivo y su objetividad la vuelven:

un instrumento universal. La objetividad de su justificación le permite ser una garantía de verdad para cualquier sujeto que tenga acceso a sus razones...(su actividad) obedece al interés general de asegurar el acceso a la realidad a cualquier miembro de la especie; responde, además, en cada caso concreto, a intereses particulares de individuos o grupos sociales (Villoro, 1982, p. 224).

Ya que la ciencia obtiene sus características de objetividad y rigor al recurrir a operaciones, es posible afirmar que al saber generado le es connatural un hacer (Agazzi, 1996). Se sigue entonces que, aunque la ciencia no establece fines, permite “proveer los medios adecuados para cualquier fin particular realizable...(porque) asegura el éxito en la práctica para cualquier persona que la requiera, cualesquiera que sean sus fines particulares”

(Villoro, 1982, p. 225). Definida en el trabajo de Burns, O'Connor y Stocklmayer en el contexto de su comunicación, refiriendo a las ciencias puras, la ciencia se entiende como “la empresa por sistematizar el conocimiento acerca del mundo y organizarlo y condensarlo en leyes y teorías con posibilidad de comprobación” (American Association for the Advancement of Science, 1989, como se citó en 2003, p. 185).¹⁴

Por tanto, se entenderá a la ciencia como un conjunto de saberes que comparte una comunidad científica respecto a un dominio de objetos, para cada ciencia estos delinearán áreas de especialización. Está basada en anteriores supuestos científicos para la continuación de su actividad investigativa. La científicidad depende de que las cualidades de objetividad y rigor estén presentes, lo que le permite ser una garantía de verdad. Busca producir novedades conceptuales o fenomenales; y, aunque no establece fines particulares, puede proveer medios para realizar los fines de los sujetos que a ella recurren. No debe olvidarse que está históricamente determinada, así se la relaciona al contexto donde se genera.

Cultura científica

La cultura científica puede comprenderse, en base a lo que se entiende por cultura,¹⁵ y de acuerdo con Quintanilla (2010), como aquella parte de la cultura de un grupo que consiste en información relacionada y compatible con la actividad científica; tiene dos componentes: la ciencia *per se*, y el resto de la información, sea representacional, práctica y/o valorativa, que constituye parte de la cultura general de un determinado grupo. Es necesario advertir que la cultura científica no es simplemente equivalente a la ciencia, esto es, no corresponde a la información que se crea, transmite y genera por los científicos de una determinada sociedad, no es ‘la cultura de los científicos’ a pesar de que esta suele ser una de sus concepciones (Quintanilla, 2010). Se entiende entonces que tiene que ver con la ciencia, a pesar de que puede no formar parte de la actividad científica como tal. Olivé añade que es posible entender la cultura científica como “el conjunto de elementos que conforman actitudes sobre la ciencia

¹⁴ Traducción propia de American Association for the Advancement of Science, 1989, como se citó en Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003, p. 185): “Science is the systematic enterprise of gathering knowledge about the world and organizing and condensing that knowledge into testable laws and theories”.

¹⁵ Véase p. 25 de este documento.

y la tecnología” (2005, p. 59). A lo cual Quintanilla (2010) de nuevo aporta al establecer que existen diferentes configuraciones de la cultura científica en relación con un desarrollo de la ciencia, esto es, que el desarrollo científico para una determinada sociedad comportará diferentes esquemas valorativos, representaciones, y creencias referidas a la ciencia, para los variados contextos que tal sociedad engloba. Habrá pues, diferentes configuraciones culturales.

Existe la posibilidad de intentar medir la cultura científica, para lo cual habría que prestar atención al grado en que el accionar en la vida cotidiana se ve influido por las prácticas científicas o tecnológicas (Olivé, 2007); o su nivel de compatibilidad con el conocimiento científico correspondiente, en función del cual se establecerían criterios efectivos para analizar la compatibilidad de las configuraciones de la cultura científica que pueden surgir dentro de una sociedad (Quintanilla, 2010).

2.4.2 Comunicación de la ciencia y sus modelos

Existen diferentes modelos de comunicación de la ciencia que permiten comprender las diferentes formas en las que se ha pretendido tender un puente entre ciencia y sociedad. Aquellos que se considerarán son el PAST¹⁶ (Modelo de Apreciación Pública de la Ciencia), PEST¹⁷ (Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología), y CUSP¹⁸ (Modelo de Comprensión Crítica de la Ciencia en Público) (Alcíbar, 2004), y un esquema general propuesto por Brian Trench (2008), desarrollados más adelante. Ahora bien, debido a la variedad de actividades que responden a establecer la dinámica ciencia-sociedad, es necesario distinguir entre comunicación de la ciencia y el concepto de divulgación de la ciencia, término con el que puede llegar a confundirse y se aclarará cuál de esos conceptos es útil en este estudio. Alcíbar (2015) distingue a la divulgación como la que:

¹⁶ Public Appreciation of Science and Technology.

¹⁷ Public Engagement with Science and Technology.

¹⁸ Critical Understanding of Science in Public, también puede encontrarse en otros textos de literatura científica como el modelo de la Deliberación, y se le relaciona con los modelos Democrático y Contextual.

se centra en hacer accesibles contenidos estrictamente científicos, lo que hace que sus temas sean atemporales. Habitualmente la practica el científico que posee ciertas habilidades comunicativas y su potencial audiencia suele ser más concreta, por lo general, personas previamente interesadas, estudiantes y otros científicos (p. 4).

Esta primera noción destaca el carácter específico de contenido y público al que se dirigen, contenidos delimitados como ‘estrictamente científicos’. Sus medios de transmisión son además variados: publicaciones, conferencias, contenido audiovisual, entre otros. Tales plataformas resultan estrategias retóricas y narrativas con las que cuentan los divulgadores para recontextualizar información científica (Alcibar, 2004). Empero, hay quienes hablan de divulgación de la ciencia como una actividad que además de dirigirse a público de variado interés científico, lo hace también al público en general mediante una actividad de comunicación (Luis Estrada, 2002). No se habla de la traducción del discurso científico, sino de una versión de la ciencia, por lo que para hacerla hay que elaborar explicaciones adecuadas a los conocimientos e intereses del auditorio.

Es entonces posible pensar que la comunidad no experta en ciencia pueda acceder fácilmente a publicaciones científicas recontextualizadas y adaptadas de forma que salgan del contexto especializado. Se da un cambio en el siglo XXI respecto a las nociones que refieren a las prácticas que buscan entablar una relación más fluida con la ciudadanía (Cortassa *et al*, 2020), donde la dimensión comunicacional toma mayor fuerza. De ahí que una de las características que pueden extraerse para diferenciar el carácter general que presenta la divulgación de la ciencia y el de la comunicación de la ciencia, es que en la última es el factor del diálogo con el público, la oportunidad de desarrollar experiencias entre interlocutores, lo que la distingue. Mientras que la divulgación refiere a una actividad destinada mayormente a la difusión de avances científicos (Cortassa *et al*, 2020). Estrada (2002), establece también una noción de comunicación de la ciencia, refiriéndola al momento que, en la participación del conocimiento, esto es del especialista al público, se busca el diálogo y el intercambio de saberes y experiencias.

La divulgación de la ciencia se entenderá de acuerdo con Sánchez-Mora (2002) “una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreado ese conocimiento con

fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible” (p. 306, por Rocha, Massarani y Pedersoli, 2017, p. 43). Es además útil especificar aquello que no es la comunicación de la ciencia (Cortassa *et al*, 2020): “contenidos, medios o eventos destinados a la circulación de conocimiento en la comunidad científica; materiales de enseñanza de ciencias para cualquier nivel educativo, sitios web o blogs de cátedras; prensa o comunicación institucional, etc” (p. 7).

Para continuar con el desarrollo de la noción de comunicación de la ciencia, se considerará a partir de aquí que ésta corresponde a un proceso por el cual la cultura y los conocimientos de la ciencia son absorbidos dentro de la cultura del resto de la comunidad (Chris Bryant, 2002, como se citó en Burns, T., 2003), tomando en cuenta que esto sucede mediante la búsqueda de diálogo, intercambio de saberes y experiencias (Estrada, 2002).

2.4.3 Componentes de comunicación de la ciencia

Los componentes de una definición de comunicación de la ciencia incluyen: la incorporación de la *cultura científica* a la *cultura de resto de la comunidad*, en el ejercicio del diálogo y la búsqueda de intercambio de saberes y experiencias. Se pueden vislumbrar al menos dos agentes, de una diversidad inherente, en el proceso: los comunicadores -instituciones y personas de diferentes perfiles-, y el público -audiencias, que puede extenderse desde individuos a audiencias en masa- (Sánchez-Mora, 2016).

Una vez considerando lo anterior, debe entenderse que, para poder comprender mejor a la comunicación de la ciencia, deben analizarse los elementos involucrados. De acuerdo con Burns, O’Connor y Stocklmayer (2003), estos son: la ciencia, la comunicación, el público, los participantes, los efectos y respuestas, y la conciencia y el entendimiento. Para este trabajo se tomarán como principales la comunicación y el público, pues estos dos contienen en sus definiciones al resto.

La comunicación. Burns, O’Connor y Stocklmayer (2003) quienes retoman la definición de Schirato y Tell (1997), quienes establecen la comunicación como la práctica de

producir y negociar significados, práctica que siempre tiene lugar en condiciones sociales, culturales y políticas específicas.

El público. Reconociendo que se hace referencia a un grupo heterogéneo, refiere a toda persona de la sociedad. Los autores hacen una subdivisión en seis grupos: científicos, mediadores, tomadores de decisiones, público general, público expectante, y público interesado. Otro término que en la literatura se utiliza es ‘público lego’, refiriendo a quienes no son expertos en campos científicos particulares. Dentro del público como componente de la comunicación de la ciencia, quedan enmarcados la conciencia, el entendimiento, y los efectos y respuestas; dimensiones que se retomarán más adelante.

Gracias al estudio de Brian Trench (2008), quien distingue una triada de modelos de comunicación de la ciencia: déficit, diálogo y participación, puede obtenerse un panorama general de: las bases, asociaciones ideológicas y filosóficas, los modelos dominantes de la comunicación pública de la ciencia, y la orientación respecto al público que a cada modelo le corresponde.

Este autor distingue tres modelos dominantes: 1) el de déficit, que refiere a que la ciencia se transmite por expertos a las audiencias, que son percibidas con un entendimiento deficiente. 2) El modelo de diálogo que refiere a que la ciencia es comunicada entre científicos, sus representantes y otros grupos, a veces para comprender cómo la ciencia puede ser diseminada de mejor manera, a veces para extender en aplicaciones específicas. 3) El modelo de participación, en el cual la comunicación sobre ciencia se lleva a cabo entre diversos grupos, basándose en el hecho de que todos pueden contribuir, y participan del resultado de las discusiones dadas (Trench, 2008).

El autor presenta la siguiente tabla (Tabla 1), que ayuda a comparar y ubicar aquellos modelos que son conceptualmente equivalentes. Y es a partir de esta tabla que, una vez que las estrategias de comunicación de la ciencia son puestas en práctica, puede establecerse dónde se ubica.

Tabla 2. Comparación de modelos de comunicación de la ciencia

Modelos base de comunicación	Asociaciones ideológicas y filosóficas	Modelos dominantes en la CPCT	Variantes de los modelos dominantes de la CPST	Orientación de la ciencia hacia el público
Diseminación	Cientifismo Tecnocracia	Déficit	Deferencia Marketing	Son hostiles Son ignorantes Pueden ser persuadidos
Diálogo	Pragmatismo Constructivismo	Diálogo	Contextual Consulta Involucramiento	Vemos sus diversas necesidades Averiguamos sus visiones Ellos responden Ellos asumen el problema
Conversación	Democracia participativa Relativismo	Participación	Deliberación Crítica	Ellos y nosotros damos forma al problema Ellos y nosotros establecemos la agenda Ellos y nosotros negociamos significados

(Tabla 1. Fuente: Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models, ver original en Anexos)

Existen también los diferentes modelos que se delinear desde la CPCT para comprender la posibilidad de flexibilidad contextual de la que la comunicación de la ciencia puede ser capaz, según las dinámicas que se sigan; así como la caracterización que en cada uno se hace del público y la diversidad posible de comunicadores. Estos modelos se encuentran en un espectro que va desde modelos unidireccionales con gestión desde la autoridad científica, a modelos más interactivos y críticos (Alcibar, M., 2015). Se presentan a continuación.

El Modelo de Apreciación Pública de la Ciencia (PAST), se distingue por un flujo de información dirigido desde la ciencia, esfera que además controla el significado de lo científico y lo no científico, al público. Para el PAST, el público representa un depósito pasivo de información y se le considera ignorante; por ello la necesidad de su educación por

medio de una acción persuasiva. El objetivo que busca es que se logre la apreciación del valor de la ciencia. Este modelo es también conocido en la literatura científica como el de Déficit. En general:

se basa en un generalizado, aunque obsoleto, lineal y demasiado simplista modelo de comunicación. No fomenta la participación pública y refleja únicamente las expectativas e intereses de una élite científicista y tecnocrática...tiene como piedras angulares una ideología científicista y una concepción positivista de la alfabetización científica, con lo cual está centrado en la ciencia, es paternalista y pedagógico (Alcíbar, M., 2015, p. 5).

Por tanto, este modelo puede localizarse, en la tabla A, dentro de las corrientes del déficit. El siguiente modelo, el modelo de Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología (PEST), trasciende la noción del anterior modelo ya que concibe a la comunicación como un flujo bidireccional entre ciencia y público, y busca obtener el compromiso de este mediante el fomento de actividades científicas. Enfatiza la necesidad de establecer mecanismos que favorezcan el diálogo entre ciencia y sociedad, por ello también se lo conoce como el modelo del diálogo (Alcíbar, M., 2015). La crítica que se le ha hecho a este modelo que mantiene una separación de la ciencia y la sociedad, el público es el que debe comprometerse con la ciencia. En la Tabla A, al PEST le corresponde el modelo del diálogo en una concepción simple.

Otro de los modelos es el Modelo de Comprensión Crítica de la Ciencia en Público (CUSP). Este se caracteriza por la consideración crítica de todos los aspectos que intervienen en las relaciones ciencia-sociedad. Siguiendo a Alcíbar:

reconoce que la comunicación no se puede reducir a un simple proceso lineal de difusión de información y, por consiguiente, subraya su carácter multidimensional y contextual. El problema ya no es identificar los motivos por los que el público ignora la ciencia, sino que más bien se trata de establecer cauces para que este pueda alcanzar una comprensión crítica del fenómeno científico y, por tanto, pueda cuestionar y responder a los pros y contras que suscita la tecnociencia (2015, p. 6).

Este modelo permite ver las diferencias con los anteriores, pues cambia su concepción de comunicación y existe un involucramiento mayor del público, en cuestiones de dialogar con lo que el autor presenta como el fenómeno científico. Es evidente también que presenta al público como un agente activo, capaz de interrogar no sólo a la ciencia, sino a sus efectos. Lo que se busca es que las personas aprendan de la ciencia como institución social, más que sólo como contenidos, de ahí que la transmisión de hechos científicos no es la prioridad, sino la comprensión de que estos “emergen y se mantienen en foros públicos gracias a complejas interacciones entre las intenciones y necesidades de productores y consumidores de textos, en contextos sociales y culturales distintos” (Alcíbar, M., 2015, p, 6). El CUSP se localizaría en la Tabla 1 en la zona de participación.

Hasta aquí pueden resaltarse los saltos que cada modelo presenta entre los distintos tipos de comunicación, donde es evidente que el contraste entre un modo lineal y uno crítico entre el PAST y CUSP. Podría considerarse al PEST como un intermedio entre ambos por establecer una bidireccionalidad comunicativa; pero debe ponerse atención a la relación que plantea del público con la ciencia, ya que aún los considera como independientes. El modelo PAST no pueden ser considerados como necesariamente flexibles a diversidades de tipo contextual o de conocimientos.

Se tomará entonces a los modelos PEST y CUSP como referencia para los elementos a buscar en una actividad comunicativa deseable, ya que lograr un ambiente de participación y crítica representa una tarea bastante compleja. Se hará referencia a la Tabla 1 para tomar en cuenta a aquellos que correspondan sea al diálogo o a la participación. Esto no sin antes establecer una serie de precauciones.

En este punto es pertinente referir a las observaciones de Massimiano Bucchi (2008) referentes a las implicaciones contextuales de la comunicación de la ciencia y lo que estas influyen en su práctica. En primer lugar, apunta la necesidad de una situación contextual de las interacciones comunicativas, y el comprender estas dentro de una determinada relación ciencia-sociedad. Se explica de la siguiente manera: la comunicación de la ciencia no puede entenderse en un vacío; en su lugar, debería siempre ser vista no solamente en el contexto de las interacciones entre expertos y ciudadanos, también dentro del contexto general de la

ciencia en la sociedad¹⁹ (Bucchi, M., 2008). Es posible regresar a la noción de ciencia en sociedad²⁰ para comprender mejor el contexto, o bien, los contextos que van a demarcar diferentes grados de relación ciencia-sociedad. Retomando el hecho de que la ciencia está inserta en la sociedad, y de que existe una diversidad de ambientes, resultaría erróneo afirmar que existe una misma relación con la ciencia en cada uno. La comunicación de la ciencia, su ejercicio, debe atender a esas particularidades.

En suma, no es posible referir a una transición evolutiva de un modelo a otro, lo cual supondría la extinción de las formas anteriores de comunicar ciencia (Bucchi, 2008). La comunicación de la ciencia prevalece en sus diversas dinámicas, es el ejercicio crítico y de situación contextual el que permite dudar del intento de suponer un modelo como superior; o no considerar posibilidades de cambio de otros. El cambio en las sociedades implica un cambio en sus instituciones, si se toma a la ciencia como una, es de esperar que sus dinámicas encuentren modificación, pero debe tomarse en cuenta que esta modificación puede encontrarse también en la relación ciencia-sociedad, y no sólo referir a la dinámica de la esfera experta.

Así pues, la comunicación de la ciencia comienza a esbozarse como un proceso donde interactúan diversos agentes. Tal interacción se caracterizará por sus resultados, los cuales se generarán en la práctica de producción y negociación de significados. Todo esto enmarcado dentro de condiciones contextuales específicas. Burns, O'Connor y Stockmayer (2003), añaden a la definición al apuntar lo siguiente: sin duda la comunicación de la ciencia es un proceso; sin embargo, no es solamente eso. No debería llevarse a cabo para su beneficio propio, en una forma *ad hoc* o inapropiada. Para que la comunicación de la ciencia resulte efectiva -para permitir algún juicio válido de su efectividad-, debe siempre tener objetivos predeterminados y apropiados.²¹

¹⁹Traducción propia de: “public communication of science cannot be understood in a vacuum; rather, it should always be viewed not only in the context of expert/citizen interactions, but also in the broader context of science in society” (Bucchi, M., 2008, p. 68).

²⁰ Véase pág. 44 de este documento.

²¹Traducción propia de Burns, O'Connor y Stockmayer, 2003, p. 191: “undoubtedly science communication is a process; however it is not just a process. It should never be done for its own sake, in an ad hoc or inappropriate manner. For science communication to be effective-in fact, to allow any valid assessment of its effectiveness-it must always have predetermined and appropriate aims”.

Retomar a Bucchi, en la importancia que establece en cuanto a la dependencia contextual del desarrollo de modelos comunicativos, permite finalmente entender mejor el carácter complejo de la comunicación de la ciencia. La parte más inmediata de tal complejidad se encuentra en la interacción público y comunicadores, de los segundos, pueden entenderse sus objetivos de acuerdo con cómo lleven a cabo la comunicación. Examinando los componentes comunicación y público se esclarece la dinámica de su relación.

2.4.3.1 Componente comunicación.

Como se vio anteriormente, cada modelo planteado para la comunicación de la ciencia delinea una serie de características para la comunicación, que queda enmarcada en la relación entre ciencia los comunicadores y sociedad el público.

Tabla 3. Concepción de componente comunicación

Modelo de CPCT	Concepción de comunicación
PAST	Flujo de información lineal y unidireccional ciencia-público
PEST	Flujo bidireccional entre ciencia y público, buscando establecer mecanismos de diálogo
CUSP	Flujo bidireccional que reconoce un carácter multidimensional y un condicionamiento contextual

(Tabla 2. Fuente: Elaboración propia a partir de Alcívar (2015), “Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual”)

Necesita considerarse además en la heterogeneidad que toma según el tipo de actividades de comunicación que se realicen. Actividades que, de acuerdo con Sánchez-Mora (2016), tomarán características determinadas respecto a: sus objetivos, su propósito, el tipo de comunicación, y el resultado posible. La siguiente tabla (Tabla 4), ayuda a establecer las variables que se consideran según la actividad comunicativa, en función del tipo de público.

Tabla 4. Variables de actividad comunicativa en función del público

Público	Comunicación pública de la ciencia			
	Objetivos	Propósito	Tipo de comunicación	Resultado
En masa	Ciencia existe	Lograr un primer acercamiento a la ciencia	Lúdica/espectacular	Aprendizaje informal lúdico
	La ciencia es interesante	Informar	Masiva para audiencias específicas	Aprendizaje informal significativo
Individual	La ciencia es parte de mi identidad	Formar	Cara a cara	
	La ciencia es atractiva	Entretener	Materiales adaptados a audiencias específicas	Aprendizaje informal lúdico

(Tabla 3. Fuente: elaboración propia a partir de Sánchez-Mora (2016). Towards a taxonomy for public communication of science activities.)

Así, es posible dar cuenta de la flexibilidad de las actividades de comunicación de la ciencia, como también de la complejidad que presentan. Y, por tanto, interesarán entonces como variables para la comunicación, utilizando a Sánchez-Mora (2016):

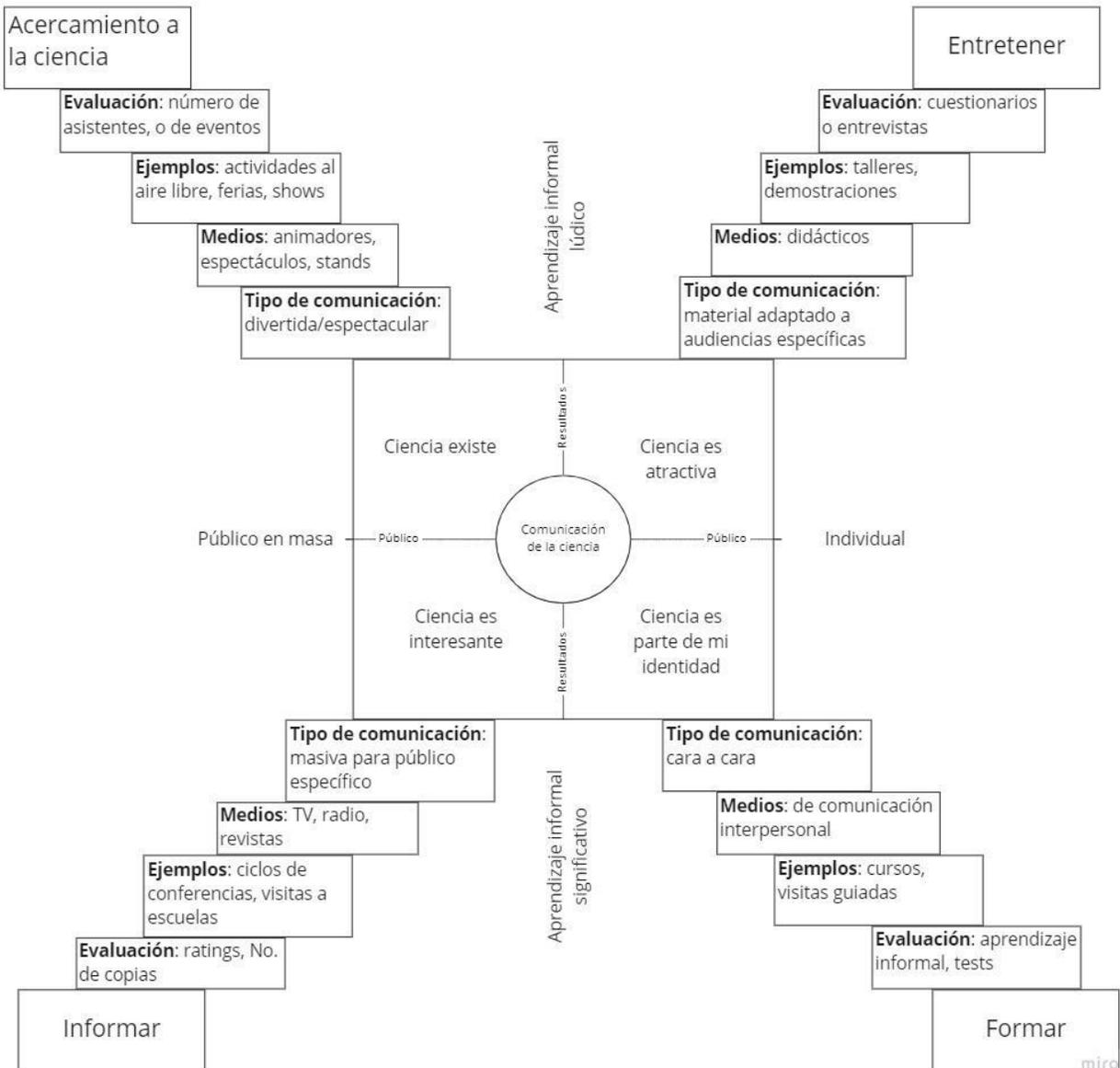
- Sus objetivos, respecto a qué relación con la ciencia se busca establecer con el público, divididos en 4:
 - La ciencia existe: acercar al público a la ciencia
 - La ciencia es interesante: informar al público respecto a la ciencia
 - La ciencia es parte de mi identidad: formar al público, en algún grado, respecto a la ciencia o una disciplina científica
 - La ciencia es atractiva: mantener la atención del público mediante actividades entretenidas relacionadas con la ciencia
- Su propósito refiriendo a qué se busca que se logre del establecimiento de la relación ciencia-público según el tipo de comunicación y el tipo de actividad. Resultados de los objetivos de las actividades.
- El tipo de comunicación, que destaca la forma que puede tomar: lúdica, masiva para audiencias específicas, cara a cara, o didáctica, en relación con el tipo de público.
- Su resultado, que refiere al tipo de aprendizaje informal que se logra, lúdico o significativo. El aprendizaje informal como el efecto o resultado de las actividades de comunicación pública de la ciencia, queda caracterizado como un aprendizaje idiosincrático y contextual que depende de intereses y motivaciones individuales (Sánchez-Mora, 2011, por Sánchez-Mora, 2016). En cuanto a su carácter lúdico, este

refiere a un aprendizaje que se origina por el involucramiento del público en actividades que tienen como principales impulsores la diversión y el juego. En lo referente al carácter significativo del aprendizaje informal, es el que “corresponde a las múltiples respuestas de la construcción de conocimientos de los usuarios, cuando se crea un ambiente que potencialmente puede facilitar este aprendizaje”²² (Sánchez-Mora, 2016, p. 2), esto es, al contar con atención personal, o de tipo personal, a los usuarios con base en sus necesidades, motivaciones, y conocimientos previos (Sánchez-Mora, 2016).

A continuación, la Figura 1 presenta otra manera de leer las posibilidades que existen para estas actividades mediante el esquema que Sánchez-Mora (2016) desarrolla. Su característica principal es que se presenta la información anterior en un eje de los resultados y tipo de público de las actividades de comunicación científica.

²² Traducción propia de Sánchez-Mora 2016, p.2: “[...] which corresponds to the multiple knowledge-building responses of users, when an environment that can potentially facilitate this learning is created”.

Figura 1. Esquema de variables de comunicación de la ciencia



(Figura 1. Fuente: Sánchez-Mora (2016). Towards a taxonomy for public communication of science activities, ver original en Anexos)

Partiendo de la comunicación de la ciencia como centro, y sus objetivos en los cuadrantes, este esquema permite la flexibilidad suficiente para el gran rango de actividades de comunicación científica que existen. Ya que en esta sección interesa el componente comunicación, la Figura 1 resulta un auxiliar en el análisis de las actividades, pues permite ubicar o deducir el tipo de comunicación mediante la identificación en el esquema por medio de una o varias de sus dimensiones.

Interesa también qué resultado tiene la comunicación de la ciencia, su caracterización como el aprendizaje informal, anteriormente explicado, necesita considerarse dentro de las pautas contextuales en las que se den las actividades. Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003) llaman a la importancia que el carácter contextual tiene en el proceso de negociación de significados en actividades de comunicación científica. En esta interacción mantiene la atención en el hecho de que existe una influencia por parte de factores externos, por una parte, en la forma en que se transmiten los contenidos; y, por otra, si son adquiridos o no por el público. Así resulta que:

esto no indica que los hechos científicos devengan de alguna manera menos ciertos. Lo que se indica es que la significación personal de estos hechos está influenciada por las condiciones sociales, culturales y políticas, dentro de las cuales se producen y promueve. Los hechos científicos, sin una significación social resultan perder su sentido y son inútiles a la sociedad.²³

La significación social de los hechos científicos pasa a representar uno de los principales ejes a los cuales poner atención para conocer el alcance que la comunicación de la ciencia puede tener, si en su realización se toma en cuenta, o no se es inconsciente, acerca de la imagen social de la ciencia en la que se ha desarrollado su público. Así, la comunicación no queda reducida solamente a hacer accesible el contenido científico de un campo experto a uno no experto, que podría difundirse en general, factor en el cual diverge el modelo CUSP. Si no que debe prestar atención a los factores que condicionan las visiones para con la ciencia, comportando la necesidad de conocer en alguna medida tales influencias para lograr una comunicación efectiva, exitosa.

Con base en lo anterior, la comunicación se entenderá a partir de este punto como la práctica de producción y negociación de significados al llevarse a cabo una actividad de comunicación de la ciencia, que puede ser lúdica, masiva, cara a cara, o en un formato adaptado a alguna audiencia específica. Se identifica por el tipo de flujo de información entre

²³ Traducción propia de Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003, p. 196: "this does not indicate that the facts of science are somehow made less certain. What is indicated is that the personal significance of this facts are influenced by the social, cultural and political conditions in which they were produced and promoted. Science facts, without social significance are essentially meaningless and useless to society".

los comunicadores y el público, que puede ser unidireccional o bidireccional, y está delimitada por: sus objetivos respecto a qué relación con la ciencia se busca establecer con el público, sus propósitos, i.e. qué se busca que se logre del establecimiento de la relación ciencia-público, y sus resultados dados en el tipo de aprendizaje informal que se logra, lúdico o significativo.

2.4.3.2 Componente público.

En lo referente al público. En la primera definición se destaca su carácter heterogéneo al referir a toda persona de la sociedad. Fue posible un esbozo somero de la percepción que de este tiene cada modelo de comunicación y ayuda a determinar si se lo considera meramente como receptor, o como un agente de la interacción:

Tabla 5. Concepción de componente público

Modelo de CPCT	Concepciones del público
PAST	Hostil, ignorante, que puede ser persuadido
PEST	Se ven: -necesidades diversas -perspectivas -capacidad de interacción con comunicadores -posibilidad de que retomen problema
CUSP	Agente activo que interroga a ciencia y sus efectos

(Tabla 4. Fuente: Elaboración a partir de Alcívar (2015), “Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual”).

La primera característica del público como componente es su tipo,²⁴ esto es, si las audiencias que reciben el contenido se caracterizan como masivas, o se consideran individuales (Sánchez-Mora, 2016). Gracias a los ejemplos de actividades y ejemplos tipos de evaluación que se establecen en la Figura 1, se establecerá para esta investigación, con base en los datos de los reportes que especificaban población atendida, que un público considerado como masivo o en masa refiere a que un gran número de personas reciben el

²⁴ Véase Tabla 4.

contenido o la actividad, e.g. con conferencias, revistas o ferias; sea porque el contenido se puede distribuir a muchas personas, o porque los talleristas recibieron a un total que supere a 50 personas diferentes que hayan participado en momentos distintos en actividades con duración planeada menor a 1 hora. Lo anterior obedece a una razón sencilla, la atención que puede dedicarse a un público que no cambia durante un espectro de 40 minutos o más es mayor, lo cual no necesariamente puede ocurrir con un público masivo. Así, el público individual corresponderá a 50 personas o unas pocas más, que no cambien, que participen o reciban actividades de mayor duración. Estas características determinarán la forma en que se construyen las actividades de comunicación de la ciencia, pues el discurso y la atención variarán.

Retomando a Burns, O'Connor y Stockmayer (2003), recordemos que, para esta investigación, dentro del componente público se consideran: los participantes, conciencia y entendimiento, y efectos y respuestas.

- Los participantes. Son los miembros del público que están directa o indirectamente involucrados en la comunicación de la ciencia.
- La conciencia. Se entenderá como el ser consciente, o no ignorante, acerca de algo. El entendimiento hace referencia a una comprensión en el desarrollo de significados e implicaciones de determinados conocimientos, caracterizado como una acción o proceso, y basada en principios apropiados comúnmente aceptados.
- Los efectos y respuestas. Los primeros se refieren al resultado de una acción. Los segundos, a las acciones, sensaciones, movimientos o cambios, que se producen por algún estímulo o influencia; son personales e inmediatas, por lo tanto, más dinámicas.

Burns, O'Connor y Stockmayer (2003) proponen también, en su 'definición contemporánea', o '*Vowel analogy-AEIOU*', de comunicación de la ciencia el uso apropiado de habilidades, medios, actividades y diálogo para producir una o más de las siguientes respuestas personales hacia la ciencia:

- Conciencia (*Awareness*): de, y actitudes u opiniones positivas, hacia la ciencia.
- Disfrute (*Enjoyment*): o cualesquiera otras respuestas afectivas.

-Interés (*Interest*): evidenciado por involucrarse voluntariamente con la ciencia o en su comunicación.

-Opiniones (*Opinions*): la formación, reformulación, o confirmación de actitudes relacionadas con la ciencia.

-Entendimiento (*Understanding*): de la ciencia, su contenido, proceso y sus factores sociales.

Que, por su naturaleza de respuestas personales, se le atribuirán al componente público, pues son aquellas que pueden estar en algún grado presentes en quienes participan antes, durante y después de una actividad de comunicación de la ciencia. En seguida se explican las diferentes respuestas que se buscan de acuerdo con la '*Vowel analogy*'.

La conciencia. Apunta principalmente a la no-ignorancia respecto de un tema, lo que presenta la oportunidad de establecer bases de conocimiento que ampliarán las perspectivas del público. Podría variar desde introducir al público a algún aspecto nuevo de la ciencia, hasta llegar a inspirar el deseo de profundizar en conocimientos afines.

El disfrute. Logrado como respuesta a la comunicación de la ciencia, se refiere al factor afectivo. Esto es, la posibilidad de desarrollar actitudes que hagan futuros encuentros con la ciencia menos ominosos o intimidantes. Puede ser tal vez superficial en el sentido en que la dinámica de comunicación resulte placentera; o más profundo, llevando a un involucramiento voluntario mayor.

En lo que se refiere al interés, corresponde al factor que permite el deseo de comprender lo que se presenta en las actividades, puede representar también una de las variables para que mejore la cultura científica en general.

Las opiniones. Resultan una de las respuestas más complejas por el carácter personal que representan. Existen diversos factores que llegan a conformarlas: creencias propias, la posibilidad de entendimiento de fenómenos, las concepciones presentes acerca del mismo, etc. En la acción de la comunicación científica, se refleja parte de su éxito si genera en el público una reflexión, una formulación o reformulación, o incluso confirmación de sus actitudes relacionadas con la ciencia y la sociedad. Puede darse que, mediante sus actividades, se presente un desafío al previo entendimiento de las personas respecto a un

fenómeno. Sin embargo, no puede excluirse la posibilidad de que las actitudes del público no se modifiquen.

Por último, el entendimiento. Este incluye la comprensión del contenido científico, sus procesos y sus factores sociales. Resulta un prerrequisito para mejorar la cultura científica, y en el contexto de la comunicación de la ciencia se hace un énfasis en las aplicaciones e implicaciones potenciales de la ciencia.

A partir de ahí puede ser fácil considerar, dentro de la relación comunicativa, que los grados de conocimiento están drásticamente divididos entre expertos y el público, pero tal imagen continúa permitiendo una simplificación que hace superficial el proceso comunicativo. Podría desde ese punto de vista afirmarse que el público, en tanto sea considerado como agente activo por los comunicadores, puede ser sujeto en una dinámica de transferencia de conocimientos; reduciendo el éxito de la dinámica comunicativa, incluso considerada en su complejidad, a un aligeramiento de las tensiones cognitivas consideradas dispares.

Es necesario examinar con más detalle la forma en que se perciben esos conocimientos y sus diferencias. Wynne (1989-1995), permite abrir tal reflexión:

El conocimiento lego no es una versión pobre o cuantitativamente inferior del conocimiento experto; es cualitativamente diferente. La información factual es solamente uno de los ingredientes del conocimiento lego, dentro del cual están entretejidos otros elementos -juicios de valor, confianza en instituciones científicas, la percepción de la persona de su habilidad para poner en práctica el conocimiento científico- para formar un corpus no menos sofisticado que el de los especialistas.²⁵

Plantear el conocimiento del público no como inferior, sino como distinto en carácter cualitativo al conocimiento experto, ofrece una perspectiva que no aísla el proceso comunicativo, sino que ayuda a mantenerlo en el contexto donde tiene lugar.

²⁵ Traducción propia de Wynne 1989-1995, por Bucchi, (2008), p.60: "Lay knowledge is not an impoverished or quantitatively inferior version of expert knowledge; it is qualitatively different. Factual information is only one ingredient of lay knowledge, in which interweaves with other elements -value judgements, trust in the scientific institutions, the person's perception of her or his ability to put scientific knowledge to practical use- to form a corpus no less sophisticated than specialist expertise".

Es así que, después de lo anteriormente descrito, se entenderá como público de una actividad de comunicación de la ciencia a todos los miembros de la sociedad, considerados en su heterogeneidad que reciban el contenido que se comunica durante una actividad, también entendidos como participantes, destacando su carácter heterogéneo. Puede distinguirse según su magnitud, si es una audiencia grande (masivo), o un grupo reducido (individual). Se les atribuye un conocimiento o conciencia de los temas científicos diferente al de la población especialista, que destaca al momento de involucrarse en una actividad de comunicación de la ciencia. Y, como participante de estas actividades, pueden presentar diversos efectos y respuestas en este conocimiento, entre los cuales se encuentran los que delinea el modelo AEIOU: conciencia, disfrute, interés, opiniones y entendimiento.

2.5 Construcción de la noción de comunicación de las matemáticas y aportes de la educación intercultural

En esta sección se busca desarrollar, a partir de lo establecido en las secciones anteriores respecto a la comunicación de la ciencia y la educación intercultural, la parte específica que corresponde a la comunicación de las matemáticas, que es el tema central de este trabajo. Se expondrá el factor cultural de las matemáticas, para dar paso así a la explicación de lo que corresponde a una imagen de la cultura matemática. Después se procede a la construcción de la comunicación de las matemáticas, su complejidad particular, y cómo la educación intercultural puede enriquecer esta definición. A continuación, se describirá el programa Matemorfosis del CIMAT que será analizado en este trabajo, en materia de su sentido general, y el tipo de contenido que lo conforma.

2.5.1 Las matemáticas como producto cultural

Las matemáticas son generalmente consideradas como libres de influencia cultural y de valores debido a la naturaleza de la disciplina de tratar datos indiscutibles (Bishop, 1988b). Sin embargo, autores como J. Bishop, y P. Gerdes (1988), después de sus trabajos de análisis de situaciones educativas que involucran estudios en grupos culturales distintos, establecen las matemáticas como parte del contenido cultural, y entonces también, como un conocimiento cultural.

Bishop (1988b), propone que todos los grupos culturales generan ideas matemáticas, y que lo que llega a denominar ‘matemáticas occidentales’, representan una de tantas. El autor llama así la atención de que afirmar que el conocimiento matemático se encuentra libre de cultura resulta en un prejuicio generalizado. Y no solamente libre de cultura, se ha llegado a estipular que este conocimiento está libre de valores; esto, a causa de la debida confusión con la argumentada universalidad de las ideas matemáticas. Si bien, las ideas matemáticas son descontextualizadas y abstraídas de forma tal que ‘pueden aplicar en cualquier parte’, sentido en que son universales (Bishop, 1988b), esto es posible gracias a lo que explican Swadener y Soediadi:

las matemáticas modernas son una estructura axiomática-deductiva. Algunas de sus partes están estructuradas jerárquicamente, así, sin haber comprendido las partes que son prerrequisito es difícil comprender las partes que les suceden. Esta estructura está basada en acuerdos referentes a términos indefinidos, definiciones y reglas lógicas. Una vez que se llega a un acuerdo respecto a un conjunto de objetos, se hace posible explicar o probar deducciones referentes a esos objetos de forma lógica y rigurosa [...] la calidad abstracta de los objetos matemáticos, la precisión de los acuerdos a los que se llega, y el rigor necesario para aplicar el método deductivo, permite la creación de estructuras abstractas en las matemáticas.²⁶

²⁶ Traducción propia de Swadener y Soediadi (1988, p. 200): “Modern mathematics is a deductive-axiomatic structure. Some of mathematics is structured hierarchically, so that without understanding prerequisite parts it is difficult to comprehend later parts. Such structure is based on agreements about undefined terms, definitions and logical rules. Once an agreement about a set of objects is reached, deductions about those objects must be

Entender a las matemáticas como un tipo de conocimiento cultural significa que todas las culturas lo generan, pero que no necesariamente se ven de la misma forma de un grupo cultural a otro (Bishop, 1988b). Puede referirse a la noción de cultura²⁷ para encontrar cómo las matemáticas representan ideas o un conjunto de conocimiento fruto de ciertas prácticas. Bishop (1988b), empero de advertir que su análisis bien puede estar equivocado, logra delinear seis actividades que considera universales en el sentido en que parecen llevarse a cabo por cada grupo cultural, y que han permitido el desarrollo del conocimiento matemático:

- Contar: el uso de una forma sistemática para comparar y ordenar fenómenos discretos.
- Localizar: la exploración del espacio, llegando a su conceptualización y simbolización.
- Medir: cualidades cuantitativas para propósitos de comparación y orden utilizando instrumentos con unidades asociadas.
- Diseñar: la creación de formas o diseños para objetos o para cualquier parte del propio espacio.
- Jugar: Idear y participar de juegos y pasatiempos, con reglas formalizadas en algún grado, que los jugadores deben seguir.
- Explicar: encontrar formas de dar cuenta de la existencia de fenómenos, cualquiera sea su naturaleza.

Siendo así, lo interesante es la forma en que las matemáticas se han desarrollado o han entrado a diferentes contextos, ya que puede hablarse de simbolizaciones o valores distintos para cada caso. Lo que interesa es que, como conocimiento cultural, en el sentido educativo, las personas deben ser iniciadas en él. Bishop (1988b) menciona dos procesos por los cuales esto tiene lugar. La enculturación, que resulta una “experiencia de aprendizaje parcialmente consciente y parcialmente inconsciente a través de la cual la generación de más edad incita, induce y obliga a la generación más joven a adoptar los modos de pensar y

capable of being explained or proven by applying those agreements in a logically rigorous manner [...] the abstractness of mathematical objects, the preciseness of agreements in mathematics, and the rigor necessary in applying the deductive method enables the creation of abstract structures in mathematics”.

²⁷ Véase p. 25 de este documento.

comportarse tradicionales” (Harris, 1983, p. 124), esto es, se lleva a cabo por la cultura a la cual el individuo pertenece. Y el otro proceso, que es la aculturación, refiriéndose a cuando el aprendizaje de la cultura se produce por vía externa (Giménez, 2005), introduciendo una cultura diferente a la propia.

Las formas en las que las matemáticas se enseñan están centradas en el contexto educativo formal,²⁸ donde los contenidos están estandarizados para la nación. Como apunta Ana Laura Gallardo (2015), el sistema educativo, como formador de la identidad nacional, comporta un carácter monocultural, sobre todo en educación básica. Y la escuela, como institución, que además tiene origen occidental, logra homogeneizar a sus educandos (Dietz y Mateos, 2020), gracias a su carácter descontextualizador y a esta estandarización de saberes. Se ha argumentado por autores como Gerdes (1988) que la educación matemática sufre también una estandarización a lo occidental y un trasplantar del currículo, sobre todo en el caso de la educación para grupos culturales distintos. Y con Bishop (1988a), que la forma de enseñar matemáticas generalmente resulta en presentar el conocimiento como una forma de hacer, más que como una forma de saber. Lo que permite establecer cierta relación con un proceso de aculturación en cuanto en tanto se enseña un contenido nacionalmente estandarizado en las escuelas que toman parte de esta homogeneización identitaria.

Un proceso de aculturación que Bishop (1988a) ayuda a comprender en áreas que delimita como preocupantes en la enseñanza de las matemáticas: 1) un currículo que se orienta a las técnicas, que, en lugar de desarrollar un sentido crítico, entrena en la utilización de los temas. 2) Un aprendizaje impersonal, donde la individualidad del alumno se ignora, como también sus contextos sociales y culturales de educación mientras se le hace aprender las ‘verdades matemáticas’. 3) Enseñanza en base a un texto, dependiendo solamente de un libro como referencia, que no está diseñado para compaginar con las necesidades o diversidad de los estudiantes, no permite al maestro personalizar la enseñanza, lo que podría hacer, pues es el maestro quién conoce a los alumnos.

²⁸ Educación institucionalizada, intencionada y planificada por organizaciones públicas y organismos privados acreditados. En su conjunto, esta constituye el sistema educativo formal del país. Por consiguiente, los programas de educación formal son reconocidos por las autoridades nacionales pertinentes o instancias equivalentes, por ejemplo, cualquier otra institución que colabore con las autoridades nacionales o subnacionales de educación (UNESCO-UIS, 2013, p. 84).

Un proceso que se acerque al de enculturación corresponde a uno preocupado por el significado de las ideas matemáticas. “El proceso de enculturación matemática es una forma de motivar a los individuos a experimentar y reflexionar acerca de ciertos tipos de contrastes conceptuales para desarrollar una forma particular de saber”²⁹ (Bishop, 1988a, p. 152). Un proceso que logra que el pupilo contraste ideas, actividad en la cual se necesita una interacción con otros que fomenten una discusión con el propósito, sobre todo en un espíritu constructivo y colaborativo (Bishop, 1988a), permite darles a las ideas del individuo un carácter significativo. Se piensa que la comunicación de las matemáticas debería permitir esto.

2.5.2 Divulgación de las matemáticas vs comunicación de las matemáticas

Antes de entrar a cómo la educación intercultural tiene potencial para nutrir la práctica comunicativa de las matemáticas, debe quedar establecida la diferencia específica al caso entre comunicación y divulgación. En primera instancia, podría parecer lógico que la comunicación de las matemáticas se refiera directamente a aquello previamente establecido como comunicación de la ciencia con el carácter específico de que aquello a comunicarse se referirá a temas matemáticos. Sin embargo, este primer acercamiento resulta un tanto incompleto, así como ligeramente simplista. En primer lugar, porque como se ha visto previamente, los conceptos de divulgación de la ciencia, y comunicación de la ciencia se refieren a procesos diferentes entre sí; empero, en materia de contenidos matemáticos, es más utilizado el término *divulgación* a pesar de que existe una gran variedad de estrategias, algunas más complejas de lo que el término permite describir. En segundo lugar, es necesario, a partir de los recursos disponibles, construir lo que en este trabajo se entenderá por ‘comunicación de las matemáticas’, pasando por describir su divulgación.

Se entiende divulgación como la actividad de hacer accesibles los contenidos científicos por diferentes medios a través de una recontextualización, tanto a la comunidad

²⁹ Traducción propia de Bishop (1988a, p. 152): “The mathematical enculturation process is a way of encouraging individuals to experience and to reflect in certain kinds of ideational contrast in order to develop a particular way of knowing”.

científica como al público en general.³⁰ Hasta este punto parecen no existir conflictos con lo que respecta a contenidos matemáticos, habrá que ahondar en lo que caracteriza a la divulgación de las matemáticas.

Su objetivo, en específico cuando la actividad sea dirigida al público en general, queda centrado en trabajar los prejuicios que se originan sobre la disciplina a lo largo del periodo escolar (Calvo, 2005; Córdoba, 2000; Torre García, 2013). Una de las características particulares es el hacer accesible sus contenidos, que presenta una complejidad determinada: las matemáticas poseen un lenguaje propio. “La dificultad de divulgar estos temas al gran público parece basarse en las características propias del lenguaje matemático, cuyas palabras tienen un solo significado, exacto, preciso y específico” (Calvo, 2005). Se expresa esta como la dificultad principal de la tarea divulgativa de la investigación matemática: pasar del lenguaje matemático a la expresión cotidiana, lo que representaría la recontextualización característica de una actividad de divulgación.

Córdoba (2000) coincide con tal dificultad, y permite una perspectiva respecto a ciencias diversas:

cuando un físico, un químico o un ingeniero presentan sus trabajos a un público amplio, procuran eliminar las ecuaciones para concentrarse en las imágenes y en las descripciones más o menos metafóricas. Es decir, la divulgación científica y tecnológica significa, en gran medida, la eliminación de las matemáticas en los distintos modelos (p. 10).

Esto no significa que la actividad de divulgar matemáticas no pueda habérselas con metáforas u otras representaciones, más bien apunta a que es necesario hacer más que eso si se pretende cumplir con su principal motivación. Pero debe notarse que el principal carácter divulgativo prevalece hasta este punto, se habla de intentar traducir un contenido ‘estrictamente científico’, para este caso refiriéndose a un contenido ‘estrictamente matemático’, y volverlo accesible a audiencias fuera de la esfera experta correspondiente. Empero, es menester recordar que la divulgación puede prescindir de una recontextualización

³⁰ Véase p. 50 de este documento.

si el objetivo es que otros miembros de la comunidad matemática conozcan las actualidades de su esfera.

Otros objetivos que se le distinguen a la práctica divulgativa, bien realizada según Calvo (2005) refiriéndose a las ideas de Miguel Guzmán, son: compartir la belleza de las matemáticas con el público, animar a las personas a ser matemáticamente activas, y, además, “estimular un desarrollo de la actividad matemática en libertad, no por compulsión, tratando de deshacernos de los muchos prejuicios infundados” (Guzmán, como se citó en Calvo, 2005).

Torre García (2013) añade al punto de eliminación de prejuicios, haciendo notar que su importancia es que han resultado en una mala prensa de las matemáticas, perjudicando su progreso. Distingue como otro objetivo la búsqueda de una mejora en los conocimientos culturales de las personas, lo cual les permitirá un mejor desenvolvimiento en la sociedad.

Hasta aquí, puede esbozarse a la divulgación de las matemáticas como una actividad que, si está dirigida a otros miembros de la comunidad experta, hará accesibles los contenidos por diferentes medios. Si se trata de alcanzar al público en general, tales contenidos buscarán, además, ser recontextualizados con el objetivo principal de trabajar los prejuicios que existen para con la disciplina. Para lograr lo anterior, debe compartirse la belleza de las matemáticas, animar al público a introducirse más en ellas y desarrollarlas en libertad. Suponiendo que así mejorará los conocimientos culturales de las personas, ayudará al progreso de la disciplina, y permitirá un mejor desenvolvimiento en la sociedad para el público.

Interesa sobre todo la divulgación de las matemáticas dirigida al público general, cuestión sobre la cual Córdoba (2000) apunta lo siguiente:

No hay una tradición establecida de comunicación entre los matemáticos y la sociedad. Los pocos casos conocidos de destreza en las tareas de divulgación suelen echar mano de los aspectos recreativos y lúdicos. Y si bien es cierto que el contenido de muchos juegos y pasatiempos puede ser matemáticamente interesante, sin embargo, un énfasis excesivo en ellos distorsiona, creo yo, el papel que las matemáticas representan realmente en la ciencia, en la tecnología y en la vida cotidiana (p. 11).

Tal afirmación permite dilucidar un carácter más complejo para lo que hasta ahora se tiene como divulgación de las matemáticas. Su recontextualización encuentra una de las principales dificultades identificadas, el lenguaje matemático posee una especificidad particular. Suponiendo la superación de tal obstáculo, sigue el hacer accesibles los contenidos por diferentes medios, resaltando la belleza de las matemáticas. Es en este punto donde la definición estipulada para divulgación de la ciencia anteriormente explicada, y la de divulgación de las matemáticas coinciden. Pero al prestar atención a los objetivos de la actividad es que el término divulgación para este trabajo ya no es suficiente. El buscar la introducción del público a la disciplina, alentar el desarrollo de la actividad en libertad, sobre todo trabajar con los prejuicios que de esta se han desarrollado en la población, requiere más que solamente volver accesibles sus contenidos.

Debe considerarse la siguiente proposición: “en lugar de pensar ‘qué modelo de comunicación de la ciencia corresponde mejor’ para las interacciones expertos-público, una de las cuestiones sociológicas claves es preguntarse ‘bajo qué condiciones emergen diferentes formas de comunicación de la ciencia’”³¹ (Bucchi, 2008, p. 70). En primer lugar, permite considerar a la comunicación de la ciencia como un resultado de su contexto general, lo cual llama a tipificar cómo se ha desarrollado la relación ciencia-sociedad y la forma en que esta ha influido en que un modelo predomine por sobre otros. En segundo lugar, permite dilucidar algunas de las condiciones que pueden influir (Bucchi, 2008):

- El grado en que un problema científico es prominente para el público
- El grado de movilización pública existente en torno a ese problema
- La visibilidad y credibilidad de las instituciones científicas y de los actores que están involucrados en estas
- La percepción que el público tiene del grado de controversia o desacuerdo entre expertos

³¹ Traducción propia de Bucchi (2008, p. 70): “rather than ‘which model of science communication accounts best’ for expert-public interactions, one of the key sociological questions becomes ‘under what conditions do different forms of public communication of science emerge?’”.

-El grado de institucionalización, y la estabilidad, de los límites profesionales en el campo científico en cuestión

-El grado existente de consenso social dentro del contexto político y cultural dominante referente a los problemas científicos

Brian Trench (2008) coincide, pues establece que caracterizar los modelos de la comunicación de la ciencia no propone una clase de jerarquía o evolución de uno a otro, puesto que los tres que denomina principales: déficit, diálogo y participación, responden a circunstancias particulares, pudiendo incluso darse una transición de uno a otro, o encontrarse puntos intermedios.

Se ha visto que el término ‘divulgación de las matemáticas’ abarca más que la definición para divulgación anteriormente establecida permite. Principalmente debido a que los objetivos que se esperan para la actividad, estipulados por quienes se desempeñan en su práctica, sobrepasan los límites de lo que correspondería a una actividad meramente divulgativa. En la ‘divulgación de las matemáticas’ se espera una mayor interacción con el público; más aún, hay un deseo de posible modificación de percepciones respecto a la idea que existe en general sobre la disciplina matemática. Puede añadirse incluso, retomando a Córdoba (2000), que existe para algunas de esas estrategias de la ‘divulgación’ un componente recreativo, lúdico, por medio del cual se pretende que el público llegue a repensar la idea que posee de las matemáticas. Sin embargo, no debe olvidarse que hay también una preocupación por lograr que el papel que las matemáticas tienen en las esferas científica, tecnológica y de la vida cotidiana, resulte correctamente abordado.

En vista de lo anterior, la noción de comunicación de la ciencia resulta de potencial utilidad para comprender la complejidad que han demostrado poseer algunas de las estrategias que se abarcan en lo entendido como divulgación de las matemáticas, de acuerdo con parte de los objetivos que persigue.

Ahora bien, se tienen como componentes principales de la comunicación de la ciencia a los comunicadores, esto es el factor comunicación, y al público, considerado como heterogéneo y activo dentro del proceso para algunos casos. Se distingue así, como una de sus primeras características, el factor del diálogo con el público, lo cual presenta

oportunidades de desarrollar experiencias entre interlocutores. Además, la posibilidad de que se permita una comprensión crítica del fenómeno científico, en este caso del fenómeno matemático.

Recordando la '*Vowel Analogy*',³² útil en cuanto a referir a las respuestas que se buscan en las actividades de comunicación de la ciencia, puede verse que, para el caso de las matemáticas, sobre todo en materia de atender a los prejuicios que existen en el público, aplican las cinco respuestas que la conforman. Sobre todo, en materia de las *opiniones*, ya que sería después de participar de un proceso de comunicación, referente al fenómeno matemático, que el público tendría oportunidad de reflexionar, formular o reformular las propias actitudes relacionadas con el tema y la forma en que este se presente inserto en la sociedad. Si el proceso tiene éxito, los prejuicios para con las matemáticas serían, como mínimo, reflexionados.

Para ello es necesario una interacción donde se permita en algún grado una negociación de significados, lo cual trae consigo implicaciones interesantes para los involucrados. En un proceso de comunicación de la ciencia, refiriéndose a su factor 'público', sabiéndolo heterogéneo en constitución, se le considera también poseedor de un conocimiento previo del fenómeno a comunicar, que será cualitativamente diferente al de los expertos. Este carácter cualitativo queda evidente en el caso de comunicar las matemáticas, sea tanto porque resulta uno de los temas presentes en la educación básica, como porque quienes las divulgan esperan encontrarse en la mayor parte de los casos con público que se haya aproximado con anterioridad a alguno de los temas. Parte de ello lo expresa Calvo (2005, párr. 4):

hay que suponer, en todo caso, ese 'bagaje mínimo' que implica haber cursado con aprovechamiento las matemáticas del Bachillerato de Ciencias, las sociedades que lo tengan. Y justamente la naturaleza de ese bagaje es la fuente de las dificultades de comprensión de las matemáticas actuales.

A pesar de que se refiere al público que haya alcanzado niveles de Bachiller en sus estudios, la afirmación de esperar un bagaje mínimo aplica a las diferentes etapas de estudio

³² Véase p. 63 de este documento.

donde diferentes contenidos matemáticos son abordados. Se vuelve a hacer un llamado a la dimensión contextual, a la influencia que esta tiene en ese bagaje mínimo que se le asume al público, esto es, deben tomarse en cuenta los elementos que influyen en tal bagaje.³³

Hasta este punto se vuelve posible hablar de una ‘comunicación de las matemáticas’, proceso que queda caracterizado por buscar que mediante actividades que permitan una interacción con el público, éste reflexione, reformule o formule las actitudes que poseían respecto a las matemáticas. El objetivo principal de este proceso es atender al prejuicio que existe para con la disciplina, acompañado de posibilitar una mayor comprensión de cómo el papel de esta está presente en las esferas científica, tecnológica y en la vida cotidiana. Es pertinente una advertencia. Así como dentro del espectro de la comunicación de la ciencia existen diferentes modelos que se distinguen gracias a cómo se lleva a cabo la comunicación, y a cómo se percibe al público, la comunicación de las matemáticas no quedará exenta de varias estrategias donde ambos factores resultarán diferentemente percibidos, y, por tanto, tales percepciones traerán consigo procesos distintos. Sería gracias al análisis de los diferentes procesos de comunicación de las matemáticas que podría establecerse su naturaleza.

Para este trabajo, interesa la comunicación de las matemáticas de tipo ‘cara a cara’, que se refiere simplemente a actividades cuyo desarrollo implica un contacto directo y dinámico entre los comunicadores y su público. El comunicador, entonces tallerista, dirige las actividades, interactúa con los presentes y es quién se encarga de que los objetivos de la actividad se logren.

De los profesionales que se dedican a estas prácticas que permiten ejemplificar las diferentes formas en las que se puede llevar a cabo la divulgación y comunicación de las matemáticas puede mencionarse a Paloma Zubieta,³⁴ quien es parte de la SOMEDICyT, y la SMM,³⁵ (Divulgación IMUNAM, s.f.). Ella desarrolla el proyecto del Festival Matemático por parte de la UNAM, que tiene lugar una vez al año donde se realiza divulgación de las matemáticas para diversos públicos, que “a través de juegos, talleres y actividades

³³ Véase p. 65 (Wynne, 1989-1995, como se citó en Bucchi 2008), y Cortassa (2010) p. 35 de este documento.

³⁴ Técnica Académica Asociada en el Instituto de Matemáticas de la UNAM desde 2010.

³⁵ Sociedad Matemática Mexicana: <https://smm.org.mx/index.php>

demostrativas, puedan desarrollar el gusto y el interés por las matemáticas” (Festival Matemático, s.f.). Otro de los matemáticos que destaca es Eduardo Sáenz de Cabezón,³⁶ quien es parte de los creadores del grupo Big Van: Científicos sobre ruedas, presenta monólogos científicos, talleres de comunicación de la ciencia, congresos y conferencias (Matemáticos en México, s.f.), y tiene también un canal en la plataforma YouTube “Derivando”, donde su objetivo es que la audiencia aprenda matemáticas de forma divertida mediante explicaciones de conceptos, problemas o aplicaciones de la disciplina.

¿Cómo la educación intercultural puede enriquecer este concepto? En primer lugar, llama la atención la evidente asimetría epistémica (Cortassa, 2010) que va a caracterizar este tipo de intercambios. Se estipuló anteriormente que el papel de la interculturalidad en la educación (Walsh, 2005) implica asumir la diversidad cultural para todos los interlocutores implicados; interesa sobre todo el factor que aboga por la no jerarquización de conocimientos, y por evitar también que al público se le adjudique la obligación de conocer los conocimientos ‘de la cultura dominante’, en este caso, del grupo con ventaja epistémica.³⁷ Por tanto, comunicar matemáticas debería considerar: 1) adoptar una sensibilidad contextual para, 2) reconocer una diversidad de conocimientos e incorporarla en la mentalidad de la práctica no como algo a superarse, sino como un factor inherente al desarrollo de su práctica, 3) evitar la jerarquización de conocimientos en la relación expertos-no expertos mediante la negociación de significados.

Se puede encontrar relación con las preocupaciones anteriormente expuestas que Bishop (1988a) identificaba respecto a la enseñanza de las matemáticas, e invertirlas para encontrar las necesidades que implican. 1) Un currículo que se orienta a las técnicas y entrena en la utilización de los temas, necesitaría una aproximación que promueva el desarrollo de un sentido crítico. 2) Un aprendizaje impersonal, donde la individualidad del alumno se ignora, como también sus contextos sociales y culturales de educación mientras se le hace aprender las ‘verdades matemáticas’, requiere una aproximación que considera tanto esa individualidad y el contexto social-cultural que rodea al público. 3) Una enseñanza en base

³⁶ Profesor titular de la Universidad de la Rioja, España.

³⁷ Con esto solo pretende referirse al hecho de la diferencia de conocimientos que posee un experto en el campo, contra el público, que bien puede también conocer, pero no a tal grado de especialización.

a un texto, con referencia a un libro que no está diseñado para compaginar con las necesidades o diversidad de los estudiantes, y no permite la personalización de la enseñanza, llama por estrategias que permitan realizar adaptaciones y tengan una flexibilidad en el diseño.

En este capítulo se presentaron las definiciones operantes de la presente investigación resultado de una revisión de los conceptos de Interculturalidad, Educación Intercultural y Comunicación de la Ciencia. Fue a través de un recorrido por las diferentes acepciones y contrastes con conceptos relacionados, que se establecieron las características guía para cada uno. De igual forma, dado que el tema específico de este trabajo es la comunicación de las matemáticas, se llegó a su definición a través de la detección de las características que superan una mera divulgación de las matemáticas.

Se estableció la importancia de la pertinencia contextual para los procesos de educación intercultural, que se han extendido a la comunicación científica, y para los intereses del trabajo, a la comunicación de las matemáticas. Una de las formas en que esto queda plasmado es con la propuesta metodológica de educación no formal con enfoque intercultural, cuyas etapas fueron expuestas en la sección 2.3. Para facilitar la confrontación con la realidad a estudiar, se identificaron los componentes de la comunicación de la ciencia: comunicación/comunicadores y público; y se tomaron de autoras como Walsh y Ferrão los fines definitorios y las características de la educación intercultural. A continuación, se presentan los hallazgos y el proceso seguido para llegar a ellos.

Capítulo III- Metodología y hallazgos

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos durante las entrevistas mantenidas con tres de las integrantes del grupo de divulgación Matemorfofis del CIMAT, y el análisis de los reportes facilitados por el mismo grupo, a través de la aproximación metodológica elegida para esta investigación.

El grupo Matemorfofis fue creado en el año 2011 por interés de egresadas de la licenciatura en Matemáticas del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Guanajuato (DEMAT), y con personas que trabajan en el programa institucional de divulgación del Centro de Investigación de Matemáticas (CIMAT), a la fecha han cumplido ya su décimo primer aniversario. Es por medio de este grupo que la institución ha buscado acercar las matemáticas a diferentes sectores de la sociedad.³⁸ Estipulan como objetivo general el “acercar la ciencia a distintos sectores de la sociedad, a través de actividades lúdicas y recreativas, con la finalidad de promover en la población una cultura científica, en particular una cultura matemática” (Resumen ejecutivo, Matemorfofis, 2019). Actualmente está compuesto por diez miembros, 7 mujeres, y 3 hombres, quienes han formado parte del grupo por un promedio de 6 años. Enuncian como objetivos principales:

Reducir la brecha que separa a la comunidad científica de los distintos sectores de la población, propiciando el diálogo entre estos actores, con la finalidad de generar interés por la práctica científica, así como por la importancia de las necesidades sociales.

Vincular las actividades institucionales de divulgación de la ciencia a los esfuerzos de otras instituciones, así como a los programas y/o proyectos locales o nacionales del mismo tipo. (Resumen ejecutivo, Matemorfofis, 2019).

Establecen cuatro ejes para su labor: 1) Recreación, que incluye diversión, descubrimiento y motivación; 2) Educación, que incluye enseñar, e informar sobre opciones

³⁸ https://www.cimat.mx/es/Divulgacion_de_la_ciencia

de profesiones; 3) Social, que incluye conciencia y atención por las necesidades sociales; y 4) Vinculación y colaboración, que se refiere a la creación de redes de trabajo.

Sus actividades incluyen:

- Mates en tu Plaza.
- Talleres, conferencias y ferias de matemáticas recreativas en instituciones educativas.
- Cursos para docentes de niveles de preescolar hasta licenciatura.
- Exposiciones móviles.
- Talleres de Ciencia para Niños y Jóvenes, de niveles Primaria, Secundaria y Preparatoria.
- Proyectos locales: ESTV 93, Primaria Multigrado Amado Nervo en Valenciana, La Venada, actividades colaborativas con otros profesionales.
- Colaboración con diversos grupos de divulgación de matemáticas y otras ciencias a nivel nacional e internacional.
- Taller de Herramientas para la Divulgación Científica.
- Taller para la Formación de Divulgadores de Matemáticas.

Su actividad comenzó en el Estado de Guanajuato, pero con los años han podido extenderse a otros estados de la república, e incluso fuera de la nación.

3.1 Documentos y entrevistas

Los documentos analizados constituyeron en su mayoría reportes que el grupo realizó después de llevar a cabo una actividad, entre estos existen al menos dos tipos: los que realiza el grupo internamente, y los correspondientes a su colaboración como parte de una red. La diferencia es que, en los segundos, los datos registrados son principalmente de Matemorfofosis como la organización que participa, y la información recabada del público se concentra en un desglose de personas por edad para registrar a las personas atendidas, una tabla de información para grupos escolares, y un apartado de observaciones.

Los formatos que realiza Matemorfofosis propiamente varían, pues al inicio (2011) se encuentran reportes semestrales, donde se describen las actividades llevadas a cabo por el grupo dando cuenta del tipo de actividad, el número de asistentes, y algunas observaciones.

En los últimos años, existe un nivel mayor de estandarización donde se disponen los siguientes apartados a completar: actividad, responsable, lugar, fecha, número de asistentes, mujeres/hombres, y programa; en algunos casos se especifica la duración de la actividad y los miembros del equipo que estuvieron encargados de llevarla a cabo. A veces los reportes cuentan con un desglose de la jornada, describiendo el taller, en otras hay incluso una justificación y un objetivo, en la mayoría hay un apartado de observaciones y conclusiones, o de resultados y observaciones. Sin embargo, los reportes son en general breves, sobre todo los que se hacen de una sola actividad, abarcando un rango de 1 a 5 páginas.

Debido a que al momento de realizar las entrevistas el país se encontraba en el contexto de la contingencia sanitaria de COVID-19, éstas debieron realizarse a distancia. Se optó por la plataforma Zoom, dada la familiaridad que se había desarrollado con la aplicación. Gracias a la flexibilidad de comunicación que se tiene con el grupo, fue posible contactar a los integrantes vía correo electrónico para obtener una muestra voluntaria de posibles entrevistados, estableciendo el motivo de la entrevista. Se estructuró un formulario, adjuntado al correo de contacto, para que, aquellos que estuvieran interesados en participar de la entrevista, pudieran agendar un día y hora a su preferencia, como también se estableció de nuevo el motivo de la entrevista, y su duración aproximada. Respondieron tres de las integrantes. Se generaron ligas de invitación a una reunión Zoom según las fechas indicadas por las participantes, y se proporcionaron individualmente, también por correo electrónico.

Al inicio de las entrevistas se indicó a las comunicadoras la duración estimada y su propósito como parte de un proyecto de investigación que busca analizar la comunicación de la ciencia. Se enfatizó en la confidencialidad de los datos que ellas proporcionarían. La atmósfera fue totalmente virtual, pero manteniendo la cámara encendida en un intento de no perder tanto la interacción. Sin embargo, dado que se tenía una relación anterior con las entrevistadas, la comunicación resultó bastante exitosa. Se encontró que las comunicadoras, a pesar de los momentos de nerviosismo de ambas partes, se sintieron en la comodidad de compartir sus experiencias.

Se plantearon preguntas abiertas, pero dirigidas a aspectos específicos de la práctica de comunicación de las matemáticas del grupo. Se esperaba que resultaran en respuestas de

carácter descriptivo. La estructuración de la entrevista fue resultado de la revisión de la teoría referente a la Educación Intercultural, y la correspondiente a la Comunicación de la Ciencia. Se consideró necesario identificar los criterios de la Educación Intercultural a partir de autores como Walsh (2005), Ferrão (2013), para poder utilizarlos como trasfondo para las preguntas, siendo estos: permitir interacciones que se caracterizan contextualmente, reconocer las diferencias entre las partes que interactúan, aceptar el existir del otro, asumir la diversidad desde una perspectiva de respeto y equidad social, la no jerarquización de conocimientos, el no establecer como una obligación el conocer a la cultura dominante; y que se busca dar pie a una expresión y comunicación desde la propia identidad. Dado que el grupo realiza comunicación científica, fue necesario también tomar en cuenta aquellos aspectos delineados por autores como: Sánchez-Mora (2016), B. Trench (2008), Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003), y Alcívar (2015).

A partir de lo anterior, se realizó un guion de entrevista,³⁹ contando con un total de 26 preguntas, siguiendo el formato de semi estructuración. Se elaboró un sistema de codificación⁴⁰ a partir de las ideas clave que las preguntas abordaron, y los conceptos teóricos identificados útiles para caracterizar el tipo de práctica comunicativa de la ciencia que sigue el grupo Matemorfosis.

3.1.1 Primeros datos

Al inicio de las entrevistas se solicitó a las informantes como datos preliminares cuándo comenzaron a comunicar matemáticas y qué las motivaba a ello. Esto con el propósito de conocer la antigüedad de su práctica en la forma particular en que cada una inició, y saber las razones detrás del interés de las comunicadoras.

Dos de las tres entrevistadas comienzan con actividades de comunicación al estar inscritas a la licenciatura en matemáticas. Dos de las tres habían tenido experiencia en

³⁹ Disponible en Anexo 4.

⁴⁰ Disponible en Anexo 5.

dinámicas de enseñanza de matemáticas. Las motivaciones que encuentran en su labor son el disfrute personal que brinda el trabajo, el deseo de compartir el gusto por las matemáticas:

[...] yo estudiaba mi licenciatura en matemáticas, empecé en 2004, y siempre tuve como muchas ganas y mucho interés en contagiar a esta gente que no le gustaban las matemáticas, en ...pues darles un sentido (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

la conciencia que se tiene de la influencia en los contextos que visitan:

[...] entre que, si tú no vas a estos lugares, nadie va, y no tienen acceso a ...que puedas ampliar como las posibilidades que tienen (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

o los efectos que tiene la disciplina, e.g. que logra despertar la curiosidad. Mencionaron también la posibilidad que existe de inspirar a la gente.

[...]entonces pues esas cosas te motivan, pues sí a parte es bonito, cuando de verdad logras como compartir el entusiasmo por, quizás no las matemáticas, solo como, pues preguntarte cosas, 'y ¿por qué? y ¿por qué?' (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021.)

Por la naturaleza de las entrevistas semiestructuradas, se permitió un grado de flexibilidad en el orden de las preguntas restantes.

3.1.2 De la labor comunicativa en el Estado de Guanajuato

El estado de Guanajuato, con una población de 6 millones 166 mil 134 habitantes (INEGI, 2020), destaca por su sector económico más importante: las industrias manufactureras, que conforman la tercera parte de la economía del estado (INEGI, 2016). De acuerdo con el índice de rezago social del CONEVAL (2016), al estado le correspondía un grado medio de rezago social para el 2015, reportando una disminución en el porcentaje de personas con 15

años o más que fueran analfabetas, de 6 a 14 años que no asistieran a la escuela, y de 15 años o más con educación básica incompleta. Sin embargo, para el 2020 el CONEVAL (2021) reporta un aumento de población en situación de pobreza en comparación con el 2018, un porcentaje de población vulnerable por carencias sociales del 28.2%, y un rezago educativo del 23.2%.

Interesaba saber si existían más grupos que comunicaran matemáticas en el Estado de Guanajuato, y qué era lo que las entrevistadas distinguían como los elementos que diferenciaban a Matemorfofis. Así, poder acercarse a su forma de comunicar las matemáticas y cómo esto perfila su tipo de actividades. Parece haber dos grupos más que divulgan/comunican matemáticas, siendo el de la Escuela Normal Superior el más activo después de Matemorfofis. Cabe destacar los vínculos que existen entre Matemorfofis y otros grupos que comunican otras ciencias, como aquellos del CINVESTAV (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional), del CIO (Centro de Investigación en Óptica), y divulgadores del área de química de la Universidad de Guanajuato.

Matemorfofis queda distinguido de los otros grupos, en opinión de una de las entrevistadas, debido a su longevidad (11 años) y, por tanto, la experiencia que han adquirido. Se destacó también el gusto que las entrevistadas tienen por desarrollar las actividades, y como parte de ello, el trabajo en equipo se identificó como un factor importante. Otro de los factores identificados que distingue a Matemorfofis es el tipo de comunicación que llevan, que busca: atacar la barrera emocional que existe en la población para con las matemáticas.

3.2 Análisis del programa de divulgación de Matemorfofis desde la educación intercultural según los componentes de la comunicación de la ciencia

Para hacer posible analizar las prácticas que realiza el grupo de divulgación Matemorfofis de acuerdo con los componentes comunicación y público, es necesario establecer qué tipo de actividades llevan a cabo. Se inquirió por éstas durante las entrevistas, para conocer el grado

de diversidad que tienen, y caracterizar a partir de ahí el tipo de comunicación de la ciencia que realizan. En este apartado se presentan secciones que corresponden a los componentes comunicación y público, organizadas por apartados que reflejan los datos según los códigos que les corresponden a cada uno. Al final de cada apartado se presentan las reflexiones desde lo establecido para la educación intercultural y la comunicación de las matemáticas.

Se hace notar que, tanto durante el análisis de los documentos del grupo, como en las entrevistas, la palabra actividades se utilizó para referir en general a todo lo que el grupo puede hacer, estas se distinguen en cinco grupos principales:

- Talleres (Talleres, conferencias y ferias de matemáticas recreativas en instituciones educativas, Talleres de Ciencia para Niños y Jóvenes, de niveles Primaria, Secundaria y Preparatoria, Taller de Herramientas para la Divulgación Científica, Taller para la Formación de Divulgadores de Matemáticas)
- Participaciones en ferias de matemáticas/ o Mate en tu Plaza.
- Visitas guiadas al Centro de Investigación en Matemáticas, Exposiciones móviles, Conferencias.
- Cursos para docentes de niveles de preescolar hasta licenciatura, entrenamiento para Olimpiadas de Matemáticas.
- Proyectos locales: ESTV 93, Primaria Multigrado Amado Nervo en Valenciana, La Venada, actividades colaborativas con otros profesionales.

La diversidad de sus talleres reside en los tipos de formatos que adoptan. Pueden ser en aulas para alumnos, o para profesores con fines de entrenamiento en actividades que les puedan resultar útiles en su práctica docente. Los talleres para alumnos en escuelas resultan en una versión más densa de los talleres de ferias u otras, y generalmente están dedicados a explorar un poco más un concepto matemático. Existe también la modalidad de Talleres de Ciencia para Jóvenes, que duran varios días con el mismo público.

El otro formato de talleres es aquel de las ferias de matemáticas y los mates en tu plaza, comprenden actividades con diferentes niveles de interactividad como rompecabezas,

y acertijos. Algunas de ellas son: Tangram (rompecabezas para armar diversas figuras), Torres de Hanoi (juego de búsqueda de estrategias), Cubo soma (rompecabezas 3-D), Adivina números (usando números en base 2), Pompas de jabón (ejemplos de superficies mínimas), Origami (técnica modular para construir poliedros), Hex (juego de estrategia), Nim (búsqueda de estrategias), Dados (adivinar suma de caras que no se ven), Bandas de Moebius (propiedades de una banda con una sola cara), Cartas (Sucesiones que convergen).⁴¹

Existen otras actividades más particulares:

La obra de teatro ‘Los tres ilustres’ que desarrolla un investigador que colabora con Matemorfofosis.

Los rallies matemáticos, que solían ser en escuelas, pero dada la pandemia, se llevaron a cabo de forma virtual. Consisten en un juego de equipo, donde los participantes resuelven acertijos o retos matemáticos planteados por estaciones.

Con esto es notorio que el grupo ha manejado actividades de diversos enfoques, con posibilidades de mayor o menor profundización en los conceptos base de las actividades, y que permiten diferentes audiencias. A continuación, se presenta un ejemplo del desarrollo de una actividad que se reportó, con mayor cantidad de información respecto a cómo se lleva a cabo, por lo que se continuará utilizando en las siguientes secciones como ejemplo (Documento 38, Matemorfofosis, 2019):

Figura 2. Desglose de actividad-Globiedros

Sesión de feria: Globiedros.
Objetivo principal: Que los participantes conozcan el invariante topológico: <i>característica de Euler-Poincaré</i> . Conocer la Característica de Euler-Poincaré de una esfera a través de la experimentación y observación de varios poliedros.
Objetivos secundarios: <ul style="list-style-type: none"> – Recordar a los participantes características básicas de un sólido: Aristas, vértices y caras. – Mostrar que hay ciertas propiedades de los objetos geométricos que se preservan aun cuando estos son modificados siguiendo determinadas reglas. – Dar a conocer el área de las matemáticas llamada topología que estudia y clasifica objetos por ciertas propiedades.

⁴¹ Las descripciones son las que aparecen en el Documento 1, que es un reporte general de actividades.

Actividad: Se comienza preguntando a los participantes por figuras u objetos geométricos que conozcan. Se recuerdan las partes esenciales de dichas figuras: lados, vértices y área (región bordeada, relleno). Se motiva a que se nombren ahora objetos sólidos con volumen y también se repasan sus elementos: aristas, vértices, volumen que contienen y caras, las cuales durante el taller serán llamadas regiones (esto es para facilitar el entendimiento de lo que se mostrará en los globos). Se muestran algunos de esos poliedros armados con Zometools y se enfatiza cómo se están representando los elementos mencionados: los palos son aristas, las esferas blancas son vértices y las caras están delimitadas por palos y esferas.

Se explica que dibujaremos poliedros en globos. Nos van a quedar poliedros “redondeados”, como “infladitos” o “gorditos”. Recordando los ejemplos que ya se enunciaron arriba, se presume que todos han intentado dibujar un cubo en una hoja, pero no puede hacerse perfectamente al ser un objeto tridimensional. Con esta motivación, se instruye a realizar un dibujo de un cubo sobre la superficie de un globo (se omiten las instrucciones en este texto). A continuación, cada uno con su globo y atendiendo a nuevas instrucciones, los participantes cuentan cuántos vértices tiene el cubo y se escribe ese número en el pizarrón de apoyo. Cuentan cuántas regiones tiene y se escribe esa otra cifra también. Por último, cuentan el total de aristas y se toma nota del número. Con estas tres cantidades se calcula su Característica de Euler-Poincaré: $Vértices + Regiones - Aristas$.

Se da una introducción de porqué recibe ese nombre dicha fórmula, mencionando que es constante para cada poliedro y para realizar una pequeña comprobación empírica se dibujará un segundo poliedro en otro globo. En esta ocasión se hará un prisma triangular. Nuevamente se hacen los conteos análogos a los anteriores y se calcula la Característica de Euler-Poincaré del prisma.

Se muestran una vez más los poliedros que están hechos con Zometools y entre todos se hacen una vez más los cálculos correspondientes a la Característica para algunas o todas las figuras armadas.

Para terminar, se pide que en alguno de los globos (en el cubo o en el prisma triangular) se haga un vértice más el cual deberá ir unido con aristas, al menos, a otros dos vértices y las nuevas líneas no deben cruzarse con otras (es decir, las aristas nuevas no cortan a ninguna de las que ya están dibujadas). De este modo se tendrá un nuevo poliedro para el cual se calcula una vez más su Característica de Euler-Poincaré.

Aun cuando el poliedro parezca “feo”, algo que no es regular o que tenga muchas caras de diferente forma, la Característica es la misma. Por lo tanto, se explica, ésta es la Característica de Euler-Poincaré de una esfera.

Se advierte que la misma fórmula no da el resultado que ha estado obteniéndose si la superficie tiene un hoyo o dos o más. La Característica cambia dependiendo de esto. Para ejemplificarlo se muestra un poliedro trazado sobre un globo largo amarrado a sí mismo formando una dona. La Característica de Euler-Poincaré de una dona es 0.

(Figura 2. Fuente: Documento 33, Matemorfofosis, 2019)

3.2.1 Componente comunicación

Una vez establecidos los tipos de actividades que el grupo realiza, se llevó a cabo el análisis de contenido por el elemento comunicación mediante un proceso de codificación utilizando el criterio inductivo-deductivo para la elaboración de esquemas categoriales, incluyendo los datos verbales y aquellos resultantes de los documentos. Se presentarán los datos de ambos esquemas categoriales por la interdependencia que presentan, pues para encontrar el tipo de comunicación que realiza el grupo se consideró necesario poner atención a elementos que pertenecen al criterio inductivo: los tipos de actividades que realizan (AMT), las características de estas actividades (AMC), las estrategias que utiliza el grupo (EST), lo que buscan que aprendan los asistentes al taller (APR), y los retos que se les han presentado para llevar a cabo sus actividades (RET).

A la codificación deductiva le pertenecen las categorías desde las características de la comunicación de la ciencia que presenta Sánchez-Mora (2016):

- 1) Tipo de comunicación
 - a) Lúdica/espectacular
 - b) Masiva para audiencias específicas
 - c) Cara a cara
 - d) Materiales adaptados a audiencias específicas
- 2) Objetivos
 - a) Ciencia existe
 - b) Ciencia es interesante
 - c) Ciencia es parte de mi identidad
 - d) Ciencia es atractiva
- 3) Propósito
 - a) Acercamiento
 - b) Informar
 - c) Formar
 - d) Entretener
- 4) Resultados
 - a) Aprendizaje informal lúdico
 - b) Aprendizaje informal significativo

Tipo de comunicación y resultados

Se encontró que el grupo Matemorfosis, de acuerdo con la clasificación de Sánchez-Mora (2016), lleva a cabo diferentes tipos de comunicación de la ciencia (matemáticas), pues el rango de sus actividades es diverso. Aquellas de tipo Participaciones en ferias de matemáticas/ o mates en tu plaza, conferencias, exposiciones y visitas al CIMAT, caben dentro del tipo de comunicación masiva para audiencias específicas, y divertida/espectacular, pues los formatos del tipo de actividades son: ferias, actividades al aire libre, conferencias, y visitas a escuelas. Un tipo caracterizado para audiencias masivas y divertida tiene como intención lograr un acercamiento a la disciplina, y en el caso del grupo, comenzar a enfrentarse al prejuicio que se asume del público para con las matemáticas, y responde a niveles de diálogo más leves.

Sus actividades como los cursos para docentes de niveles de preescolar hasta licenciatura, de entrenamiento para Olimpiadas de Matemáticas, y proyectos locales: ESTV 93, Primaria Multigrado Amado Nervo en Valenciana, La Venada, los talleres en escuelas, responden a un tipo de comunicación de materiales adaptados para audiencias específicas, y de cara a cara (Sánchez-Mora, 2016). En las oportunidades que el grupo tiene para acercarse por un periodo mayor de tiempo a las personas, donde el tipo de comunicación es para audiencia específica y cara a cara, la oportunidad de diálogo toma las ventajas de una mayor interacción con los mismos individuos, lo que facilita, refiriendo a la Tabla 2, el conocer un poco más sus necesidades y averiguar visiones.

Pudieron encontrarse las características de las actividades del grupo a partir de la información proporcionada. Es material muy visual, que preferentemente no depende de la tecnología. Son de bajo costo y replicables, de manipulación sencilla, listas para usarse, y las describen como interactivas y lúdicas. Para el caso de los talleres para profesores, las actividades pueden adaptarse al contenido que ellos soliciten, si ellos han detectado que es necesario reforzar en sus grupos de alumnos algún tema, e.g. fracciones, aritmética. Se identificaron además diferentes cualidades de estas actividades: son de niveles conceptuales (matemáticos) poco complejos, por lo tanto, fáciles de entender. Pueden llevarse a cabo de

formas distintas dependiendo del tallerista, el público o el lugar. Casi nunca, o nunca, tienen continuidad.

Resultados

Para encontrar los tipos de resultado que tienen las actividades de Matemorfosis, se puso atención a las estrategias que se utilizan, conocidas mediante una de las preguntas realizadas durante la entrevista, y poniendo atención a la sección de los documentos donde se describen actividades. Las estrategias encontradas se desglosaron en tres tipos: cómo se han preparado los miembros del grupo para su labor, cómo es la dinámica de los talleres, y las referentes a la interacción con el público. Se abordarán en esta sección los primeros dos tipos.

Las estrategias relacionadas a cómo se ha dado la preparación de los miembros del grupo como comunicadores de matemáticas van desde sus inicios, mencionan que muchas de sus aproximaciones fueron a prueba y error, pues su educación va directamente en matemáticas, y no en estrategias comunicativas o de educación. Una de las entrevistadas permitió un acercamiento al reto que les significó esto, sobre todo con los diferentes contextos a los que ha llegado con sus actividades:

Todo lo que hemos hecho en comunicación ha sido medio a prueba y error, porque nadie nos enseñó. Ahora si me preguntas, '¿cómo hubieras aprendido?' te hubiera dicho 'Ah bueno, pues, un taller o un diplomado, o inclusive varias clases de manejo emocional y de un rollo así, como comunicación ¿no?' Es como de las primeras cosas que hay que hacer porque...es bien difícil (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Con el tiempo, han podido revisar temas de comunicación de la ciencia o educativos:

[...] bueno al menos creo que ahorita ya nos estamos preocupando mucho más por entender mejor, teóricamente, qué estamos haciendo [...] creo que ya estamos formándonos, nos estamos formando tanto en rollos de comunicación, hemos tomado cursos de cuentacuentos ¿no? De qué significa comunicación de la ciencia,

teóricamente, con la SOMEDICyT.⁴² Eh...cuáles son las bases ¿no?, qué es comunicación, qué es comunicación no directa. Cuál es la diferencia para empezar, entre educación y comunicación, y difusión, y todas estas [...] (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Esto resulta interesante, pues indica que el grupo ha modificado las formas de comunicar matemáticas tanto después de ganar experiencia, como por las oportunidades de formación en el tema que han tenido, y en las cuales continúan. No se indica que sea una práctica regular, sino de acuerdo con las ofertas posibles de formación. Sin embargo, los once años de experiencia que tienen les podrían permitir ahora establecer una especie de ruta de acción, que según indican las entrevistadas, aún no han puesto por escrito un compendio de estrategias o sugerencias oficial.

En relación con lo anterior, aun sin que el grupo tenga un manual, se pudo extraer el segundo tipo de estrategias, referentes al desarrollo de la dinámica de los talleres, al preguntar a las entrevistadas directamente por las estrategias que seguían. En primer lugar, gracias a la información se pudo complementar la caracterización de las actividades, pues se indicó que están centradas en el estudiante, buscan atacar la barrera emocional para con las matemáticas debido a los prejuicios que se construyen hacia ellas, y si es posible, incorporarán una narrativa. Además, se espera que cuenten con un buen diseño, y se cuenta con un repertorio de actividades estructuradas de antemano, aunque, no están restringidas por los lugares donde vive o se encuentra el público.

Respecto al lugar donde se encuentra el público, se menciona que muchas veces el grupo debe empezar desde cero en cada lugar diferente que es visitado. Esto los ha llevado a darse cuenta de la necesidad de caracterizar al público y escoger en función de ello el contenido, poniéndose en contacto con las autoridades o quien estableció el vínculo con MatemorfoSis del espacio destino, como uno de los primeros pasos para poder desarrollar un taller o actividad.

⁴² Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología.

Lo que el grupo incluye en la noción de caracterización es saber datos como el grado escolar de los asistentes, cuántos habrá que atender aproximadamente, y cuánto tiempo hay disponible para trabajar. Deben saber a qué lugar va el taller, y con qué recursos se cuenta en el lugar donde será el taller, e.g. si será un lugar abierto, si hay electricidad, si será en un salón, etc. En el lugar destino, los miembros deben trabajar en equipo, encontrar el lenguaje y el contenido en un nivel de dificultad adecuado para retener al público, pues se han dado cuenta de que es necesario balancear dificultad y sencillez para que el público no abandone las actividades si resultan algo muy sencillo o algo muy complicado, y en las mismas líneas debe pensarse el no saturar la actividad o al público con información, buscando intentar entender las posibles necesidades del público objetivo. Se necesitan buenas habilidades de comunicación, y si es posible, tener un tallerista que funja de mediador que pueda dar sugerencias al público si es necesario durante una actividad.

Una vez propiamente en el desarrollo del taller, es posible que el discurso cambie según el lugar, sobre todo atendiendo al tipo de público que se presente, como me explicó una de las entrevistadas:

[...] ya que estás como con estos niños que vienen voluntariamente a los talleres o se acercan a las ferias este...pues, empiezas distinto tu discurso, a cuando estás en el salón y los tienes que convencer a los que les gustan y a los que no de que lo que van a ver es algo divertido e importante (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

Al facilitar la actividad, se busca permitir a los participantes pensar los ejercicios. Además, pueden existir diferentes maneras de comunicar el contenido: muy directamente, o con ayuda de recursos visuales, sobre todo. Si notan que alguien se quedó interesado en la actividad, está la oportunidad de ahondar en su trasfondo, si ambas partes tienen tiempo.

Por último, se tomó en cuenta aquello que el grupo busca que aprendan los asistentes del taller. Estos datos se obtuvieron a partir de una de las preguntas de la entrevista, información con la que también se pueden caracterizar sus objetivos.

Se encontró que lo principal que se busca es trabajar los prejuicios o bloqueos emocionales para con las matemáticas, por medio del tipo de las actividades que llevan a

cabo. Se intenta también transmitir que las matemáticas son una herramienta útil, y lograr que el público aprenda un poco acerca de qué es hacer matemáticas. A este respecto, lo que compartió una de las entrevistadas resulta bastante ilustrativo:

[...] la misma sociedad nos fue orillando, básicamente, la misma necesidad que nos exponía la gente con la que empezábamos a trabajar, nos empezó a orillar a que nuestro público con el que al final preferimos trabajar, es con gente que...no necesariamente les gustan las matemáticas, y a veces hasta las odia, e intentar trabajar objetivos más bien emocionales, y no tanto...eh...didácticos [...] como intentar dar como una probadita de que existen formas de hacer matemáticas...que, no necesariamente tienen que ser la cosa más divertida del mundo, porque eso es una mentira...o sea, la mayoría de las matemáticas no son divertidas ...pero te entrenan a muchas cosas que, pues si te pueden servir en general para tu vida ¿no? [...] Como...como manejo de la frustración, ser perseverante, o ser persistente...eh, no rendirte, eh...y al final, después de mucha chamba, cuando lo logras, si es que lo logras, pues sí se siente una satisfacción (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Con este testimonio se interpreta que el grupo en lugar de buscar que con su actividad se enseñen matemáticas como parte de su estrategia, lo que se quiere lograr es un cambio de percepción respecto a ellas. Se encuentra entonces un nivel de acercamiento a las matemáticas, que queda establecido como uno de los propósitos de la comunicación de la ciencia (Sánchez-Mora, 2016), mientras que al tiempo responde a la noción establecida para comunicación de las matemáticas al referir a estos objetivos emocionales, que buscan abordar los prejuicios que el público posea para con la disciplina. También se hace evidente cómo la situación contextual afecta a la práctica del grupo, como establece Bucchi (2008), que para el caso de Matemorfofosis resultó en determinar a su tipo de público, y, por lo tanto, a sus objetivos. Además, se abordan los posibles aprendizajes que resultan de las actividades-talleres en forma de diferentes capacidades: manejo de frustración, perseverancia, persistencia, y determinación.

Gracias a la información que proporcionaron las entrevistadas, se descubre también que las variaciones que se den de la conjunción público-taller permiten diferentes objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, cuando se trabaja con profesores se busca que aprendan diferentes formas de transmitir contenidos matemáticos, pero con profesores no se trabaja el componente emocional de atacar un prejuicio hacia la disciplina. Cuando se trata de talleres en ferias o Mates en tu Plaza pueden tener como trasfondo conceptos matemáticos, pero no se busca enseñarlos literalmente, pues en estos casos el objetivo principal es cuando se trabaja con la barrera emocional hacia la disciplina.

Desde lo anterior, los tipos de comunicación que el grupo ha llevado a cabo, situándolos dentro del espectro de Sánchez-Mora (2016) son: divertida-espectacular, material adaptado a audiencias específicas, y cara a cara; se consideran relacionados al modelo de Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología (PEST). Tratándose de un modelo que se clasifica dentro de aquellos del diálogo, lo que destaca en el grupo de Matemorfosis es la interacción que tienen en la mayoría de sus actividades, permitiendo establecer que se concibe a la comunicación en un flujo bidireccional, aunque leve debido a las constricciones de tiempo que tienen. Es necesario tomar en cuenta que el grupo también realiza actividades tipo conferencias o visitas, cuya definición coincide mayormente con divulgación de la ciencia.

Los resultados (Sánchez-Mora, 2016) de estos tipos de comunicación serían un aprendizaje de carácter no formal, lúdico cuando se habla de una comunicación divertida-espectacular o que refiere a un material adaptado a audiencias específicas. Con sus actividades de tipo cara a cara, apuntaría a lograr un aprendizaje informal significativo. Empero, para verdaderamente conocer el tipo de aprendizaje, se necesita de un estudio del público y sus procesos durante y después de estar en un taller.

Tomando en cuenta lo expuesto, se identifican como ventajas del grupo su posibilidad de adaptación de contenidos y la experiencia que tienen en adecuar el desarrollo de su práctica a diferentes escenarios y públicos, lo que indica una sensibilidad a las cualidades de un contexto. Sin embargo, esta adaptación está en función de facilitar la impartición del taller/actividad a partir del conocimiento de las variables con las que van a enfrentarse.

Relacionado a las adaptaciones, llama la atención cómo el discurso de los miembros del grupo cambia de acuerdo con dónde y con quienes se encuentran, para poder acercarse a su objetivo de brindar una nueva perspectiva de las matemáticas.

Gracias a los testimonios presentados arriba, puede inferirse que el resultado de las actividades de Matemorfosis ha variado, pues al inicio se encontraron con el reto de llevar a cabo su labor sin preparación propiamente en comunicación, lo que pudo llevar a una deficiencia en la transmisión de los mensajes, el manejo de los participantes, y la adecuación de contenidos. Una de las áreas de oportunidad que se identifican con que se estén “preocupando por entender teóricamente por lo que están haciendo” es que existe una mejor comprensión de sus procesos, lo que puede facilitar el entender donde se pueden incorporar sugerencias.

Destacan las posibilidades de adaptabilidad que tiene el grupo respecto a los públicos que pueden encontrar, esto se considera un punto fuerte. La interrogante que surge es si se puede mejorar con alguna sugerencia desde la educación intercultural. Se considera que en la caracterización del público que lleva a cabo Matemorfosis existe la oportunidad de ir más allá de los datos como el número, edad, escolaridad de los asistentes, pues esto predispone al grupo a una concepción de su futuro público respecto a qué tanto pueden saber, y cómo pueden hacerse efectivas las actividades. Así, cuando el grupo se encuentra en la fase de gestionar una visita, inquirir por información respecto al contexto al que se llega podría ayudar al grupo a entenderlo mejor mediante preguntas como: ¿qué lugares importantes para los habitantes existen?, ¿son los habitantes originarios del lugar destino?, ¿han recibido a grupos o actividades similares antes? ¿es posible saber qué impresión se llevó el público de esas visitas? La idea detrás es que Matemorfosis pueda contar tanto con una sensibilización contextual, que podrían usar de referencia en sus actividades para interactuar de forma más significativa con el lugar al que llegan, recurriendo a los lugares importantes como base de sus ejemplos, si es posible. Como también que se tenga mejor idea de la relación ciencia-público del lugar, y preguntar también por el número de escuelas, qué grados de educación existen, etc.

También debe notarse que, durante la pandemia y las restricciones impuestas, el grupo debió trasladar su material a formatos virtuales, lo que implicó detener sus interacciones con el público, y después de que pudieran retomar sus actividades a distancia, reducir su interacción con público que no tuviera acceso a las TIC. Esto ejemplifica una dificultad para las iniciativas o grupos que trabajan en ámbitos de educación no formal en formatos a distancia/virtuales, pues una gran parte de la población queda excluida. Matemorfosis en su ejercicio antes de la pandemia de COVID 19 destaca por su ‘ir hacia la gente’, lo cual se impidió al establecerse la barrera tecnológica.

Objetivos y propósito de la comunicación de las matemáticas

Se encontró que de los objetivos de la comunicación como quedan establecidos por Sánchez-Mora (2016): ciencia existe, ciencia es interesante, ciencia es parte de mi identidad y ciencia es atractiva, el grupo Matemorfosis, por su tipo de actividades y dinámica, responde tanto a ciencia existe, ciencia es atractiva, y a ciencia es parte de mi identidad. De acuerdo con la autora estos objetivos tienen como propósito, respectivamente, lograr un primer acercamiento con la ciencia, entretener, y formar.

Para encontrarlos, se analizó en los documentos casos donde hubiera una sección explícitamente dedicada a establecer los objetivos de la actividad referida, que fueron pocos, o si existía alguno en una descripción de la actividad reportada; tomando en cuenta también los documentos que presentan la propuesta del programa, donde el grupo presenta específicamente que objetivos se plantearon para el proyecto.

De las entrevistas se extrajeron las menciones que tuvieran referencias hacia alguno de los cuatro tipos. Una vez revisada la información, se prestó atención a los verbos utilizados, pues comenzaron a detectarse tendencias en cuanto a estos y la naturaleza del objetivo que se establecía. Esto fue útil para los casos del objetivo ciencia existe, donde se tomaron en cuenta las frases con los verbos: acercar, introducir, e integrarse, pues apuntan a una acción de introducción a los conceptos de trasfondo en las actividades. Un ejemplo dado en casos como:

Platicaron un poco sobre las figuras geométricas que conocen para después repartir el material de teselaciones. V. les pidió verificar si es posible recubrir un plano con un solo tipo de pieza, para esto, planteó una situación lúdica en la que los niños tenían que imaginar ser constructores y que instalarán el piso a distintas habitaciones de su casa. Sin ahondar en detalles, con la metáfora de la instalación de piso en una casa se **introdujo** la noción de teselaciones regulares (Documento 36, descripción de actividad).

De acuerdo con la Tabla 3 y la Figura 1, el objetivo ciencia existe corresponde a un público en masa. Para el grupo Matemorfofosis, ciencia existe se traduce a presentar las matemáticas de forma diferente a la que su público las ha conocido mediante la educación formal, por tanto, no es un primer acercamiento per se, sino un acercamiento cualitativamente distinto a las posibilidades de la disciplina.

Dentro del objetivo ciencia es atractiva de nuevo se prestó atención a los verbos utilizados en los datos clasificados, donde los presentes fueron: mostrar, promover, y estimular. Se trabajó también con los objetivos que establece el grupo para sí desde sus documentos, parte de los cuales son los ejemplos siguientes, y se retoma el ejemplo de la actividad Globiedros:

4. **Promover** el quehacer profesional de un matemático y el rol del Centro de Investigación en Matemáticas en cuestión de educación, vinculación con la sociedad y con la industria. (Documento 3, objetivos, 2011).

Objetivos específicos

1. **Estimular el interés y la curiosidad** por las matemáticas del público en general, especialmente el de los estudiantes de nivel primaria, secundaria y preparatoria; a través de pláticas, cursos o talleres organizados por nuestro grupo. Se planea trabajar con instituciones educativas principalmente del Estado de Guanajuato. (Documento 3, objetivos específicos, 2011).

Objetivo principal: Que los participantes conozcan el invariante topológico: *característica de Euler-Poincaré*. Conocer la Característica de Euler-Poincaré de una esfera a través de la experimentación y observación de varios poliedros.

Objetivos secundarios:

- Recordar a los participantes características básicas de un sólido: Aristas, vértices y caras.
- Mostrar que hay ciertas propiedades de los objetos geométricos que se preservan aun cuando estos son modificados siguiendo determinadas reglas.
- Dar a conocer el área de las matemáticas llamada topología que estudia y clasifica objetos por ciertas propiedades. (Globiedros documento 38, Matemorfofis, reporte 2019).

En las entrevistas se encontraron menciones del tipo “intentar dar como una probadita de que existen formas de hacer matemáticas” (Carnalla, M., comunicación personal, mayo 2021), o “aunque sean actividades lúdicas totalmente, eso pudiera de alguna forma cambiar la actitud que tienen, o sea la concepción que tienen de las matemáticas como algo súper aburrido” (Muñoz, V. comunicación personal, mayo 2021).

Se considera que el grupo llega al objetivo el *-ciencia es parte de mi identidad-*, cuando al dar sus actividades, llevan a cabo prácticas que se centran en atacar la barrera emocional para con las matemáticas, centrarse en transmitir su carácter de herramienta, y cuando los espacios permiten llegar a formar al público en algún concepto, aunque no sea complejo. Este es uno de los objetivos que se alcanzan en menor grado, atendiendo a las características de la mayoría de las actividades: sin continuidad, de grados matemáticos poco complejos, y de duración variable.

Con respecto al propósito de la comunicación de las matemáticas, con base en los ejes que se forman en la Figura 1, se deduce que de los tipos de comunicación que lleva a cabo el grupo, hay momentos donde el aprendizaje informal (Sánchez-Mora, 2016) resultaría mayormente lúdico, y otros donde es posible que sea significativo. Esto está directamente relacionado con las condiciones del público que recibe las actividades, explicadas por entero en la siguiente sección.

De esta sección puede establecerse que una comunicación de las matemáticas con objetivos como acercar a las matemáticas, entretener y formar implican procesos de intercambio diferentes, aunque en todos exista una interacción. La particularidad en este caso es que el acercar a las matemáticas implica presentarlas de forma diferente a como el público las conoce desde la educación formal. Así, los objetivos anteriores están directamente relacionados con las características presentadas de la divulgación y comunicación de las matemáticas, sobre todo en materia de mostrar un lado atractivo de la disciplina. Recordando los ejes que Matemorfosis establece como los que rodean a su labor: recreación, educación, social, y vinculación/colaboración, los objetivos de sus actividades están alineados con la dimensión recreativa: diversión, descubrimiento y motivación.

Lo que llama la atención para el análisis desde la educación intercultural es qué espacios de encuentro se propician, si hay oportunidad para que el grupo conozca más acerca de lo que sabe su público y cómo ellos manejan ese conocimiento y lo entienden. Incluso, el tipo de convivencia que se fomenta. Estos procesos de encuentro pueden calificarse como unos donde al menos existen seres, saberes y prácticas distintas, aunque no puede descartarse el que se mantenga una jerarquización de conocimientos.

3.2.2 Componente Público

Los datos correspondientes al componente público fueron también resultado de un criterio inductivo-deductivo (Mejía, 2011) para el proceso de codificación. Los términos que son parte del criterio deductivo son aquellos tomados de Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003), y los derivados de su propuesta: el *AEIOU Model*, como respuestas personales del público hacia la ciencia. Como parte de la codificación inductiva, se encuentran las estrategias referentes a la interacción con el público (EST), y las adaptaciones que se realizan al implementar las actividades (PARA). Se aborda a continuación la codificación inductiva respecto a las estrategias y adaptaciones, e introduciendo a una tipificación inicial del público.

Se buscó entender el tipo de público que consideran los miembros de grupo como objetivo, además de caracterizar su tamaño, y así poder encontrarlo en la teoría. Así que se preguntó a las entrevistadas a quién estaban dirigidas sus actividades. Se encontró que las actividades permiten un público variado: niños, jóvenes, profesores, y hasta familias. Hay diferentes condiciones que perfilan el tipo de público: el tipo de actividad, y el lugar donde se encuentra el público i.e. en una comunidad, una escuela, o una plaza; por lo que las respuestas del público hacia los contenidos de las actividades del grupo deben considerarse en relación con la naturaleza de su acercamiento a las actividades. Gracias a la relación que existe entre el tipo de público y el tipo de comunicación de la ciencia que lleva a cabo el grupo, se hace posible establecer que, en materia de tamaño, el público con el que trabaja Matemorfosis es tanto en masa como individual,⁴³ y comprende una variedad de edades: niños, jóvenes y adultos.

Es de interés cómo los miembros de Matemorfosis caracterizan su público utilizando dos nociones: cautivo y voluntario, cuando se encuentran en un taller. El público cautivo es el que recibe el taller sin tener opción sobre este, y se mantiene constante durante la actividad “está ahí ya, sentadito en su salón, esperando el taller, no tiene otra opción más que quedarse ahí” (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021). Con voluntario, se refieren al público que se acerca a los talleres, y permanece en ellos el tiempo que prefiera, generalmente son periodos cortos, y, por lo tanto, cambia muy rápido:

[...] no es lo mismo ir a una feria, montarte ahí en la Sierra, donde te van a llegar 15 niños, y vas a tener 4 horas a los mismos 15 niños; a que vienes al festival matemático de la CDMX, donde durante...o sea, por día, te van a llegar 10 mil personas, no todas a ti, pero a todo el festival, y los vas a tener de a 15 min, siempre diferente [...] (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

[...] y entonces, con ese público, yo no me voy a clavar tanto en los conceptos matemáticos por ejemplo de mi actividad, yo lo que quiero es que venga y conozca

⁴³ Razonamiento expuesto en el apartado de análisis del componente público, en razón de los tipos de comunicación, pág. 62-63 de este documento. Véase tabla de documentos analizados en anexos, columna 4, para información de no. de personas asistentes por taller.

la banda de Moebius, y...pues es que también dependerá, si tengo poca gente, y él está muy interesado entonces podemos seguir hablando, sin embargo si tengo una fila de gente que quiere pasar a la mesa, entonces mi actividad durará 20 minutos haciendo su banda de Moebius y ya lo dejo ahí como con la...con la espinita (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

Los miembros del grupo trabajan con público cautivo y voluntario casi por igual, las condiciones cambiaron en el contexto de la pandemia, pues existían convocatorias para las actividades posibles, lo que estableció un filtro no pretendido que resultó en recibir público voluntario. Gracias a los testimonios de las entrevistadas puede también establecerse una relación con el tipo de aprendizaje que pueden lograr dependiendo del tiempo que puedan interactuar con las personas, suponiendo que entre menor sea este, más se acercará a un aprendizaje informal lúdico, y entre mayor sea, será más cercano a un aprendizaje informal significativo.

Estrategias y adaptaciones para llevar a cabo las actividades

Se abordaron en el apartado del componente comunicación las estrategias referentes a la preparación de los miembros del grupo para su labor, y a cómo es la dinámica de los talleres. Aquí se abordan las estrategias específicas a su interacción con el público, que se dividen por momentos. El primero es antes de llegar al lugar destino del taller, donde el grupo busca conocer el rango de edad del público con el que se va a trabajar, y dependiendo de este, establecer el número de talleristas. Generalmente con los más pequeños hay más talleristas facilitando la actividad; también mencionaron que, si el grupo que recibe la actividad supera los 25 integrantes, ya son necesarias dos personas facilitadoras. También se toman en cuenta los conocimientos por edades cuando se planea impartir una actividad, el siguiente es un ejemplo que proporciona una de las entrevistadas:

[...] se me viene a la cabeza la de gomitas ¿no? Entonces si estás con los chiquitos, a lo mejor solo haces las figuras planas, y hablas mucho de las figuras planas y de sus vértices y de sus lados. Sí ya están más grandes, o sea 3° o 4°, pues ya hablas de poliedros, que te digan qué poliedros conocen, y ya hacemos poliedros. Y si ya están más grandes todavía, como de 5° y 6° o secundaria, ya puedes extenderla para hablar

de que son las únicas 5 figuras que se pueden construir: los sólidos platónicos, o sea que sean los poliedros regulares, y pues a lo mejor ya ver característica de Euler o alguna otra propiedad de esas (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

En este tenor, de igual forma les es necesario conocer si llegarán a un espacio donde niñas y niños de diferentes edades estén juntos, como en primarias multigrado, que han sido una experiencia repetida para Matemorfosis. Se menciona que la flexibilidad de adaptación de las actividades es amplia, además de que no se lleva a cabo una diferenciación entre las personas que reciben los talleres según su contexto, esto es, rural o urbano, o incluso si se trata de acudir a escuelas públicas o privadas. Una de las entrevistadas comentó acerca de un caso de un taller de tecnologías para profesores, donde se realizó un sondeo previo para que el grupo conociera qué cosas ya conocía el público, pero esta no es una de sus estrategias comunes.

El segundo momento de estrategias para con el público es una vez que se encuentran en el lugar. Dependiendo del tiempo con que se cuente, y la afluencia de personas en caso de eventos como ferias o Mates en tu Plaza, la extensión del contenido del taller puede variar. Generalmente, las actividades tienen menos tiempo entre más afluencia de personas en el taller exista. Cuando se trata de eventos, se atrae a los posibles participantes ‘haciendo mucho show’, para que se acerquen a las actividades del grupo, intentando llamar su atención.

Una vez dentro de la dinámica, cuando se detecta dificultad para entender por parte de alguien del público, se acercan a la persona y dan ejemplos, si es posible. Una de las entrevistadas me explicó cómo ella maneja estas cuestiones:

[...] imagínate que hay unos niños a los que se les da súper rápido hacer su figura o su teselación, y hay otro que no se le ocurre ni por dónde empezar, y nada más está pegando las figuras por toda la lámina, y yo lo que quiero es que cubra sin dejar huecos su lámina; entonces, le insisto mucho y le doy ejemplos y a lo mejor le ayudo a acomodar algunas piezas. Me acerco mucho a él, lo identifico y me acerco, si me es posible, porque si están un montón de niños acá encima de mí, pues no voy a poder hacerlo tan particular (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

Lo que las entrevistadas también indicaron es que cada tallerista posee su táctica para facilitar un taller, lo que puede resultar en variaciones respecto a cómo se atiende a los miembros del público que detectan que no saben muy bien qué hacer, o no comprendieron el propósito de la actividad. Sin embargo, poniendo atención también a los reportes, sobre todo en los apartados de resultados y observaciones, no se menciona algún momento de intercambio entre talleristas y público que se caracterice por la exposición del participante de aquellos puntos que no entiende o de sus conocimientos previos relacionados a la actividad y cómo estos se ven reafirmados o confrontados. El buscar más estos momentos se piensa como una de las sugerencias desde la educación intercultural y de educación no formal con enfoque intercultural.⁴⁴ Empero, debe tenerse en cuenta que el tiempo es una de las restricciones que debe tomar en cuenta el grupo, por lo que este tipo de estrategias, para ser exitosas, deben contemplarse desde la planeación de la actividad.

Siguiendo en la dinámica de los talleres, otra de las estrategias que utilizan, sobre todo para talleres en escuelas, es dividir a los alumnos en grupos más pequeños para trabajar la actividad una vez que se explica a todos, para que así entre ellos puedan también apoyarse. Se ha dado el caso en que hay alguien con diversidad funcional en un salón, y para esa situación los talleristas contaron con el apoyo del grupo para la explicación de la actividad.

Adaptaciones

De la mano de las estrategias están las adaptaciones que el grupo debe hacer en cada lugar al que llegan, según las circunstancias que se les presenten. Estas adaptaciones también permiten caracterizar el tipo de interacción que tienen como comunicadores con su público, y conocer qué es lo que adaptan y cómo lo hacen. Se identificaron dos momentos en la práctica comunicativa del grupo: las adaptaciones que pueden hacer de antemano debido a la información con la que pueden contar, y las que tienen que hacer en el momento una vez que se enfrentan a las condiciones que caracterizan a cada público. Se encontró que lo que el grupo adapta en algún grado son el lenguaje matemático, sus actividades, y su discurso.

⁴⁴ Véase página 41 de este documento.

El primer momento está en relación directa con las estrategias anteriormente expuestas referentes a conocer a dónde llegan, así se decide en cuanto a qué actividades llevar a cabo, cómo presentarlas en función de tiempo y nivel educativo del público, cuántos talleristas son necesarios, y a qué condiciones se pueden enfrentar: aire libre, un salón en una escuela, un espacio en una comunidad, una plaza, etc.

El segundo momento refleja las adaptaciones que el grupo ha dominado con el tiempo. Una de las primeras cosas que notaron fue su uso de lenguaje especializado, una de las entrevistadas mencionó cómo al inicio de sus prácticas utilizaban términos ‘muy matemáticos’, lo cual fueron trabajando con el tiempo, pero destaca que fue de los retos más difíciles a superar por lo habituales que estaban a ese lenguaje. Y esto les implicó pensar en el diseño de sus actividades, pues es complicado abordar conceptos más complejos en los talleres, cuando estos necesitan que el público hubiese comprendido anteriormente conceptos base, conceptos que son los que usualmente están trabajando con el público.

Otro factor que acaba por determinar la o las actividades es el mismo público, en razón de qué detectan los talleristas una vez que los conocen, sea su actitud hacia realizar las actividades, o su disposición. Mencionaron que a veces es cuestión de animar a los asistentes a participar cuando los encuentran algo serios, otras tienen que ver con situaciones no esperadas. Llama la atención un caso que cuenta una de las entrevistadas en el cual, dando talleres en escuelas se encontró con chicos de diversidad funcional:

Tampoco estamos entrenados para esto [...] y pues en el momento, intentas tú no cambiar de plan de la actividad que llevas, porque o sea no es todo el salón, son dos o tres [...] pero casi siempre que llegas ahí, el salón ya sabe cómo comunicarse con estas personas, entonces el mismo salón te ayuda a manejar la situación y a adaptarla, porque no es de que cambien el formato de la escuela para ellos ¿no? Sino que, en su vida diaria, le dan lo mismo que a todos, pero la misma comunidad ayuda a que [...] puedan participar más o menos al mismo ritmo, y en todo. Entonces nosotros no hacemos mucho, y más bien nos ayudan. Por ejemplo, a mí me ha tocado darles talleres a chicos sordos, y ha sido muy chistoso porque ha habido veces que no me enterado que son sordos hasta... O sea, sí durante el taller, pero después de un rato.

Ya hasta que alguien me dice 'Ah no, es que es sordo' y yo '¡Ah! Ok' Y pues no pasa nada, solo pues muchos ejemplos visuales nada más ¿no? Porque casi todo lo nuestro, como es material concreto, y también es muy visual, o sea no es cosas que te tengas que imaginar o lo ves ¿no?, y lo tocas (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Esta situación resulta interesante, ya que lo que apunta es que las adaptaciones pueden no ser unilaterales, pues el contexto al que se llega tiene más información acerca de cómo hacer exitosa una interacción, que es de gran importancia a tomar en cuenta. Además, destaca el ejercicio de improvisación que sucede al enfrentarse a situaciones, o contextos, no esperados. En este caso, la naturaleza del material es un factor importante, pues sus características de manipulable y visual le confieren una flexibilidad de adaptación.

Interesa que las tres entrevistadas mencionaron cómo la comunicación/actividad termina por depender del público receptor, tanto por su variedad de conocimientos:

Es como 'agárrate tu actividad y desglósala en tus públicos' o sea si vas a estar en una escuela multigrado, y vas a dar este taller, y el multigrado pues es todos juntos, pues a la mejor toma en cuenta que vas a tener a niños muy pequeñitos que a la mejor no van a saber manipular muy bien las piezas para construir su polígono, y a los muy grandes que van a ir muy rápido, entonces ¿qué vas a hacer? (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

Depende también de su desarrollo durante la actividad:

“que de hecho sí reutilizamos el mismo, como dices, recurso didáctico, pero con distintas puestas a escena ¿no? Como esto ahora más guiado, esto menos guiado sí, va cambiando, dependiendo del público” (V. Muñoz, comunicación personal, mayo 2021).

O por el hecho de que las talleristas se dieron cuenta de que deben trabajar en función del público, sobre todo al depender del tiempo que tienen para estar con las personas, lo que delimita qué se puede hacer en cuestiones de comunicación de las matemáticas:

[...] siempre empiezas desde cero, y logras construir muy poquito, y te vas, y vuelves a empezar desde cero en el siguiente lugar ¿no? Y entonces, al matemático que traes...o sea si eres muy muy matemático eso no te va a llenar, porque o tienes que cambiar de público, a hacer divulgación entre matemáticos [...] en ese aspecto hay muchos niveles de comunicación ¿no? Y básicamente, tu público va a definir el tipo de comunicación que vas a hacer (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Les caracteriza que además del tiempo que tienen destinado para un lugar, no existe una continuidad de los talleres, lo cual limita el ajuste que se puede hacer a las necesidades del público al momento de desarrollo de la actividad.

De la información extraída de los reportes referente a las adaptaciones, fue posible encontrar que, bien si el tiempo que tienen con el público es limitado, hay circunstancias que permiten una atención más particular. Por ejemplo, si fueran muy pocas personas las que asistieron a un taller, le es posible al grupo personalizarla un poco más, como aumentar el grado de atención para cada miembro del público. La dimensión que no queda registrada es cómo fue diferente la actividad gracias a la oportunidad de mayor interacción con menos asistentes, además de profundizar en los conceptos detrás de la actividad, preguntarse qué más se pudo hacer.

Con lo anterior se puede señalar que las estrategias y adaptaciones dependen de dos factores fuertes: lo que el grupo pueda saber acerca de su futuro público y las condiciones que van a enfrentar, y el tiempo que tengan para trabajar con ellos. Conocidos estos datos, se seleccionan las actividades y su abordaje. En las entrevistas se hizo evidente el conocimiento de los límites de los factores anteriores, como también permite comprender que las talleristas saben que, si tuvieran más tiempo con su público, sería mayor la adaptación que podrían hacer. La disyuntiva que esto plantea es que, de limitarse a unos cuantos casos para trabajar más con las personas, se reduciría el número de escenarios a los que podrían llegar. El propósito de atacar el prejuicio que existe hacia las matemáticas y darlas a conocer como un potencial de área de estudio queda reducido, cuando lo que se busca es llegar a muchos.

Estas condiciones plantean ciertas limitantes para un aporte desde la educación intercultural debido a lo siguiente. El factor inicial en las recomendaciones que pueda hacer la educación intercultural corresponde a procurar un conocimiento del contexto destino, tanto para que el grupo cuente con los datos que necesita para sus estrategias de adaptación, como para propiciar una interacción que procure escuchar más de su público. Para esto, cuánto tiempo y cuántas veces el grupo está con determinado público es el condicionante principal, por lo que esto debe estar considerado en las estrategias propuestas. La segunda correspondería a las formas en las que pudieran conocer más datos cualitativos de antemano, por ejemplo, el dominio de conceptos matemáticos que el público posea. Datos que quedarían limitados a los casos en los que van con público cautivo.

Público- codificación deductiva

Como parte de la codificación deductiva que permitió analizar otras dimensiones del componente público se encuentran: los participantes (CCP), y los efectos (CCE) y respuestas (CCR), (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003). Del *AEIOU Model* se tomaron en cuenta: disfrute (CAD), interés (CAI), opiniones (CAO), y entendimiento (CAE). Se abordarán en el siguiente orden: participantes, *AEIOU model*, efectos y respuestas.

Participantes

La categorización como participantes se codificó al encontrar menciones asistentes que eran parte de clubes de ciencia o del ámbito de la divulgación o comunicación de la ciencia, por lo tanto, su relación con las actividades/talleres se notó diferente, involucrándose de otra forma en las actividades de las que tomaron parte. Un ejemplo es el siguiente: “ya que estos niños participan en los Encuentros y Clubes de Ciencias por un interés claro en los temas científicos, en general la experiencia de trabajo fue muy amena, ordenada y satisfactoria” (Miembro de Matemorfofis, 2015, Documento 4). Hablar del público atento en este caso se refiere a un tipo de público que ya tiene un interés en la ciencia o las actividades relacionadas (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003). Sin embargo, este tipo de público no es el principalmente contemplado por los miembros de Matemorfofis, aunque en actividades

como entrenamientos para Olimpiada de Matemáticas, o algún caso de los Talleres de Ciencia para Jóvenes, público de tipo atento es el esperado.

AEIOU Model

Gracias a la estructura del modelo *AEIOU*⁴⁵ para describir comunicación de la ciencia, fue posible conocer cómo el público se ve afectado por las actividades del grupo. Se debió tener en cuenta que la información proviene desde el punto de vista de Matemorfosis, por lo que el factor del sesgo no debe pasarse por alto.

Para iniciar con este modelo se toma el factor de disfrute (Enjoyment), que refiere a una respuesta afectiva que logre que futuros encuentros con la ciencia resulten menos intimidantes para el público (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003). De la información recabada en los reportes de las actividades del grupo, siguiendo los apartados que contenían observaciones o resultados, se distinguió particularmente un disfrute de las actividades en el carácter superficial denotado por descripciones de las siguientes respuestas del público por las actividades realizadas: entusiasmo, motivación, alegría, agradecimiento, disfrute, encanto, dedicación. Se le considera superficial debido a que el nivel de descripción provisto en los reportes es básico y breve, y muy pocas veces se ejemplificaba este detectar algún disfrute. En seguida ejemplos:

La maestra del primero A tenía muy organizado el grupo y esto se notó cuando nos ayudó a que se lavaran las manos. Las mesas de los niños estaban ligeramente inclinadas y esto hizo que se les resbalara el material. A los niños les encantó la actividad y pudieron hacer todas las figuras. La maestra agradeció mucho el taller. En el grupo de segundo A había muchos niños y fue complicado estar repartiendo el material (cada que se les iba acabando las gomitas o los palillos), así que prácticamente uno de nosotros se encargó de repartir el material, mientras que el otro daba el taller. Los niños participaron muy bien y realizaron todas las figuras. Al final

⁴⁵ AEIOU, por siglas en inglés=Awareness, Enjoyment, Interest, Opinions, Understanding (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003).

se contaron los vértices, las caras y las aristas de las figuras 3D. (Documento 36 reporte, 2019, resultados y observaciones de la actividad: matemáticas digeribles).

Al igual que los estudiantes de segundo año, trabajaron y participaron en la actividad de NIM, como quedó más tiempo pues vimos más variantes del juego, acabamos construyendo y experimentando con una banda de Möbius. Quedaron contentos y nos preguntaron cuándo íbamos a volver. (Documento 4 reporte, 2017, programa-comentarios de los talleres: Juegos de Estrategia y Banda de Möbius).

El siguiente factor es el interés (Interest), referente al deseo de comprender lo que se muestra en las actividades. Fue tomado como resultado por notas en los reportes de situaciones como: formulación de preguntas por parte del público, interés en resolver todos los ejercicios, búsqueda de seguir practicando con las actividades y materiales que se presentaban, ganas de terminar y continuar en sus casas las actividades, interés en aprender cómo elaborar el material, el haber prestado atención. También se toma en cuenta cuando después del taller, si el público pudo profundizar un poco, hubo quienes buscaron más información. Sin embargo, se dieron casos donde se detectó lo contrario: cuando no se sintió compromiso real por parte de los asistentes, se reportó la falta de participación por parte de los alumnos y también una detección de falta de interés general en las actividades.

También se encontró que en Ferias se toma en cuenta que el público se acerca con curiosidad, por lo tanto, se asume cierto interés por lo que Matemorfosis realiza, aunque cabe la posibilidad de que se abandone después por el hecho de que se trata de un público voluntario. Se toma también en cuenta el hecho de que, si se trata de talleres que se oferten mediante una convocatoria, existe un interés *a priori* por parte de los potenciales asistentes.

El siguiente factor es el entendimiento (Understanding), refiere a la comprensión del contenido científico. Para este caso, se tomó en cuenta aquello que se reporta como indicio de entendimiento después o durante los talleres en las observaciones que realiza el grupo en los documentos correspondientes:

Utilizaron frases como “es lo mismo, pero al revés”, o “tienen que ir volteadas”. (Documento 36, 2019, reporte).

“En particular tres mujeres conocían muy bien la geometría de las figuras e hicieron con gran facilidad el origami. Todos lograron completar sus figuras y en general hubo entendimiento pleno de la geometría que se estudió” (Documento 37, 2019, reporte).

“La parte de los contenidos que no conocían, la asimilaron muy bien, recordando el nombre de las figuras, reconociendo su etimología e identificando sus propiedades” (Documento 38, 2019, reporte).

“Fueron muy participativos, mostrando que comprendían lo explicado, incluso una niña llegó a conclusiones sobre el cambio de la orientabilidad al variar el número de vueltas en la construcción de Bandas de Moebius” (Documento 39, 2019, reporte).

“En cuanto al taller de patrones se notó que los niños trabajaron muy bien, casi todos comprendieron bien lo que es un patrón” (Documento 4, 2015, reporte).

Con los datos ya expuestos, se llegó a que las actividades de Matemorfofosis cumplen con causar disfrute, interés y entendimiento en su público, lo que se relaciona directamente con su objetivo de atacar la barrera emocional que existe (que se da por sentado) para con las matemáticas. El disfrute, interés y entendimiento son respuestas personales, a las que cada miembro del público llega por sus procesos individuales al participar de una actividad, tomando en cuenta que existen factores terceros que afectan la interacción que se da en la relación tallerista-público. Destaca que el grupo también detecta, y reporta, momentos donde se notó una falta de interés evidente, donde cabe cuestionar qué es lo que genera estos ambientes, que se ejemplifica con un extracto de uno de los documentos:

Se tuvieron algunas dificultades de trabajo en relación a los espacios, los cuáles no eran lo suficientemente propicios para realizar las actividades adecuadamente. Sin embargo, el problema más serio fue la ausencia de participación e interés del alumnado en cuanto a las actividades, lo cual resulta interesante pues esas mismas actividades han sido bien recibidas en otras instituciones y lugares. Asimismo, fue posible observar que hay una gran carencia de aprendizajes y conocimientos relativos a las matemáticas; por tanto, actividades muy sencillas fueron de difícil realización por parte de los chicos. Es posible decir que en general, los alumnos demostraron una gran apatía hacia Matemorfofosis (Documento 4, 2015, reporte).

El papel del contexto en el que se encuentra el público es determinante, en este caso destacan los efectos que pueden darse en el público debido a un espacio no adecuado, o del bagaje de conocimientos en matemáticas que se tenga, más cualquier otro factor que impida una relación positiva con el grupo o con la actividad a realizar. Es en estos casos cuando puede pensarse en la necesidad conocer más del público, para así al menos comprender qué factores entran en juego para una falta de motivación en un taller; e incluso, de una evaluación del lado del grupo que aglomere las impresiones respecto a los factores que causan una falta de interés, pero también el propio desempeño del grupo ante este tipo de retos.

Para finalizar, al *AEIOU model*, le pertenecen también la conciencia (Awareness) y las opiniones (Opinions). Se consideró que la conciencia, como está definida por Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003), se encuentra dada en un grado inicial, tomando en cuenta que la labor de Matemorfosis implica abordar el prejuicio que se asume tiene el público para con la disciplina, pues se encuentran con ella en todas las etapas de la educación formal que llevan. Las opiniones, por otro lado, no se encontraron, pues es desde el público que se genera esta información, y dado que este trabajo se concentra en Matemorfosis, se limita el conocer las opiniones a las impresiones de los miembros del grupo que quedasen registradas como tal, y no había tales registros.

Se tomaron en cuenta también las respuestas y los efectos de la comunicación de la ciencia como se exponen por Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003). Los autores remarcan las primeras como más inmediatas una vez dada una exposición a actividades de comunicación de la ciencia, y los segundos, como las consecuencias posteriores de estas actividades.

Las respuestas fueron codificadas desde las entrevistas, pero sobre todo desde los apartados de los documentos proporcionados correspondientes a las observaciones o resultados de los reportes de Matemorfosis. Se encontró que las respuestas que se dan en el público desde la percepción de los miembros del grupo son: sorpresa, emoción, asombro, entusiasmo, participación, y agrado por los resultados del esfuerzo que dedican a las actividades. Lo que puede relacionarse con los factores tomados en cuenta en el *AEIOU Model* de interés y disfrute. Las entrevistadas mencionaron los casos de actividades que tienen que ver con magia y matemáticas como particularmente sorprendentes. Y con el resto

de las actividades, se dan casos en los cuales el público estaba muy entretenido y hasta ensimismado con lo que debía de hacer.

Por otro lado, los efectos de la práctica comunicativa del grupo han sido variados. El grupo ha notado que se ha logrado despertar un interés y curiosidad por los temas que se abordan, esto cuando en sus reportes mencionan que los asistentes se quedan con ganas de saber más cosas.

Entre las actividades reportadas, destaca el caso de un joven llegó a estudiar matemáticas debido al contenido explicado en un taller, fue una de las entrevistadas quién relató el suceso:

Sólo me ha pasado una vez, que en el taller de Cálculo de CIMAT [...] llegó un chico que en el taller de cálculo tomó un problema de optimización y me preguntó 'oye, ¿me puedes prestar los zometools?' bueno, no me dijo zometools, me dijo como el material de las burbujas, y a mí se me hizo raro que supiera que yo tenía material de las burbujas, y dije 'sí, sí te los puedo prestar' y ya después me dijo 'es que yo estoy estudiando matemáticas porque ustedes fueron a mi escuela a dar un taller, y llevaron las burbujas, y entonces yo decidí que yo quería entender, porque en la charla, decían que íbamos a poder entender por qué hacían eso las burbujas cuando aprendieran cálculo, cuando aprendes cálculo' y entonces a este chico se le quedó y dijo 'yo quiero aprender cálculo'. Y estudió matemáticas, estaba estudiando matemáticas, pero fue a partir de un taller. Entonces ese tipo de momentos tú dices ¡órale!, sí pasa ¿no? (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Otro de los efectos responde a la formación de otros grupos de formación, resultado de los talleres que Matemorfosis ha impartido para formar divulgadores. Como también, en lo referente a los talleres para profesores, se ha generado un interés por replicar las actividades que se presentan con los respectivos alumnos, debido a la naturaleza del material que Matemorfosis maneja: manipulable y muy visual.

En esta sección cabe destacar que el grupo domina dimensiones del público que se consideran importantes, como el estar conscientes del nivel de interés con el que trabajarán dependiendo de si su público será cautivo o voluntario, el hecho de que tienen presente que

deben enfrentarse a diferentes edades a momentos donde hay personas de diferentes edades en un mismo espacio y trabajan todos juntos. Su aseveración de que se dan los talleres tratando igual a su público, indiferentemente del contexto del que venga el público. Esto ya presenta una flexibilidad adaptativa importante. Lo que se detecta es una pérdida de información referente a qué situaciones se enfrentaron que les han permitido adaptarse o mejorar sus prácticas una vez que se vacían las experiencias en los reportes.

3.2.3. La comunicación de las matemáticas en contextos poco usuales

Como parte del propósito de entrar a los posibles aportes que puede presentar para el programa de divulgación la educación intercultural, también se le preguntó a las entrevistadas si en el curso de su práctica hubo contextos que ellas encontraron, si no culturalmente distintos, sí poco usuales. Esto dio lugar a códigos inductivos: contexto (CON), retos (RET), y retos de la modalidad virtual (RETP). Esto con el propósito de conocer la variedad de contextos que han podido visitar, y cómo es su estrategia en los momentos en los que se encuentran con escenarios que ellos consideran menos típicos, e intentar descubrir si hay escenarios de intercambio de conocimientos.

Se encontró que el grupo ha tenido pocas experiencias con contextos culturales diferentes, pero ayudaron a identificar aquellos que las entrevistadas han encontrado no comunes, pensando también en qué tantos retos les presentaron para llevar a cabo sus actividades. Las entrevistadas mencionaron los siguientes: 1) cuando trabajan en comunidades, 2) talleres en Salinas, California, 3) trabajo en la Sierra Norte de Oaxaca, 4) Escuela Amado Nervo -que forma parte de sus proyectos locales-, y 5) el trabajo que debieron realizar en entornos virtuales una vez entrada la pandemia de COVID 19.

El grupo trabaja en comunidades regularmente, pues comenzaron con su práctica visitando aquellas que se encontraban cerca del CIMAT. Estos son los momentos en los que los talleres que el grupo lleva no siempre tienen continuidad, más bien visitan muchos lugares diferentes. Las entrevistadas mencionan cómo ellas se han dado cuenta de la impresión que causan en su público como mujeres, sobre todo en las jóvenes o niñas que están tomando el

taller, pues han notado cómo es frecuente que las expectativas que las mujeres tienen respecto a su futuro en estos espacios comprenden casarse, tener hijos y trabajar. Lo que las entrevistadas comparten respecto a estos espacios, es que ellas como talleristas representan una posibilidad diferente, que es propiamente la de perseguir estudios.

En el mismo tenor, al preguntarles sobre qué ventajas tiene ir a muchos lugares sobre el concentrarse en uno solo, una de las entrevistadas compartió lo siguiente:

[...] creo que algo muy importante es que tú eres un ejemplo, o sea ellos te están viendo, y...por ejemplo las chicas, de las comunidades principalmente, como que su objetivo es casarse y formar una familia, como que no se imaginan que puedan estudiar. Y tú las ves que son muy buenas y les salen bien los problemas, son muy seguras de sí mismas, pero no, ellas no se imaginan estudiando porque no lo han visto y eso es como...su contexto, es lo que han, lo que han pensado toda la vida [...] Entonces te ven, y les platicas un poco de que no muy lejos de ellos está la universidad, que tienen opciones de estudiar lo que ellos quieran...'yo estudié una licenciatura, y luego estudié una maestría y soy mamá y puedo estar aquí contigo' entonces es como, como darles una esperanza ¿tal vez? una idea de que puedan, de que pueden salir ellos adelante y que pueden tener el futuro que ellos quieran construir (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

Lo anterior resulta ser un efecto de la comunicación de la ciencia que no estaba contemplado, pues además del hecho de que el grupo trabaja en atacar el prejuicio para con las matemáticas que exista, en el trasfondo hay un encuentro entre perspectivas respecto a planes de vida. Los miembros del grupo terminan siendo un ejemplo que representa la opción o posibilidad de continuar persiguiendo los estudios.

El siguiente caso que mencionó una de las entrevistadas fue la visita del grupo a Salinas, California EE. UU., donde durante una semana el grupo acudió a varias escuelas, desde primarias hasta universidades para impartir diferentes talleres, tomando parte a veces en las actividades que organizaba la comunidad educativa con algunas propuestas desde sus materiales. Lo que destacó para Matemorfosis fueron las diferentes situaciones a las que se

enfrentaron en el lugar, entre ellas mencionaron cómo les impresionó a ambas partes conocer la impresión de México que tenían. Llamó la atención lo que compartieron al respecto:

“[...] ahí, en toda esa semana, creo que lo que menos importó al final fueron las matemáticas ¿sabes? Porque...lo que nos movió, tanto a ellos como a nosotros, fue la diferente perspectiva que teníamos de nuestro país” (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Esta perspectiva de nuevo resulta relacionarse con las posibilidades de perseguir la educación, pues los alumnos de nivel preparatoria llegaron a compartir con los talleristas que no les era posible buscar la educación superior en EE. UU debido a las limitantes para costear un programa, a lo que los talleristas respondieron con la comparación de estudiar en México, que es una diferencia considerable. Esto resultó sorprender en algún grado a los estudiantes, pues su imagen de México, la que conocían por las situaciones en las que sus padres se encontraban y por las que llegaron a los Estados Unidos, no era favorable.

[...] muchos que eran de papás mexicanos. Entonces, la visión que tenían de México estaba completamente distorsionada [...] creían que México es el peor lugar del mundo, y quizás...para lo que les tocó vivir a sus papás puede ser, pero se quedaron solo con ese cachito [...] Para ellos era irreal que fuéramos mexicanos, y que hubiéramos llegado el avión, era irreal que fuéramos mexicanos y que hubiéramos ido a la universidad y que nos quisiéramos regresar a México [...] y cuando a los chicos que estaban, o en la universidad o en la prepa, les dijimos que por ser matemáticos la universidad era gratis en México, y que había escuelas súper buenas (*¿se sorprendieron?*) sí porque, nosotros les decíamos 'Ah y ¿qué van a estudiar?' Y pues ahí era de como 'no pues, no me alcanza'. Y cuando les dijimos, en ese momento, o sea hicimos más o menos el cálculo, y eran así como 300 dólares o una cosa así. comparado con lo que ellos habían calculado que les iba a costar ir a la universidad allá era pfff (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Se comentó cómo estos encuentros impactaron tanto al público como a los talleristas, se mencionó cómo el grupo causó una impresión tanto por ser mexicanos, como por haber

llegado hasta allá, por haber ido a la universidad y por querer regresar a México. Por otro lado, el grupo se enfrentó también a la violencia presente en las zonas, y por las situaciones que debían enfrentar los estudiantes en esos entornos.

Se caracterizó también como una de las visitas con distintos retos. El grupo, esperando una barrera de lenguaje inglés-español, trabajó en su material, pues no habían impartido talleres en inglés; pero una vez en el lugar se dieron cuenta de que su público era mayormente hispanohablante, pues muchos de los estudiantes con los que trabajaron eran hijos de padres migrantes. Así, dar los talleres en varios casos no requería traducciones para los alumnos. Se compartió también parte del contexto de retos lingüísticos el que se encontraban los estudiantes y sus profesores, que terminaba por determinar las condiciones en que el público de los talleres debía manejarse, tal vez representándoles una de las pocas oportunidades que tenían para expresarse:

Me tocó, en algún momento ir a una prepa, y ver chicos de 15-16 años, que no hablaban una palabra de inglés y tenían que estar todo el día en una escuela donde solo hablaban en inglés. En particular hablé con un chico de Puebla que llevaba como tres semanas en Estados Unidos, y ahí es ilegal que un chico no esté en la escuela, entonces todos tienen que estar en la escuela, yo llegué y hablé con él. Y después se me acercó su maestra, que no...que estaba intentando aprender español por el contexto donde estaba trabajando, pero todavía no hablaba español. Y entonces me dijo 'es la primera vez que lo veo hablar con alguien'. [...] había un director de una primaria donde...me dijo, o sea él ya pedía que todos sus profesores hablaran español e inglés. Pero nos contaba que luego les llegaba gente que quién sabe qué hablaba, que nunca habían ido a la escuela, o sea, eran indígenas (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Se dieron cuenta de que entraron a un contexto difícil en materia educativa, pues los estudiantes no hablaban inglés, ni sus padres, los maestros no hablaban español, por lo que seguir el contenido de sus clases les resultaba difícil. En casos como estos es comprensible por qué la comunicación de la ciencia, matemáticas en este caso, acabó dejándose en segundo plano. Y, pensando en los momentos en los que se pudo llevar a cabo, cabe preguntar qué

efectos pudo tener, cómo la interacción entre talleristas y público en un contexto de aprendizaje no formal deja de ser solamente en materia de matemáticas.

Relacionado con lo anterior, otro reto al que se enfrentaron fue la planeación de sus actividades, pues durante la semana que estuvieron en Salinas no sabían a cuánta gente atenderían, de qué edad, hasta el día anterior al taller, por lo que debieron planear con muy poco tiempo de anticipación, aspectos sobre los cuales el grupo suele tener más control. Lo que ayuda a enmarcar este caso, pues se hace evidente como un contexto donde los miembros del público están sujetos a diversas limitantes, la propia actividad de comunicación de la ciencia resulta afectada de acuerdo con cómo se decida actuar ante las circunstancias. Los reportes de esta ocasión, junto con los testimonios son favorables en cuanto a las actividades que se hicieron, pues fueron disfrutadas por los asistentes, pero se encontraron rodeadas del contexto de quienes participaron. Entrar y salir exitosamente es uno de los retos principales.

El grupo también tuvo la oportunidad de trabajar en la Sierra Norte de Oaxaca gracias a la relación que se estableció con un profesor desde hacía aproximadamente seis años. Cuando el grupo puede visitar Oaxaca, este profesor lleva a sus alumnos para participar en las actividades. El grupo disfruta mucho estas experiencias por la interacción que se logra con el público, y se destaca la actitud del profesor respecto a sus esfuerzos por adoptar el material que se le presenta. Lo que una entrevistada menciona es que el profesor es a quien le enseñaron algunas actividades, y él en su comunidad las ha adaptado con los recursos que encuentra disponibles y entonces trabajar con sus estudiantes. De cómo percibieron la experiencia se compartió lo siguiente:

Hemos tenido experiencias con chicos de la Sierra Norte de Oaxaca, porque en particular hay un profe con el que seguimos trabajando, nos conoció hace como 5 o 6 años, y ya no nos soltó [...] entonces nos vemos bastante seguido, y él trabaja en una primaria, no sé bien cuál sea el término, pero sí quizás indígena. Y entonces cuando nos toca ir a Oaxaca, nos lleva a sus chicos, y son un amor, son súper agradecidos con que te sientes a compartir tu tiempo y lo que sabes con ellos, y hacen muchas preguntas, y son muy curiosos, y también creo que depende también del profe ¿no? Cada vez que le enseñamos al profe una actividad, él va a su comunidad y con

el material que tengan allá, adapta lo que tengan, para hacer el material de...el rompecabezas o lo que sea, y trabaja con ellos. Y eso es súper bonito (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

De las características de esta primaria no se obtuvo más información, y tampoco se menciona alguna situación que podría esperarse relacionada a que los alumnos no hablasen español, o se trajo a punto alguna dificultad, más bien parece que la interacción resultó exitosa. Se toma en cuenta el papel de los diferentes actores en que ese fuera el resultado, el profesor, los talleristas y los alumnos, y la disposición de las tres partes. En este caso destaca también la continuidad de trabajo que se posibilitó, y no por parte de los miembros de Matemorfofis, sino por el propio maestro de los alumnos en su esfuerzo por adaptar el material. Es una situación que en materia de comunicación de la ciencia fue positiva, pues el público tuvo la oportunidad de que una persona de su contexto hiciera suyos los materiales, permitiendo una continuidad que es difícil de mantener.

En el 2018 hubo un encuentro de divulgadores en Oaxaca, que tenía entre sus objetivos el dar seguimiento al proyecto de divulgación que inició en 2015, del cual surgieron grupos de divulgación y se habían consolidado algunos para el 2018. Se llevaron a cabo talleres, discusiones, entrenamientos y una feria de matemáticas. De lo que reporta Matemorfofis destaca lo siguiente:

El evento comenzó pareciendo desorganizado, cambiaron varias veces los talleres que solicitaban y cerraron el registro hasta el día en el que comenzó el evento, lo que hizo que hubiera más gente de lo esperado (de 30 a 66), sin embargo, todo fue un éxito. Bruno como organizador fue muy bueno, se mostró siempre dispuesto, abierto y atento a nuestras peticiones, además de tener la actitud correcta, siempre positivo, con los maestros, alumnos y con nosotros. El entusiasmo de los maestros y la mayoría de los alumnos fue motivador. Los grupos de divulgación hicieron referencia a MATEmorfofis como su principal estímulo para empezar a formar sus grupos. Siempre atentos, con ganas de saber más, comprometidos con sus comunidades, con muchos y muy cercanos proyectos y ferias para ejercitar lo aprendido y poner en práctica sus propios talleres. (Documento 21, 2018, resultados y observaciones).

En este reporte se puede hacer de nuevo una relación con los efectos de la comunicación de la ciencia, puesto que, del encuentro de divulgadores, pudieron efectivamente mantenerse grupos hasta el 2018. Se considera un evento mixto, pues fue a la vez un encuentro de personas que divulgan o comunican ciencia, y un evento donde el público pudo tomar parte en talleres de los diferentes grupos que se congregaron. Considerado como un caso exitoso, se pueden tomar de sus circunstancias el hecho de que los alumnos cuentan con un miembro de su propio contexto que aprende, adapta y continúa los talleres que aprendió de Matemorfosis. Factor que es importante al momento de pensar en cómo la educación intercultural puede aportar de alguna forma, pues la pertinencia contextual es de los elementos básicos a considerar. Además de no dejar de pensar en que la propia relación que los alumnos o la comunidad tiene con la escuela y la educación es una de las dimensiones que fueron favorables.

Destaca también uno de sus proyectos locales: la Primaria Multigrado Amado Nervo en Valenciana, que forma parte de los proyectos de Matemorfosis que tienen una continuidad, han trabajado con la institución durante más de 6 años, considerando que durante el tiempo álgido de la pandemia de COVID-19 el grupo no pudo continuar con sus actividades en el espacio. De acuerdo con las definiciones estructuradas en este trabajo, este caso no es propiamente comunicación de la ciencia, pero se incluye debido a la importancia que le confiere el grupo, y debido a que en sus reportes se encuentran también varias ocasiones donde se realizan en esta escuela talleres.

La situación vulnerable en la que se encuentra la población estudiantil fue el factor que las entrevistadas destacaron del contexto que les planteó más retos para llevar a cabo las actividades planeadas para los estudiantes, pues el grupo les impartía clases de matemáticas a los alumnos. Se trata de una primaria multigrado en la misma colonia en la que se encuentra el CIMAT, y el acercamiento del grupo a la institución responde al objetivo de que el centro se integre a la sociedad a la que pertenece geográficamente, creando diferentes proyectos para la comunidad de Valenciana, esperando sacar adelante a los estudiantes.

Las entrevistadas compartieron lo siguiente:

Hacemos otra actividad que es lo de ir a la Escuela Amado Nervo regularmente, entonces ahí, de nuevo lo que decía, cuando ves a alguien por una sola vez en un ratito de tres, treinta minutos, realmente no logras ser sensible a sus necesidades [...] realmente yo no he notado que por ciertos contextos culturales no puedan....bueno sea distinto, tenga que ser algo distinto porque como no hay...por ejemplo como no hay tecnología, a lo mejor si la hubiera, pero como son cosas así listas para usarse, no he notado eso. Pero sí lo he notado en la escuela Amado Nervo, porque ahí son niños con contextos..., muchos están en situación vulnerable, y entonces simplemente a veces las matemáticas las tenemos que dejar en un segundo plano en un inicio, para que más bien primero aprendan a leer (V. Muñoz, comunicación personal, mayo 2021).

Bien siendo un proyecto local de Matemorfosis, el caso de esta primaria permite centrar la atención a los contextos a los que pueden llegar estas iniciativas, y las consecuencias que tienen en el público, y que van a presentar obstáculos para los diferentes objetivos que se tengan con la comunicación. En este caso se trata de ambientes de los que vienen los alumnos, que habían impactado en su formación, y caracteriza sus situaciones personales, como complementa el siguiente testimonio:

Cuando empezamos a ir a la primaria era muy complicado que te escucharan o te quisieran hacer caso, tú querías enseñarles matemáticas y ellos en lo que pensaban es 'no cené y no traigo nada de comer, y no sé si voy a llegar a mi casa porque no traigo dinero para el camión' o tú los veías con muchas ganas, pero luego faltaban un mes porque alguien se había enfermado, o habían balaceado a no sé quién [...] su historia, si tú los escuchas, dices 'híjole, pues es que la verdad es increíble que venga a la escuela, o sea, tiene muchas cosas por perder ¿no?' O sea, vino aquí caminando tres horas, su papá está en Estados Unidos, su mamá no tiene para comer y el papá ya no manda dinero, no sé, hay cosas de esas, y pues aprender matemáticas realmente no es como su prioridad ¿no? Y después ya su clase de matemáticas era como algo divertido 'me están poniendo atención, estoy yo adquiriendo una seguridad porque estoy aprendiendo y cada vez lo hago mejor y tengo aquí al lado a alguien que me está

apoyando'. Entonces...y eso es pues con los que conocemos más ¿no? (C. Mares, comunicación personal, mayo 2021).

El tomar en cuenta cómo las capacidades del público quedan constreñidas por lo que han vivido o por el lugar donde se encuentran puede no ser intuitivo para quienes comunican ciencia, y representa entonces un obstáculo en el momento de la interacción que resultará en que los objetivos de la actividad no puedan cumplirse del todo. De ahí que considerar estas situaciones tiene importancia, tanto para estar preparados para adecuar los contenidos en la medida de lo posible, como para considerarlos como una oportunidad de seguir conscientes de las realidades sociales.

Como parte de este caso, puede hablarse de nuevo de los efectos que pueden tener estos tipos de actividades donde el grupo realizó encuestas después del tiempo que estuvieron trabajando con los estudiantes. Se detectó que se logró expandir el panorama de actitudes hacia el futuro de los estudiantes:

Hay muchos otros factores a considerar con los estudiantes de la primaria, pero en estas preguntas podemos notar que existe consciencia de que ellos son responsables de su educación y que tienen que trabajar para mejorar. Hace 4 años que empezamos a trabajar con ellos, la mayoría quería ser cholo, ahora podemos notar un cambio de actitud hacia el futuro (Documento 23-reporte, 2018, parte de los comentarios al final de las gráficas de las encuestas).

Debe tomarse en cuenta que el trabajo del grupo con esta primaria había sido más extenso, por lo tanto, pudieron incluso desarrollar una interacción con los alumnos más significativa.

Puedes ir viendo que además tienen otras necesidades como de...afectivas o, como les empiezas a dedicar tiempo ellos empiezan a estudiar más porque nunca habían sentido tanta atención, etc., yo ahí sí he notado una diferencia, porque son niños, pequeños, o sea de primaria, y además en situación vulnerable, sí siento que tengo que ser muy pues no sé, de alguna forma, primero conectarme con ellos como...como así que te tengan confianza, y ya después te dejan comunicar algo. Sí tú llegas así nada más están como volteando al otro lado, o sin ganas, sin ánimos de hacer nada, y

entonces ahí sí me he topado con que yo tengo que cambiar algo, y en varias sesiones hasta la cuarta, es que empiezas a notar...a ver una conexión, y ya todo empieza a fluir (V. Muñoz, comunicación personal, mayo 2021).

También en este caso, puede referirse a una de las especificaciones de la práctica de Matemorfosis que señaló una de las entrevistadas,⁴⁶ donde el contexto del país ha llevado a que las actividades del grupo a veces se concentren en cuestiones de educar en matemáticas, más que en tomarlas como ciencia eje en procesos de comunicación de la ciencia. Deriva de lo anterior que el grupo trabaja a veces en el límite entre la actividad de comunicar matemáticas y la educación o enseñanza de las matemáticas. Respecto a ello una de las entrevistadas compartió lo siguiente: “yo creo que, en México, no puedes hacer comunicación de la ciencia sin meterte en rollos de educación” (Carnalla, M., comunicación personal, mayo 2021).

El último contexto por referir al que se ha enfrentado el grupo es el entorno virtual al que se debió hacer transición debido a la epidemia de COVID-19, incluido también por la forma en que impactó la dinámica de trabajo del grupo. Dado que el material con el que cuentan es mayormente manipulable y no dependiente de la tecnología, una vez entradas las restricciones sanitarias se detiene su labor por un tiempo. Las entrevistadas comentan que no se dio una reestructuración de los talleres que ya tenían a lo que hubiera sido su modo virtual, sino que se exploraron nuevas formas de trabajo. Esta nueva dinámica le presentó a la comunicación de las matemáticas retos significativos, codificados como (RETP), y divididos en dos subgrupos: retos para planeación y ejecución, y retos para dinámica con el público.

Los primeros comprenden que las actividades no se pudieron reestructurar. Las prácticas diseñadas para entornos presenciales tuvieron que forzarse a espacios virtuales, pues existen actividades que son más complejas de trasladar a modalidad virtual. Se exploraron otras formas de trabajar con las nuevas condicionantes; así, se inició con cursos para docentes, más que continuar inmediatamente con talleres, con el reto de que el contenido transmitido debería llegar más tarde a un entorno presencial:

⁴⁶ Véase cita en p. 93 de este documento.

Empezamos a trabajar en un curso que está pensado para hacerlo presencial, las actividades están. Entonces, no realmente estamos adaptando el material para dar los talleres virtuales, sino que, tuvimos que dar ese curso virtualmente, para entrenarlos para dar actividades presencialmente (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021).

Los miembros del grupo se vieron en la necesidad de desarrollar diferentes habilidades, pues debido a que su práctica era presencial, y habían estado reacios a incorporar en sus prácticas elementos de más tecnología o llevarlos a espacios virtuales. Además, había una falta de formación para las estrategias digitales a las que se tuvo que recurrir. Su planeación necesitó una mayor inversión de tiempo, pues son más ajustes los preparativos que deben tomarse en cuenta para llevar a cabo una actividad, estos comprenden: la actividad misma, el recurso en línea para llevarla a cabo, comunicación con asistentes para conexión, gestión de la sesión, exposición de ejercicios, atención a problemas técnicos, etc. Uno de los ejemplos para estos casos fue la realización de un rally virtual con niños de primaria, que se estructuró en dos formatos uno síncrono, donde se interactuó a través de Zoom con los grupos participantes, y uno asíncrono, donde se estructuraron estaciones en una plataforma en línea. Para ambos debieron realizarse recursos en video que plantearan los problemas a resolverse, proceso en el que los integrantes del grupo se enfrentaron al reto de lograr comunicar tanto instrucciones como ideas en un formato unidireccional como lo es un video corto:

La verdad es que a nadie nos enseñan a hacer esto de los videos, entonces como que si se tiende mucho, a una persona sin formación...como tratar de decir todo, y no aprovechar los visuales y cosas así [...] era un reto como 'cómo hago que con una animación pueda decir esto' [...] por ejemplo ahí decías 'adjuntos', en los problemas dice: 'de tal manera en las casillas que cualesquiera dos consecutivas' o 'dos adjuntas' y como que se tenía que marcar ¿no? así en el visual, que se...que de todas las casillas disponibles estuvieran dos que era, remarcaba que eso era adjunto, o adyacente (V. Muñoz, comunicación personal, mayo, 2021).

Se necesitó considerar también el tiempo para lograr estrategias y espacios que permitan compartir el trabajo de los asistentes. Además de que, una vez trasladados al

formato virtual, una población considerable quedó fuera del alcance del grupo al inicio, sobre todo estudiantes y personas que habitaban en lugares sin acceso a internet.

Los retos para la dinámica de comunicación con el público comenzaron con el hecho de que las técnicas de manejo de grupo utilizadas anteriormente ya no fueron posibles, comentaron lo siguiente: “como yo hacía manejo de grupo, como yo daba un taller en presencial, esas técnicas ya no funcionan. Para empezar porque tus participantes no se pueden ver entre ellos...” (M. Carnalla, comunicación personal, mayo 2021), con lo que se descubre la importancia que presenta el solo hecho de que el público comparta un espacio y se puedan observar entre sí como factor del funcionamiento de un taller.

El entorno virtual implicó, además, una pérdida de información para los talleristas de cómo el público se desempeñaba durante las actividades, pues la atención a los asistentes resulta segmentada y entorpecida por limitantes como la diferente interacción que se da en un entorno virtual, i.e. audio y video, que estuvo fuera de las posibilidades de dirección de la actividad que ya funcionaban para el grupo. Se debió considerar también la señal de internet particular a cada asistente, y sus posibles problemas técnicos que no iban a permitir un flujo de información o una interacción fluidas. La dinámica de transmisión de ideas cambió por el hecho de la impersonalidad de lo digital y la mayor demanda de concentración para el público, pues además de que el formato en línea fuerza a públicos de distintas edades y con diferentes necesidades cognitivas, a una dinámica estándar de concentración, aumentan distractores en el entorno virtual al darse lugar en espacios no aislados.

Lo anterior llevó a que se perdiera la naturaleza de manipulación de material de las actividades de Matemorfosis, y se tuviera que limitar el número posible de asistentes a las actividades propuestas para asegurar el atenderlos de la mejor manera posible. Además de que el manejo de los talleres contó con la dificultad de tomar en cuenta el grado en que los asistentes conocen las herramientas digitales que se utilizaban en cada caso. Se toma en cuenta también que, por las restricciones que implica el modo virtual, reduce las oportunidades de participación a aquellos que cuenten con los recursos de conexión, se excluye a una parte considerable de la población; aunque, existe la ventaja de alcanzar participantes de diferentes lugares al mismo tiempo, pero que implican una calidad diferente

de interacción entre comunicadores y público, y se presenta el reto de la adaptación de actividades pensadas para formatos presenciales.

Gracias a los cinco casos anteriores, fue posible determinar que Matemorfofosis ha encontrado retos en contextos específicos relacionados con las condiciones que caracterizan a su público y determinan cómo podrán comunicar matemáticas: su situación de vida, y el grado de dominio que tienen de los conceptos de matemáticas desde su educación formal, e incluso de otras áreas. Y las condiciones específicas del ambiente en el que tienen que llevar a cabo la comunicación y afectan la interacción talleristas-público, sobre todo el cambio de una modalidad presencial a una virtual.

Una de las cosas que resaltan es que se plantean las características de los materiales con que trabajan regularmente, antes de adentrarse en lo virtual, como el factor que propicia el que no haya diferencias en llevar a cabo los talleres aun si se tratara de contextos culturales diferentes. Destaca la mención de que la independencia de la tecnología que tienen los talleres es lo que hace esto posible. Se encuentra cómo la dimensión social del contexto en que se lleva a cabo la comunicación de la ciencia tiene un papel importante además de, como se discutió anteriormente, en determinar la relación ciencia-sociedad específica a cada caso. El hecho de que exista un ambiente de violencia, de condiciones de vida vulnerables, de diferente posibilidad de acceso a servicios, afecta el cómo se desarrolla una relación con la ciencia por parte de la sociedad. Lo que en este momento permite el tener como ejes de análisis a la educación intercultural, y la interculturalidad incluso, es que se presta atención a las condiciones de vida, las desigualdades, que existen en los contextos que toca la comunicación de la ciencia y abre el cuestionamiento de qué factores caracterizan el acceso al conocimiento del público.

En este capítulo se presentaron la metodología y los hallazgos del proceso de análisis del programa Matemorfofosis de Divulgación del CIMAT. Se trabajó con un enfoque en los componentes de la comunicación de la ciencia abordados: comunicación y público. En la sección de la comunicación, bajo las dimensiones de Sánchez-Mora (2016), se encontró que Matemorfofosis realiza actividades que entran en los tipos de comunicación masiva para audiencias específicas, divertida/espectacular y de cara a cara. Los resultados de estos

procesos son aprendizaje informal lúdico, y en niveles más leves, significativo. El grupo logra tocar los cuatro objetivos que la autora adjudica a la comunicación de la ciencia, pero los que más se trabajan son ciencia existe, y ciencia es interesante, cuyo propósito es, respectivamente, lograr un primer acercamiento con la ciencia, y entretener. Destaca el hecho de que, si bien realizan comunicación de las matemáticas, se han tenido que involucrar en procesos educativos durante estas actividades, o mediante el desarrollo de proyectos que tienen este objetivo específico, como lo son varios de sus proyectos locales.

Respecto al componente público, destaca la caracterización que Matemorfosis hace en público como cautivo o voluntario dependiendo de las condiciones en las que llegan a trabajar con ellos, lo que caracteriza la interacción durante los talleres. Siguiendo a Burns, O'Connor & Stocklmayer (2003), con el modelo AEIOU para conocer las respuestas personales que las actividades generan en público, Matemorfosis logra disfrute, interés y entendimiento. Destacan los efectos que se logra con su labor: el cambio de perspectiva respecto a continuar en la escuela, y la inspiración para perseguir una carrera en matemáticas.

Por último, se estableció que el grupo no ha trabajado tanto en contextos culturales distintos al suyo, pero los casos que surgieron como los que las integrantes del grupo encontraron que les plantearon mayor contraste se distinguen por la influencia que el contexto y los elementos tiene sobre la actividad de comunicar matemáticas. Se hace evidente que las condiciones de las que viene el público y en las que se encuentra afectan las dinámicas de comunicación; además, los miembros del grupo, al ser un elemento diferente, tienen el potencial de afectar ciertas ideas del público. Destacan las circunstancias que las restricciones por la pandemia de COVID 19 impusieron a la labor del grupo, forzándolos a la actividad virtual, afectando al tipo de público con el que podían trabajar.

Se identifican como ventajas del grupo su posibilidad de adaptación de contenidos y la experiencia que tienen en adecuar el desarrollo de su práctica a diferentes escenarios y públicos, significa una sensibilidad a las cualidades de un contexto. De ello llama la atención cómo el discurso de los miembros del grupo cambia de acuerdo con dónde y con quienes se encuentran, para poder acercarse a su objetivo de brindar una nueva perspectiva de las matemáticas. La caracterización del público que llevan a cabo a través de sus estrategias y

adaptaciones está en función del éxito de la actividad, por lo que se considera que podría sugerirse una perspectiva hacia el éxito en la interacción con los individuos. En suma, gracias al análisis de los reportes se detectó un vacío de información respecto a los resultados que tienen las actividades, y las integrantes mencionan que aún no han llegado a oficializar mecanismos de evaluación de su práctica. Considerando esto, se da paso en la siguiente sección a la propuesta sugerida.

3.4 Propuesta de planeación de dinámica de taller de comunicación de las matemáticas según elementos que se identifica podrían enriquecerse desde la EI.

Esta sección presenta la propuesta de la dinámica de taller para el programa de Divulgación Matemorfosis de CIMAT, con base en el análisis llevado a cabo anteriormente. La interrogante que guió la estructuración de esta propuesta fue cómo puede enriquecerse la dinámica de los talleres que lleva a cabo el programa. De acuerdo con los datos obtenidos, se estableció que el programa tiene ya fortalezas en la adaptación a los contextos que visitan, y en las características de sus materiales, que les permiten llevar a cabo sus actividades en una diversidad de escenarios. Se encontró que, durante esos procesos, hay oportunidad para un enfoque mayor sobre el contexto destino; y, siguiendo a Walsh (2005) respecto a la interculturalidad crítica, se considera que el buscar procesos de intercambio que permitan construir espacios de encuentro, diálogo y asociación correspondían a los fines pertinentes a perseguir para esta propuesta. Además, se encontró también que los procesos de evaluación son los que tienen un menor grado de atención.

Con el fin de abordar lo anterior en la propuesta de dinámica de taller, se realizó un contraste entre las estrategias de Matemorfosis, y los Niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural para su estructuración,⁴⁷ en adelante referidos como Niveles de Metodología con Enfoque Intercultural (NMEI), y los aspectos centrales que considera la metodología: elección de estrategia, diseño flexible, niveles de abordaje, y proceso de evaluación. Ya que se estableció que el grupo realiza un tipo de comunicación de las matemáticas que dentro de los modelos de la comunicación de la ciencia se identifica como uno de diálogo/PEST,⁴⁸ se utilizó como referencia en materia a las interacciones que plantea entre ciencia y público, y las características de la comunicación.

En la tabla siguiente se integran los NMEI, los momentos estratégicos de Matemorfosis identificados en los hallazgos por componentes comunicación y público, así

⁴⁷ Véase Tabla 1, p. 39.

⁴⁸ Véase la Tabla 2, p. 49, que expone orientaciones de la ciencia hacia el público de este tipo de comunicación, y Tablas 3 y 4 para el desglose por componentes del modelo PEST: Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología.

como las interacciones de un modelo del diálogo y del PEST, en un esquema general, fungiendo como eje los momentos estratégicos:

Tabla 6. Integración de NMEI con momentos estratégicos de Matemorfosis

Modelos de comunicación de la ciencia						
Momentos estratégicos	NMEI				Matemorfosis	Modelos de diálogo/PEST
Previamente al taller	Elección de estrategia				Caracterización de público	
	Diseño flexible					
Durante el taller	Niveles de abordaje				Aplicación de taller	Flujo bidireccional entre ciencia y público, buscando establecer mecanismos de diálogo Se ven: -necesidades diversas -perspectivas -capacidad de interacción con comunicadores -posibilidad de que retomen problema
	Vivencial	Conceptual	Reflexivo	Análisis y aplicación		
Posteriormente al taller	Evaluación				Reporte	

(Fuente: elaboración a partir de Fuentes y Campos, 2018, *Diálogo, saberes y educación no formal. Una propuesta desde la mirada intercultural*. CGEIB-SEP)

La propuesta considera la importancia de introducir momentos donde se tenga conciencia de diversidad interna, se dé una construcción de espacios de encuentro, y exista una sensibilidad hacia subjetividades y prejuicios por parte de los miembros del grupo, que se pueden dar en forma de lo que esperan del desempeño del público, o sus conocimientos.

En base a ello, se plantea la propuesta en 3 etapas: preparación previa al taller, durante el taller, y después del taller, que se centra en un enfoque sobre los momentos en que se dan momentos de intercambio, y en los procesos de evaluación considerando su relación con los momentos previos de desarrollo del taller. Además, se piensa en los agentes presentes durante un taller, que son propiamente los talleristas, y el público. Matemorfosis establece que un tallerista puede impartir una actividad a 20-25 niños, y superando el número son necesarias dos personas. Se propone que el tallerista que imparte la actividad sea acompañado por otro miembro del grupo en calidad de observador, de esta manera, será posible seguir la dinámica del taller y sus eventualidades, como también facilitar la evaluación final.

Existen situaciones que harán que estos roles varíen. Si el público supera las 20-25 personas, y entonces hay dos talleristas, se consideran los siguientes roles: Tallerista 1, Tallerista 2 como moderador, y un observador. Cuando sea el caso de trabajar varios talleres en

simultáneo, es común que haya más de un tallerista dirigiendo la actividad. Para mantener la practicidad, pero asegurando los roles, el moderador y el observador podrán desplazarse de taller en taller para poder cumplir los objetivos respectivos. Por ejemplo, si se impartiesen tres talleres diferentes, habría tres talleristas, un moderador que puede apoyar en cualquiera de los tres si es necesario, y un observador que circula de uno en uno.

Las etapas en las que se divide un taller quedan como sigue:

Previamente al taller

Momento donde Matemorfosis ha sido contactado, o ha establecido contacto, con el lugar destino, se procede a la consideración de las variables: público, tipo de evento, tiempo, y lugar para establecer el tipo de actividades a realizar. Surgen también los objetivos que corresponden al taller.

- Lectura inicial del contexto. Caracterización del público y el espacio destino que ya realiza Matemorfosis y que les resulta necesaria para determinar las actividades con datos como: a qué lugar va el taller, con qué recursos se cuentan en el lugar, será público cautivo o voluntario, cuál es el grado escolar de los asistentes, cuántos habrá que atender aproximadamente, cuánto tiempo hay disponible para trabajar.
 - Considerar un sondeo previo. Cuando sea posible, donde se pregunte por otras cuestiones referentes al contexto o al dominio de los conceptos que se abordarán en el taller con el futuro público: ¿qué lugares importantes para los habitantes existen?, ¿son los habitantes originarios del lugar destino?, ¿han recibido a grupos o actividades similares antes?
 - Cuestionar estereotipos y prejuicios. Considerando que la información que se obtenga de la lectura del contexto y/o el sondeo previo serán datos sin contraste, se pretende analizar las ideas preconcebidas al poner en duda los prejuicios o estereotipos que los talleristas puedan formarse de su público.
- Diseño flexible I. Considerar las posibilidades para el taller en cuestión con la información obtenida: si hay público de diversas edades cómo se abordará el contenido, y qué eventualidades pueden presentarse. Considerar los elementos que resulten del sondeo para complementar la preparación del taller.
- Establecer tallerista, moderador si es el caso, y observador.

Durante el taller.

Una vez que el grupo llega al lugar destino. Existen tres etapas, inicio, desarrollo del taller y el cierre. Se introducen en esta etapa los niveles de abordaje de la NMEI con el propósito de dar mayor atención a las interacciones entre los miembros del grupo y el público.

Inicio

- Presentación del grupo y el taller

Desarrollo

[Talleristas imparten la actividad, y observador sigue la dinámica]

- Diseño flexible II. Preguntas generadoras o ejes que corresponderían a una especie de diagnóstico in situ
 - Vivencial: con las actividades que lo permitan, establecer una ronda breve de preguntas relacionadas a los conceptos de la actividad para conocer el nivel de dominio del público de estos; se puede plantear un primer ejercicio a resolver en común como parte de esta fase.
 - Conceptual: refiere a una abstracción teórica, que sucede con la actividad que se tenga planeada para la sesión. Es en este momento donde el grupo hace el desglose de actividades según su público.

Cierre

- Reflexivo. Se propone una puesta en común después del tiempo estimado de la actividad donde se lleven a cabo cualesquiera de las siguientes actividades: varios miembros del público exponen sus resultados explicando por ellos mismos cómo llegaron a estos, varios miembros del público exponen las principales dificultades o dudas que tienen y se intenta que entre talleristas y el resto del público se ayude a resolverlas, varios miembros del público exponen las ideas que les hayan surgido de los conceptos que implica la actividad y si encuentran alguna relación con su cotidianidad.
- Análisis y aplicación. Si el tiempo lo permite, hacer un registro de las ideas a las que se lleguen durante el momento de reflexión para que los miembros del público puedan analizarlas. Generalmente las actividades del grupo cuentan con una aplicación real que se expone al inicio, sea como ejemplo o como explicación, en este momento, es bueno retomar las aplicaciones o inquirir por otras que se les vengán a la mente.

Posteriormente al taller-Evaluación.

Dinámicas de evaluación centradas en los detalles del diseño e implementación de la actividad, y en el panorama general del proceso educativo que se llevó a cabo. En este momento los aspectos que haya detectado el observador respecto a la actividad se registran, complementando con los aportes que pueda dar el tallerista.

Se propone un segmento de evaluación que implique preguntas directas referentes al desempeño de los talleristas que aborden:

- Qué obstáculos enfrentaron y cómo fueron resueltos
- Hubo factores que dificultaron la comunicación
- Hubo factores que dificultaron el desarrollo de la actividad
- Hay algo que se pueda mejorar de la dinámica de actividad
- Qué puede hacerse diferente/mejorarse cuando se imparte actividad

Considerar elementos como:

- ¿Qué necesidades tiene el público?
- ¿Cómo fue la interacción entre nosotros y ellos?
- ¿El proceso es pertinente para el contexto que se está atendiendo?
- ¿La experiencia es útil en relación con los objetivos planteados?
- ¿La propuesta es accesible para quienes participan?

Capítulo IV-Conclusiones

Este capítulo corresponde a las conclusiones de la presente investigación. Se revisará el propósito de la investigación, la pregunta de investigación que guió el trabajo, los principales autores revisados, y los hallazgos correspondientes. Posteriormente se presentarán las conclusiones de los hallazgos, y se finalizará con las sugerencias para futuras investigaciones.

Este trabajo tuvo el propósito de analizar un proceso de comunicación de la ciencia a través de los parámetros de la educación intercultural, para saber si hay aspectos que la educación intercultural pueda enriquecer. Se tiene conciencia de la importancia que las esferas científica y tecnológica tienen para la sociedad, que moldean cada vez más las dinámicas de las personas. La comunicación de la ciencia y la divulgación científica son las estrategias por las cuales se busca que exista un mayor entendimiento social de la ciencia y entonces se tienda un puente entre ciencia y sociedad. La interrogante surge una vez que se tiene en cuenta la diversidad contextual presente, y cómo se desarrollan los procesos comunicativos dentro de esta. Por tanto, interesó el estado de la comunicación de la ciencia en México, en específico en el municipio de Guanajuato, dada la existencia de un programa de divulgación de matemáticas en el Centro de Investigación de Matemáticas (CIMAT): Matemorfosis, que ha comunicado matemáticas por 11 años en diferentes lugares del municipio, el estado, e incluso el país...y en el extranjero.

A partir de ello, la pregunta que guió la investigación fue ¿Cómo pueden enriquecerse los aspectos de planeación de la comunicación ‘cara a cara’ de las matemáticas del programa Matemorfosis de Divulgación de CIMAT, al analizarse bajo los parámetros de la Educación Intercultural? Para lo cual se revisaron bases teóricas correspondientes a los Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad, con autores como Sandro Vacarezza, la comunicación de la ciencia con autores como Miguel Alcívar, León Olivé Carina Cortassa, Ana María Sánchez Mora, Burns, O’Connor y Stocklmayer Brian Trench, la interculturalidad y la educación intercultural tomando de referencias los trabajos de Catherine Walsh, Gunter Dietz, Fidel Tubino, Fuentes & Campos, y J. Bishop para construir la noción de comunicación de las matemáticas.

Se utilizó como enfoque metodológico la investigación cualitativa, y dos de sus técnicas de recolección de datos: la entrevista semi estructurada, y el análisis documental. Se elaboró un guion de entrevista y un instrumento para el análisis de los documentos, que en este caso corresponden a los reportes realizados por los miembros del programa. Se realizaron un total de 3 entrevistas a integrantes del grupo Matemorfosis, y se analizaron un total de 45 documentos. La información se codificó siguiendo un criterio inductivo-deductivo, tomando las categorías desde los autores revisados, y las categorías denominadas emergentes, que tienen origen en los datos. Se trabajó un análisis dividido entre los dos componentes identificados de la comunicación de la ciencia: comunicación y público.

Se encontró que el grupo Matemorfosis realiza diferentes tipos de comunicación de la ciencia debido a que lleva a cabo actividades de naturalezas diferentes. Estos se clasifican dentro de los modelos de diálogo, y del PEST (Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología), y es también, siguiendo a Cortassa (2010) masiva para audiencias específicas, divertida y espectacular, y de cara a cara. Llevan a cabo proyectos de divulgación y de naturalezas educativas que logran una adaptación de materiales para audiencias específicas. Los objetivos de la comunicación que llevan a cabo se clasifican dentro de los establecidos por Sánchez-Mora (2016) como ciencia existe, ciencia es interesante, ciencia es parte de mi identidad y ciencia es atractiva, que tienen como propósito, respectivamente, lograr un primer acercamiento con la ciencia, entretener, y formar. Todos estos giran alrededor de los dos propósitos específicos de la comunicación de las matemáticas: atender al prejuicio que existe para con la disciplina, y posibilitar una mayor comprensión de cómo el papel de esta está presente en las esferas científica, tecnológica y en la vida cotidiana.

El grupo realiza adaptaciones dependiendo del público con el que trabajan, que ellos caracterizan como cautivo o voluntario respecto a cómo se establece la relación con ellos: en un taller donde Matemorfosis tiene un espacio y tiempo asegurados con las personas, o en ferias o eventos más grandes donde quienes asisten pueden elegir si tomar o no una actividad con el grupo. Poseen una serie de estrategias que han adoptado a lo largo de sus 11 años de experiencia para saber qué actividades elegir, y cómo se llevarán a cabo dependiendo del público que les toque atender, el lugar al cual deben ir, y el tiempo del que disponen. Para ello, la naturaleza y características del material y las actividades que realizan son ventajosas,

pues permiten ser adaptadas al público. Se encontraron las diferentes respuestas personales que logran con su labor en el público: disfrute, interés y entendimiento; y se encontraron también los denominados efectos y respuestas por Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003), las respuestas directamente relacionadas con atacar el prejuicio hacia las matemáticas: sorpresa, emoción, asombro, entusiasmo, participación, agrado por los resultados del esfuerzo que dedican a las actividades. Referente a los efectos, como consecuencias a largo plazo de este tipo de labor, se destacaron dos casos donde se logró expandir el panorama de actitudes hacia el futuro de los estudiantes, y uno en el que un joven llegó a estudiar matemáticas debido al contenido explicado en un taller. Los efectos son más difíciles de encontrar, pues el grupo suele trabajar sin continuidad en sus talleres, y solo en pocos y determinados casos se hace un seguimiento del público.

Gracias al análisis de sus estrategias y adaptaciones, en conjunto con la revisión de los reportes que realizan por actividad o taller que imparten, se detectó que el grupo puede enriquecer su práctica en la calidad de sus interacciones, y en el momento de la evaluación de su práctica. Con la calidad de sus interacciones se hace referencia a cómo desde la educación intercultural estas tienen como fin el buscar procesos de intercambio que permitan construir espacios de encuentro, diálogo y asociación. Para lo cual se hizo un contraste de las estrategias de Matemorfosis con los niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural, que también aportaron elementos para el momento evaluativo, que permitieron estructurar una propuesta de dinámica de taller de comunicación de las matemáticas como resultado.

Por último, esta investigación como parte del propósito de entrar a los posibles aportes que puede presentar para el programa de divulgación la educación intercultural inquirió si en el curso de la práctica de Matemorfosis hubo contextos, si no culturalmente distintos, sí poco usuales donde hubieran trabajado. Se descubrió que el grupo ha tenido pocas experiencias en contextos culturales diferentes, pero los momentos mencionados destacan por cómo el factor contextual y las interacciones que se dieron se salieron de la comunicación de las matemáticas, y presentó efectos de la comunicación de la ciencia que no se tenían contemplados, como: qué tanto influyen los comunicadores, en especial las talleristas mujeres, al público; la importancia de agentes del propio contexto que permitan

las adaptaciones como la continuidad de la labor comunicativa, y dado el periodo en el que se llevó a cabo este trabajo, los efectos de una pandemia global de COVID 19 en la comunicación de la ciencia.

Conclusiones

De los resultados de esta investigación, puede concluirse en primer lugar que existe una relación estrecha entre la comunicación de la ciencia y el contexto en el que esta se lleva a cabo. Esta relación se expresa de diversas formas, determinando el tipo de público que podrá encontrarse, estableciendo las condiciones para las actividades de comunicación; y pensando en niveles macro, cómo la relación entre ciencia y sociedad se expresa en estos momentos de intercambio. Bucchi (2008), apunta a la importancia de situar a la comunicación de la ciencia tanto en el contexto de la relación ciencia-sociedad que se presente, como en el contexto general de la sociedad donde la ciencia se vea inmersa. En este caso, el contexto está limitado por el estado de Guanajuato, donde se vio que sí existen iniciativas de comunicación de la ciencia; pero el contexto general es el del país en materia de la educación formal de las matemáticas.

Para el caso del grupo Matemorfofosis, es notoria la dependencia contextual y las formas en que ha determinado su práctica, razón por la cual decidieron enfocarse en público al que no le gustan las matemáticas. Aquí el tipo de comunicación de las matemáticas que lleva a cabo el grupo se aleja de las estrategias que buscan solamente atender a la brecha cognitiva (Cortassa, 2010), que separaría a los matemáticos de su público.

Respecto al componente comunicación, se dan diferentes constricciones para la práctica de la comunicación de las matemáticas: la asimetría epistémica que existe entre los comunicadores y el público, y la heterogeneidad cultural que se da entre ellos, las cuales también determinan el intercambio o diálogo que se da entre las partes. De aquí tiene origen el tipo de comunicación que se lleve a cabo. El grupo realiza diferentes tipos de comunicación de la ciencia, lo que significa es que no están centrados en una sola forma de llevar a cabo su labor, pues dan talleres de naturalezas diferentes: para un público cautivo por periodos largos, y en ferias o eventos que permiten un público voluntario, así pueden atender sea a un público masivo, o a audiencias específicas. De igual forma, el grupo llegó a pasar por modelos de

comunicación diferentes, pues comentan cómo en los inicios de su práctica se manejaban con un lenguaje muy matemático y se les daba prioridad a las actividades sobre el público. Si bien se dio una transición a un modelo más dialógico, no implica forzosamente que el grupo evolucionara a un mejor modelo, como resalta Bucchi (2008), sino que las condiciones contextuales que les influyeron, y la consecuente modificación de sus prácticas, fueron las que permitieron un modelo distinto.

Y, existe una relación con los propósitos y objetivos que tendrán las diferentes interacciones con el público, porque hay cualidades diferentes en cada caso: menos tiempo de interacción con los individuos si se trata de números en masa, un poco más si son pocos y voluntarios. El hecho de que los propósitos de la comunicación de la ciencia sean acercar a las matemáticas, entretener y formar, refiere directamente al tipo de impacto que se tendrá en el público.

Los miembros de Matemorfosis tienen conciencia del poco impacto o el límite de este en los lugares que visitan, precisamente porque les interesa visitar tantos lugares como sea posible. Esto plantea una disyuntiva, si dedicarse más tiempo a un determinado número de contextos, o seguir con su dinámica de ir a todos los lugares que se puedan. La cuestión es, que al menos para Matemorfosis, cuando hay continuidad se empiezan a cruzar límites con la enseñanza de las matemáticas. La siguiente relación que se hace es con el resultado que se obtiene, siempre será aprendizaje informal, la cuestión es si resulta lúdico o significativo. En la mayoría de los casos, se asume lúdico, sobre todo si se dan las respuestas positivas mencionadas: disfrute, interés, asombro, motivación, deseo de continuar. Saber si es significativo depende de la continuidad de los talleres con un determinado grupo, o de los resultados de procesos de evaluación de la práctica, una especie de seguimiento; pero, el grupo aún no ha podido realizar un estudio de la medición de su impacto que les brinde datos al respecto.

Al tomarse en cuenta los factores de la educación intercultural, se identifican las ventajas adaptativas que tiene Matemorfosis, gracias al análisis de sus estrategias y a las características del material con que trabajan. Se encuentra que la posibilidad de adaptación de su material ha sido posible en parte dada la relación que tiene con los planteamientos que realiza Bishop (1988b), respecto a las seis actividades que considera universales y que

permiten el desarrollo del conocimiento matemático: contar, localizar, jugar, medir, diseñar, y explicar, pues los materiales de Matemorfofosis tienen que ver con al menos una de estas actividades. Las actividades de Matemorfofosis no están diseñadas para contextos específicos, sino que están estructuradas de antemano. El que caractericen al público de la forma que lo hacen tiene que ver con su propósito de visitar varios lugares, pues es una vía directa para asegurar el mayor éxito para el o los talleres que se vayan a impartir, y apuntar al objetivo de atacar la barrera emocional que supone un prejuicio para con las matemáticas. Es por ello que tiene sentido el identificar su tipo de comunicación con el modelo de Compromiso Público con la Ciencia y la Tecnología (PEST), pues, aunque refiere a una interacción con el público y a la consideración de sus perspectivas y necesidades, aún plantea una separación entre ciencia y sociedad (Alcíbar, 2015). Lo anterior se debe a que existe un factor persuasivo detrás de las actividades, en el sentido en que se presenta a las matemáticas de forma diferente, esperando generar respuestas positivas, pero sin forma de saber el grado en que afectan al público estas respuestas.

Respecto al componente público, se lograron establecer diferentes relaciones. El público es el factor que determina el tipo de comunicación que se lleva a cabo, tanto por la variedad de conocimientos y el dominio de estos que tengan, y por cómo se desenvuelvan durante la actividad. Entre menor número de personas con mayor tiempo de trabajo habrá mayor posibilidad de atención, profundización en temas de interés y de detección de necesidades. Las necesidades del público con las que se ha topado el grupo varían desde un vacío en los conocimientos base que se abordan en la actividad a llevar a cabo, hasta una necesidad de atención consecuencia de sus circunstancias personales o el ambiente en el que viven. En suma, el público resultó ser agente crucial en la adaptación de actividades, como el caso cuando el grupo trabajó con personas de diversidad funcional, esto puede significar la presencia de una apertura a la interacción según las lógicas de un lugar, pero se ha dado solo en casos específicos.

Diferentes testimonios encontrados en la revisión documental apuntaron a la forma en que las actividades generan respuestas en el público, como aquellas clasificadas por el *AEIOU model*, que se clasifican por los miembros de Matemorfofosis como los resultados de su labor. Esto indica que la medida del éxito de sus talleres está reportada en si hubo un

desarrollo de la actividad que permitiera respuestas positivas. Y cuando se detectó una falta de interés y participación se encontró la relación con las condiciones del espacio del taller, si hay una falta de conocimientos que dificulte la actividad para el público.

Sin embargo, se puede establecer que la existencia de las respuestas positivas abone a la creación de vínculos entre los agentes de la comunicación de la ciencia que se caractericen por una negociación de significados y de aumento de credibilidad y confianza en las ciencias, como apunta Cortassa (2010). La comunicación de las matemáticas hace su parte con su concentración en atacar el prejuicio que existe para con la disciplina, lo que Matemorfofis llama, la parte emocional.

En este punto, al intentar encontrar en qué momentos de su estrategia base era posible para la educación intercultural plantear momentos que pudieran enriquecerse fue que se tomaron en cuenta los factores de la calidad de la interacción y qué se estaba promoviendo con esta. Ver a la comunicación de la ciencia desde la educación intercultural permitió centrarse en la forma en que se dan las interacciones comunicativas en los diferentes contextos que se ejemplificaron, al contrario de lo que hubiera sido si solo se hubiera puesto atención a la teoría de la comunicación de la ciencia, pues en ese caso, la atención se hubiera puesto en los factores del éxito del taller desde los aspectos relacionados con los conceptos base de las actividades o los talleres.

El contraste con los niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural (NMEI) (Fuentes y Campos, 2018), proporcionó las pautas que se consideraron posibles para el enriquecimiento de la dinámica de los talleres al permitir centrarse en la calidad de la interacción durante un taller. Sobre todo, al plantear una evaluación que no estuviese centrada solamente en el éxito de la actividad, sino también en la reflexión del grupo sobre su desempeño y los puntos que es posible detectar para continuar mejorando. Esto se relaciona con una de las características de la interculturalidad crítica (Walsh, 2005), de lograr despertar una sensibilidad hacia subjetividades que existan en materia de prejuicios, o de lo que se considere como normal por el grupo, permitiendo cuestionar un poco la realidad que enfrentan.

El tiempo que le es posible al grupo dedicar al público por actividad se presentó como uno de los obstáculos. Las actividades que atienden a un público en masa tienen menores posibilidades o mayor dificultad de incorporar estrategias que atiendan a las interacciones. Se piensa que para que se hable de un verdadero enriquecimiento que responda a interacciones que se centren en el respeto de las identidades presentes, y procurar interacciones exitosas que legitimen el existir de los individuos o grupos, buscando suprimir asimetrías, se necesitan de más de treinta minutos de trabajo con un grupo con el que no se tendrá continuidad, o en situaciones en donde a lo más pueden trabajar con alguien quince minutos. Surgieron de estos pensamientos las siguientes interrogantes ¿cómo afecta el tiempo que tienen en cada lugar los resultados de la comunicación? ¿cómo afecta a los objetivos de la comunicación de las matemáticas?

En cuanto a los casos que las integrantes del grupo de Matemorfofosis mencionaron como los contextos que encontraban poco usuales en los que debieron llevar a cabo un taller, lo que destaca es el hecho de que en algunos casos se trató de ocasiones dónde hay factores en el ambiente donde se encuentran que impiden que el público participe o se involucre en las actividades. Se habla de la situación vulnerable de las niñas y niños, en el caso del proyecto local de la Primaria Amado Nervo, y de estudiantes que se encuentran en un país distinto, el caso de la visita de Matemorfofosis a Salinas, California. En esos momentos la interacción entre personas superó a la comunicación de las matemáticas, y permitieron a los miembros del grupo una sensibilidad respecto a las circunstancias que enfrentan varios de los individuos con quienes pueden llegar a trabajar. Estos son escenarios que no se encuentran regularmente cuando se trata la comunicación de la ciencia, al menos no directamente. Resulta importante pues da luz a las realidades en materia de desigualdad que se enfrentan en la sociedad, mexicana, sobre todo, y que tocan a estos procesos. Un comunicador en general no espera o no se ha preparado para desarrollar capacidades que le permitan trabajar en estos escenarios.

Una gama de efectos que no se contemplaban de la comunicación de la ciencia se relaciona con lo anterior, la influencia que las mujeres que comunican pueden tener en el público femenino en materia de opciones de proyecto de vida, que tal vez hasta implique un cambio en la percepción de la realidad de las jóvenes y niñas, pero no causado por la ciencia,

sino por la interacción con otras mujeres que han tenido oportunidades diferentes debido al contexto de donde vienen y las oportunidades que pudieron encontrar. El hecho de que la comunicación de la ciencia como forma de educación no formal pueda llegar a contextos rurales o de la periferia urbana importa porque impacta.

Como contexto poco usual se encuentra el que se generó a raíz del confinamiento impuesto a nivel nacional por la pandemia de COVID 19. Resultó relevante para este trabajo tanto porque durante el mismo fue que se llevó a cabo la investigación, como por la forma en que afectó a las actividades de comunicación de Matemorfosis. Fue gracias al testimonio de las entrevistadas que se pudo evidenciar la relación que tienen con el público, pues todos sus talleres eran presenciales hasta ese momento. Destaca cómo es que, si los procesos educativos formales se detuvieron y sufrieron varias consecuencias, los procesos de educación no formal lo hicieron un poco más. La relación que se establece con la sociedad también se ve afectada, pues dada la limitante impuesta por la necesidad de internet y aparatos electrónicos, hay un porcentaje considerable que queda fuera de la oferta de las propuestas desde las soluciones virtuales a la falta de interacción.

Pensando solamente en la dinámica misma de comunicar matemáticas, sufren todas las estrategias de interacción, trabajo en equipo y manejo de grupo. A Matemorfosis le significó no poder usar su material usual, físicamente manipulable, sobre todo, tener que echar mano de las herramientas que dependieran de la tecnología para encontrar las posibilidades de trabajo y enfrentarse, cuando les fue posible dar talleres de nuevo, a las diferencias de dominio de las herramientas que poseía el público, o a su tener o no acceso a señal de internet.

Respecto a los supuestos planteados para este trabajo, que refieren a cómo la educación intercultural podría aportar a un programa de comunicación de la ciencia, se considera que gracias a los niveles de metodología de educación no formal con enfoque intercultural pudieron aportarse estrategias a llevar a cabo durante un taller que complementan el proceso comunicativo y podrían permitir mayor interacción con el público y sus perspectivas, pero continúa siendo necesario un mayor enfoque en las propias lógicas del público y cómo incorporarlas en el desarrollo de un taller.

En cuanto a fomentar una flexibilidad para la adaptación de contenidos y técnicas a contextos culturalmente diversos, fue posible establecer durante los momentos estratégicos del desarrollo de un taller sugerencias que coinciden entre los NMEI y las estrategias de caracterización del público de Matemorfosis, que permiten cierta preparación de acuerdo con el lugar destino. Sin embargo, estas estrategias son posibles para los casos en los que haya mayor tiempo para interactuar con el público.

El último supuesto fue que parte del enriquecimiento que podría aportar la educación intercultural sería en materia de lograr una apropiación del lenguaje y conocimiento de las matemáticas mediante procesos no lineales de comunicación científica. Se reconoce que verificar si verdaderamente las sugerencias establecidas para la dinámica de un taller logran una apropiación tal, es necesario ponerlas en práctica, pues el público es el agente sobre el que recaen tales procesos.

Últimas consideraciones

Los procesos de comunicación de la ciencia toman diversas formas, y están condicionados por el contexto del que emergen. Como uno de los puentes establecidos entre la esfera científica y la sociedad, representan procesos donde se llevan a cabo interacciones cuyo éxito es comúnmente encontrado en una mejoría del entendimiento del público del fenómeno científico, y para ello han surgido varias aproximaciones que quedan clasificadas en los modelos de comunicación de la ciencia. Es gradual el darse cuenta de la importancia de que estos procesos tomen en cuenta los factores de los contextos a los que llegan y se problematice en cuanto a cómo lograr que una diversidad de grupos posea las herramientas para poder entrar en diálogo con la ciencia y la tecnología.

Las propuestas que existen analizan los procesos de apropiación social de la ciencia, como por ejemplo los trabajos de Falcon (2021) y De Graaf (2021). En tanto que sus investigaciones se centran en los procesos de interacción entre comunicadores y público, esta vez se prestó atención a la dimensión de los comunicadores y la estructuración de sus prácticas. A través de sus estrategias y el tipo de trabajo que se realiza con el público, fue posible dilucidar cómo es que se gestiona la relación con el contexto y de qué maneras este impacta en las interacciones entre comunicadores y público. El tener como eje los

planteamientos de la educación intercultural permitió tener en cuenta la importancia de que las interacciones que se lleven a cabo consideren traer al frente la voz del público.

Es todavía necesario problematizar la comunicación de la ciencia cuando en su labor se encuentra con dimensiones del contexto que cruzan con su práctica: desigualdades en diferentes expresiones: sociales, educativas; situaciones de violencia o inseguridad, etc., que afectan la esfera social que se espera tenga una relación con la esfera científica, incluso, preguntarse cómo se da esta relación considerando los factores anteriores. Se considera que la educación intercultural e incluso la perspectiva intercultural pueden mantener el enfoque necesario sobre el contexto.

En relación con lo anterior, futuras investigaciones pueden concentrarse en las posibilidades de la introducción de la perspectiva intercultural en las dinámicas de comunicación de la ciencia, incluso pensar en las intersecciones que existan con la formación de los comunicadores, que usualmente no están preparados para enfrentarse con público que sufra de problemas emocionales, o que tenga capacidades diferentes, o que hablen un idioma distinto. Y en relación con la comunicación de las matemáticas, pero que seguramente se extiende a otros tipos de comunicación de las ciencias, sigue siendo de gran interés la evaluación del impacto que se tiene con las actividades, y dar con las estrategias para entenderlo es uno de los retos presentes.

Referencias

- Adolfo Albán, A., y Rosero, José R. (2016). Colonialidad de la naturaleza: ¿imposición tecnológica y usurpación epistémica? *Interculturalidad, desarrollo y re-existencia. Nómadas*, (45) 27-41.
- Agazzi, E. (1996). Capítulo I. ¿Qué es la ciencia? En *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones de la empresa científico-tecnológica*. (pp. 33-43).
- Capítulo IV. Ciencia, técnica y tecnología. (pp. 89-102). Editorial: TECNOS S.A.
- Ahuja, R., Berumen, G., Casillas, M., Crispín, M., Delgado, A., Elizalde, A., Gallardo, A., González, I., Hernández, N., Lara, J., López, A., López, J., Rodríguez, B., y Schmelkes, S. (2004). *Políticas y fundamentos de la educación intercultural y bilingüe en México*. CGEIB. México.
- Alatorre, G. (2018). Sustentabilidad e interculturalidad como herramientas teórico-políticas para la transformación social, pp. 33-43, en Baronet, B., Merçon, J., Alatorre, G Coords. (2018). *Educación para la interculturalidad y la sustentabilidad: aportaciones reflexivas a la acción*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Elapeh.com
- Alcíbar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, (31) 43-70.
- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191 (773): a242. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Baronet, B., Merçon, J., Alatorre, G. (2018) Aprendizaje, interculturalidad y sustentabilidad: introducción a un campo en permanente construcción. En Baronet, B., Merçon, J., Alatorre, G Coords. (2018). *Educación para la interculturalidad y la sustentabilidad: aportaciones reflexivas a la acción* (pp. 15-29). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Elapeh.com
- Bertely Busquets, María, Dietz, Gunter y Días Tetepa, María Guadalupe (Coords.) (2013). *Multiculturalismo y educación 2002-2011*. ANUIES. <http://publicaciones.anui.es.mx/libros/181/multiculturalismo-y-educacion>
- Bishop, A. (1988a). *Mathematical enculturation*. Kluwer Academic Publishers
- Bishop, A. (1998b). Mathematics education in its cultural context. En Bishop, A. (Ed.). *Mathematics Education and Culture* (pp. 179-191). Kluwer Academic Publishers.

- Bucchi, M. (2008). Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. En *Handbook of public communication of science and technology* (pp. 71-90). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203928240>
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., y Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public understanding of science*, 12(2), 183-202. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
- Calvo, M. (2005). La divulgación de las matemáticas. *Matematicalia, revista digital de divulgación matemática*. Vol. 1. No. 2. http://www.matematicalia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=65
- CONEVAL. (2016). *Índice de rezago social 2015. Presentación de resultados*, [Archivo PDF]. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Indice-de-Rezago-Social-2015/Nota_Rezago_Social_2015_vf.pdf
- CONEVAL. (2021). *Pobreza 2020. Guanajuato*. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guanajuato/Paginas/Pobreza_2020.aspx
- Córdoba, A. (2000). *Por todas las razones prácticas*. Matemáticas UAM. Recuperado el 11 de agosto de 2020, de <http://matematicas.uam.es/~antonio.cordoba/publicaciones-ensayos.html>
- Cortassa, C. (2010). Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia. *ArtefaCToS*, 3(1), 151-185. <https://revistas.usal.es/cinco/index.php/artefactos/article/view/8433>
- Cortassa, C. (2018). La identidad del campo de Comunicación de las Ciencias en América Latina. *Journal of Science Communication América Latina*, 01(01), Y01. <https://doi.org/10.22323/3.01010401>
- Cortassa Carina, Wursten Andrés, Andrés Gonzalo, & Legaria Juan Ignacio. (2020). Comunicar las ciencias desde las instituciones: dos modelos de análisis aplicados al caso UNER. *Humanidades y CienCias soCiales investigación. Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(61), 1–35. <https://doi.org/10.33255/3161/783>
- De Graaf, P. (2021). *Matemorfosis CIMAT: divulgación y apropiación social de las matemáticas en México*. [Informe académico por actividad profesional, Universidad Nacional Autónoma de México ENES-Unidad León] Repositorio Institucional-Universidad Nacional Autónoma de México. https://tesiumam.dgb.unam.mx/F/REYXDS12EJ3DR64V8GL7X2F1XGEALKB6E56Y5N39L3RQXK64N6-46851?func=find-b&local_base=TES01&request=Matemorfosis+CIMAT%3A+divulgaci%C3%B3n+y+apropiaci%C3%B3n+social+de+las+matem%C3%A1ticas+en+M%C3%A9xico

[&find_code=WRD&adjacent=N&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=](#)

- Denzin, y Lincoln, (Eds.) (2005). *The Sage. Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications.
- Dietz, G. y Mateos, L. (2011). *Interculturalidad y educación intercultural en México. Un análisis de los discursos nacionales e internacionales en su impacto en los modelos educativos mexicanos*. Secretaría de Educación Pública
- Dietz, G., y Cortés, L. S. M. (2020). Mexican intercultural education in times of COVID-19 pandemic. *Intercultural Education*. <https://doi.org/10.1080/14675986.2020.1843895>
- Dietz, G., y Cortés, L. S. M. (2019). Las universidades interculturales en México, logros y retos de un nuevo subsistema de educación superior. *Estudios sobre las culturas contemporáneas*, (49), 163-190. https://www.culturascontemporaneas.com/culturascontemporaneas/contenidos/08_Universidades_Interculturales.pdf
- Dietz, G. (2017). Interculturalidad: una aproximación antropológica. *Perfiles educativos*, 39(156), 192-207. Recuperado en 14 de febrero de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982017000200192&lng=es&tlng=es
- Divulgación IMUNAM. (s.f.). *Divulgadores IM*. <https://divulgacion.matem.unam.mx/divulgadores.html>
- Estrada, L. (2002). La divulgación de la ciencia. En (Tonda, J., Sánchez, A. y Chávez, N. coords.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.
- Falcón, D. (2021). *Divulgación científica y apropiación social de la ciencia: Un estudio de caso con niñas y niños de Sisal, Yucatán*. [Tesis de licenciatura-Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional-Universidad Nacional Autónoma de México. https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/REYXDS12EJ3DR64V8GL7X2F1XGEALKB6E56Y5N39L3RQXK64N6-22814?func=find-b&local_base=TES01&request=Divulgaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica+y+apropiaci%C3%B3n+social+de+la+ciencia%3A+Un+estudio+de+caso+con+ni%C3%B1as+y+ni%C3%B1os+de+Sisal%2C+Yucat%C3%A1n.+&find_code=WRD&adjacent=N&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=
- Ferrão, V. (2013). Educación Intercultural Crítica. Construyendo caminos. En Walsh, C. (Ed.). (2013). *Pedagogías decoloniales: prácticas insurgentes de resistir, (re) existir y (re) vivir*, (pp. 145-161) Abya Yala.

- Festival Matemático. (s.f.). *Festival Matemático. Instituto de Matemáticas, UNAM.* Recuperado el 19 de enero de 2022 de <http://festival.matem.unam.mx/>
- Flick, U. (2015). *El diseño de Investigación Cualitativa.* EDICIONES MORATA, S.L.
- Fuentes, A. y Campos, E. (2018). *Diálogo, saberes y educación no formal. Una propuesta desde la mirada intercultural.* CGEIB-SEP.
- Gallardo, L. (2015). 65 justicia curricular y currículum intercultural. Notas conceptuales para su relación. En de Alba, A. y Lopes, C. (Coords.) *Diálogos curriculares entre México y Brasil* (pp. 65-80).
<https://www.iisue.unam.mx/publicaciones/libros/dialogos-curriculares-entre-mexico-y-brasil>
- García, N. (2003). Noticias recientes sobre la hibridación. Trans. *Revista Transcultural de Música*, (7),0. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82200702>
- Gascoigne, T., Schiele, B., Leach, J., Riedlinger, M., Lewenstein, B. V, Massarani, L., y Broks, P. (2020). *Communicating science a global perspective.* <https://doi.org/10.22459/CS.2020>
- Geertz, C. (2003). *La interpretación de las culturas* (C. J. Reynoso trad.). Editorial Gedisa S.A. (Original publicado en 1973).
- Gerdes, P. (1998). On culture, geometrical thinking, and mathematics education. En Bishop, A. (Ed.). *Mathematics education and culture* (pp. 137-162). Kluwer Academic Publishers
- Giménez, G. (2005). *Teoría y análisis de la cultura Volumen I.* CONACULTA. México. <http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/5035>
- Gómez, J. (2012). CULTURA: Sus significados y diferentes modelos de cultura científica y técnica. *Revista Luciérnaga*, Año 4, N7, 80-90. Grupo de Investigación en Comunicación, Facultad de Comunicación Audiovisual, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- Guzmán, F. (2018). Los Retos de la Educación Intercultural en el Siglo XXI. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 12 (1), 199-212. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782018000100199>
- Harris. M. (1983). *Introducción a la antropología general.* Alianza Editorial. España.
- Herrera-Lima, S. (2016). Comunicación pública de la ciencia en problemáticas sociales: proyectos de comunicación intercultural. En Herrera-Lima, S.; Orozco-Martínez, C.E.; Tenreiro-Quijano, E. (Coords.), *Comunicar ciencia en México: tendencias y narrativas.* ITESO.

- INEGI (2020, 4 marzo). México en cifras. Recuperado 10 de enero de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=11>
- INEGI. (2015). División municipal. Guanajuato. Recuperado 10 de enero de 2021, de http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=11
- Kuhn, R., (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. (1º Edición). Fondo de Cultura Económica.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en la Investigación Cualitativa*. EDICIONES MORATA, S. L.
- Massarani, L. (2018). ‘Estado del arte de la divulgación de la ciencia en América Latina’. *JCOM – América Latina 01* (01), A01. <https://doi.org/10.22323/3.01010201>.
- Matemáticos en México. (s.f.). *Sáenz de Cabezón, Eduardo*. Recuperado 19 de enero de 2021 de <https://paginas.matem.unam.mx/matematicos/matematicos-r-z/matematicos-s/eduardo-saenz-de-cabazon>.
- Mato, D. (2005). Interculturalidad, producción de conocimientos y prácticas socioeducativas. *ALCEU*. Vº 6, N. 11pp- 120-138. http://revistaalceu-acervo.com.puc-rio.br/media/Alceu_n11_Mato.pdf
- Mejía, J. (2011). Problemas centrales del análisis de datos cualitativos. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación -ReLMIS*. Nº1. Año 1, 47 - 60. Abril - Sept. de 2011. Argentina. Estudios Sociológicos Editora. ISSN 1853-6190. <http://www.relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/11/13>
- Merino, N. S., y Cerezo, J. A. L. (2012). *CULTURA CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI*. tEmas/Temas.
- Morales Tirado, M., y Vega Corona, A. (Coords.) (2015). *Los procesos de divulgación y apropiación social de la ciencia y la tecnología: pasos hacia la construcción de la cultura científica en Guanajuato*. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México, D.F.
- Odina, M. T. A., y María, T. (1991). *La educación intercultural: concepto, paradigmas, realizaciones. Lecturas de pedagogía diferencial*. Dykinson.
- Olivé, L. (2005). La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento. *Revista de la educación superior*, XXXIV (136), 49-63.
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: Ética, política y epistemología*. Fondo de Cultura Económica.

- Olivé, L. (2009). Por una auténtica interculturalidad basada en el reconocimiento de la pluralidad epistemológica. En Sader, E. (Ed.) *Pluralismo epistemológico* (pp-19-30). CLACSO.
- Olivé, L. (2011). La apropiación social de la ciencia y la tecnología. En Pérez Bustos, T. y Lozano Borda, M. (Eds.), *Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento* (pp. 113-121). COLCIENCIAS, Universidad EAFIT.
- Orozco, C. (2014). Sin embargo se mueve. La divulgación de la ciencia en México. En Méndez, H. y Cuamea, F. (coords.) *Universidad, ciencia y cultura: evocaciones para un saber colectivo*. Editorial UABC.
- Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Gordillo, M. M., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Piñeiro, J.L., Giacomone, B. y Oliveras, M.L. (2016). Interculturalidad y educación. Aportación al estado del arte en Etnomatemáticas. *ReiDoCrea*, 5, 161-165. <https://doi.org/10.30827/Digibug.42109>
- Presmeg, N. (1998). School mathematics in culture-conflict situations. En Bishop, A. (Ed.). *Mathematics Education and Culture* (pp. 163-178). Kluwer Academic Publishers.
- Quintanilla, M. Á. (2010). La ciencia y la cultura científica. *ArtefaCToS*, 3(1): 32-48. <http://hdl.handle.net/10366/120833>
- Quintanilla, M. Á. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez, L. L., Romero, X. R., Peinado, E. S., Franco, A. G., García, J. C., y Feltrero, R. (2018). Educación, comunicación y apropiación de la ciencia desde una perspectiva pluralista: experiencias en la construcción del diálogo para la apropiación social de los conocimientos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 13(38). <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/75>
- Reynoso-Haynes *et al.* (2020). Mexico. From simple and centralised to expansion, siversity and complexity. En Gascoigne, T. *et al.* (2020) *Communicating Science. A global perspective*. ANU Press. 13 (38), 567-596. <https://doi.org/10.22459/CS.2020>
- Rocha, M., Massarani, y L., Pedersoli, C., (2017). La divulgación de la ciencia en América Latina: términos, definiciones y campo académico. En *Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos*, pp. 39-58. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120620>

- Rueda, X. (2015). Un modelo multicultural de comunicación de la ciencia y la tecnología. En *Revista Internacional de Tecnología, Conocimiento y Sociedad* Vol. 4, pp. 19-31. <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v4.893>
- Sampieri, H. (2010). *Metodología de la investigación*. McGrawHill.
- Sánchez, M. (2008). La comunicación pública de las ciencias en México: estudios precursores y senderos posibles. *Nueva antropología*, 21(68), 89-111. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362008000100006&lng=es&tlng=es
- Sánchez-Mora, M. (2016). Towards a taxonomy for public communication of science activities. En *JCOM Journal of Science Communication*, Vol. 15, pp. 1-8. https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/JCOM_1502_2016_Y01_en.pdf
- Schmelkes, S. (2003). Educación intercultural. Reflexiones a la luz de experiencias recientes. *Sinectica, Revista Electrónica de Educación*, (23), 26-34. <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/296>
- Swadener, Marc y Soediadi R. (1998). Values, mathematics education, and the task of developing pupils' personalities: an Indonesian perspective. En Bishop, A. (Ed.). *Mathematics Education and Culture* (pp. 193-208). Kluwer Academic Publishers.
- Torre García, C. (2013). Divulgación matemática: su uso en la educación infantil. [Tesis de Maestría, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/2857/TorreGarciaClara.pdf?sequence=1>
- Trench, Brian (2008) Towards an analytical framework of science communication models. En: Cheng, D. and Claessens, M. and Gascoigne, T. and Metcalfe, J. and Schiele, B. and Shi, S., (eds.) *Communicating science in social contexts: new models, new practices*. Springer Netherlands (pp. 119-138). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8598-7>
- Tubino, F. (2004). Del interculturalismo funcional al interculturalismo crítico. *Rostros y fronteras de la identidad*, 158.
- UNESCO-UIS, (2013). *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. CINE 2011*. Instituto de Estadística de la UNESCO.
- Vaccarezza, L. S. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana De Educación*, Vol. 18, 13-40. <https://doi.org/10.35362/rie1801090>
- Vargas, J. O. (2016). Politización de la diversidad: la educación intercultural crítica desde los movimientos sociales que proyectan otros modos de vivir. *Revista Internacional*

de Investigación en Educación Global y para el Desarrollo, (10), 8, 163-172.
<http://educacionglobalresearch.net/egr1009/>

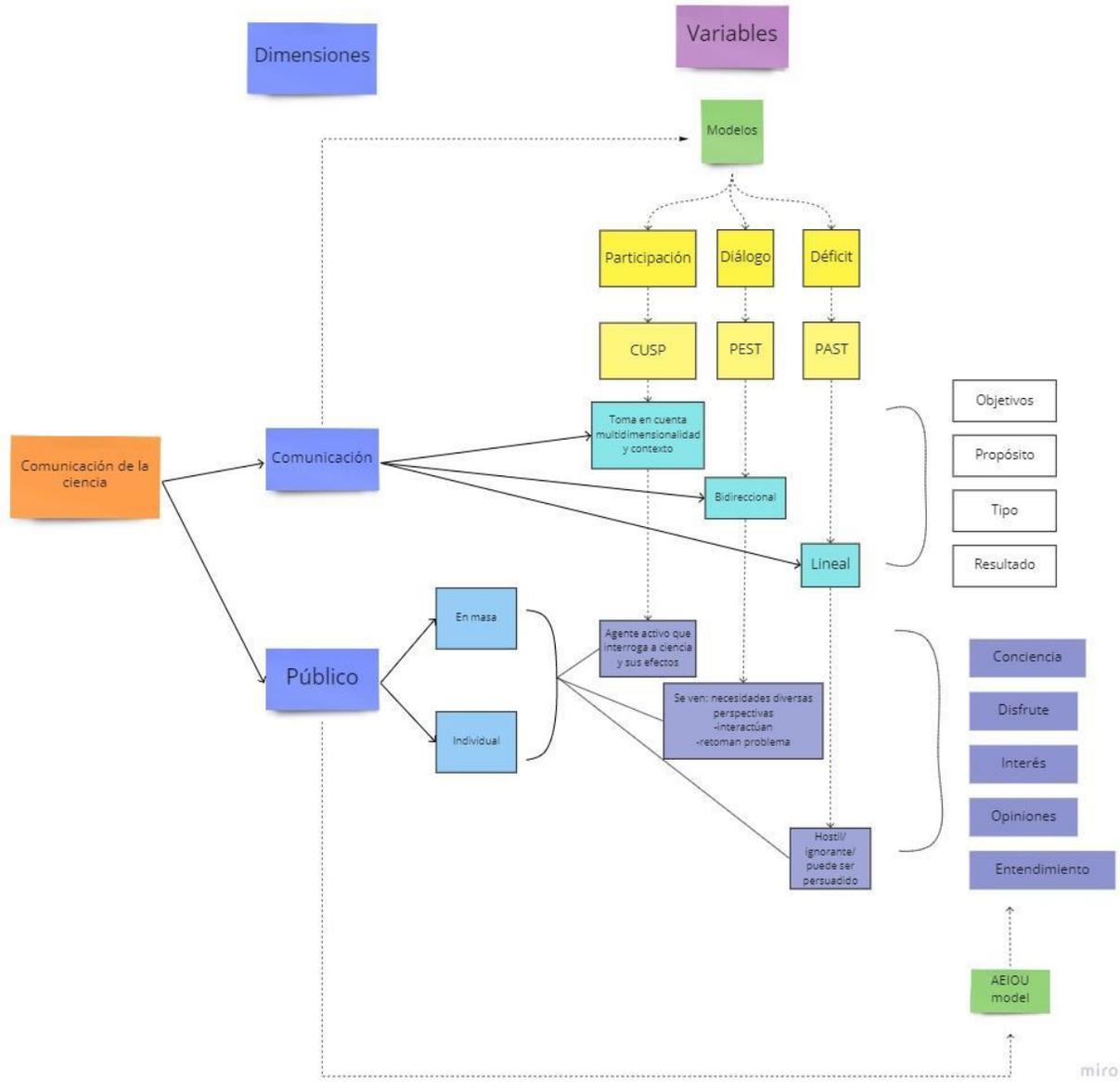
Villoro, L. (1982). *Creer, saber y conocer*. (1º Edición). Siglo XXI Editores.

Walsh, C. (2005). *La interculturalidad en la Educación*. Ministerio de Educación. Lima, Perú.

Walsh, C. (2010). Interculturalidad crítica y educación intercultural. En J. Viaña, L. Tapia, & C. Walsh (Eds.), *Construyendo Interculturalidad Crítica*. (pp. 75-96). Instituto Internacional de Integración del Convenio Andrés Bello.

Anexos

Anexo 1. Esquema de dimensiones y variables



Anexo 2. Matriz de documentos analizados.

No. de doc.	Tipo	Perteneciente a fecha/periodo	Actividades	Tipo de público atendido	No. de personas
1	Reporte de Actividades	30 de abril a 30 de septiembre 2011	N/A	General/alumnos de diferentes grados de primaria y secundaria/jóvenes de secundaria/niños de la comunidad CIMAT-DEMAT/alumnos de diversos grados de preparatoria/padres de familia	832 semestral, según actividades que sí reportaron cuántos asistentes hubo
2	Propuesta: Programa institucional de divulgación y apoyo a la enseñanza de las matemáticas en el CIMAT	2011	A continuación, aquellas que se establecen en el programa general de la presentación de la propuesta: -Celebración de 20 talleres entre junio y diciembre Realización de ciclo de 4 conferencias Establecimiento de contactos para colaboración interinstitucional Establecimiento de una primera serie de contactos internacionales para explorar esquemas de colaboración, y futura formación de las integrantes Participación de las integrantes en eventos relacionados con la divulgación, para contribuir a la representación institucional y a la enseñanza de las matemáticas	Se visiona un público de estudiantes de escuelas determinadas del municipio de Guanajuato, profesores y padres de familia	NA
3	Proyecto: Divulgación y enseñanza de las matemáticas	2011	Se presentan como las que se planean llevar a cabo, se contemplan: talleres, ciclos de conferencias, y asistencia del grupo a eventos	Se considera un público "diverso", en seguida cita a frase: "Siendo nuestro principal objetivo hacer	NA

				divulgación y difusión de las matemáticas con un público diverso, cada taller que se imparta se diseñará, documentará y pondrá a disposición de todas las personas interesadas en un portal de internet previsto para este objetivo.”	
4	Reporte semestral de actividades	Enero-junio 2015	Talleres, Curso para olimpiadas, lectura de cuentos científicos, conferencias	Maestros, alumnos de primaria, alumnos de secundaria, público en general, niños de albergue	8234 en total, según actividades que reportan no. de asistentes. Siendo 25 el menor y 1514 el mayor
5	Reporte Primaria Amado Nervo-clases de matemáticas	Enero-marzo 2017	Clases de matemáticas enfocadas a estudiantes de primaria alta, 2 veces por semana, sesiones de 120 minutos	Estudiantes de primaria alta	14 estudiantes
6	Reporte Primaria Amado Nervo-clases de matemáticas	Marzo-junio 2017	Clases de matemáticas enfocadas a estudiantes de primaria alta, 2 veces por semana, sesiones de 120 minutos	Estudiantes de primaria alta	12 estudiantes
7	Reporte Primaria Amado Nervo-clases de matemáticas	Julio-diciembre 2017	Clases de matemáticas enfocadas a estudiantes de primaria alta, 2 veces por semana, sesiones de 120 minutos	Estudiantes de primaria alta	20 estudiantes
8	Reporte Estrellas Tierra Blanca	Mayo 2017	Origami modular Hazte nudos Observación astronómica: noche de estrellas	General	160
9	ESTV26 Reporte	Abril 2017	Tres talleres de matemáticas: acertijos, juegos de estrategia, origami, banda de Mobius	Estudiantes de los tres grados de secundaria y profesores	60
10	Reporte Sarabia Villagrán	Abril 2017	Talleres: La forma de las cosas Sistemas posicionales Transformando papel II: origami modular Acertijos Arreglo de 10 cartas	Estudiantes de primaria alta 4, 5 y 6	192
11	Reporte Instituto Guanajuato	Julio 2017	Talleres: Acertijos matemáticos Flexágonos	Niños de primaria menor, y niños de secundaria	29
12	Reporte ESTV 30	Junio 2017	Talleres: Poliminós Matemagia	Estudiantes de secundaria	46

13	Reporte Escuela Juan Diosdado	Noviembre 2017	Taller: Transformando papel II: Origami modular	Estudiantes de primaria	38
14	Reporte Recreación en Cadena-Suma Ciencia	Abril 2017	Talleres: La forma de las cosas Sistemas posicionales Transformando papel II: origami modular Acertijos matemáticos	Estudiantes de primaria	192
15	Reporte Encuentro Nacional de Divulgación MTY	Octubre 2017	No especificadas	Público general	60-100
16	Festival Matemático Oaxaca	Noviembre 2017	Cubo soma Construyendo rectángulos Matemáticas digeribles	Público general	3000
17	Reporte Suma Ciencia	Septiembre 2017	Fermat y el azar Euler y un número muy particular Martin Gardner y las matemáticas recreativas ¿Cómo piensa un matemático?	Público general	225
18	Festival eUGreka	Abril 2018	Origami modular Cubo Soma y Rectángulos Burbujas Gigantes	Público general	250
19	Reporte Observación Amado Nervo	Enero 2018	Observación astronómica Alineación del telescopio Observación de distintos objetos Mitología y constelaciones	Alumnos y familiares de la Primaria Amado Nervo,	64
20	Reporte ENMS Pénjamo	Abril 2018	Charla “camino cortos” Taller “topología”	Estudiantes de preparatoria	60
21	Reporte Encuentro de Divulgadores Oaxaca	Mayo 2018	Talleres, discusiones, entrenamientos, feria de matemáticas	Grupos de divulgación, maestros, alumnos	50-66
22	Reporte Martín Salamanca	Abril 2018	Magia Topología Manejo de la información	Estudiantes de la División de Ingenierías UG	5
23	Reporte primaria Amado Nervo	Enero-Julio 2018	Programa de matemáticas, donde se trabaja con dos grupos: principiantes y avanzados	Estudiantes de 4, 5 y 6 de primaria	22
24	Reporte Proyecto Normal	Abril 2018	Magia, manejo de la información en modo de entrenamiento	17 estudiantes de la Escuela Normal Superior de Guanajuato	17
25	Reporte Proyecto Normal	Junio 2018	17 estudiantes de la Escuela Normal Superior de Guanajuato	14 estudiantes de la Normal Superior de Guanajuato	14
26	Reporte Taller Docentes ESTV94	Junio 2018	Problemas de pensamiento lógico Números primos y teorema fundamental de la aritmética Áreas con tijeras y problemas de geometría	Docentes	12
27	Reporte Venada	Marzo y mayo 2018	Matemáticas recreativas	Habitantes de la Colonia	3-15
28	Reporte Venada	Enero 2018	Charla didáctica para enseñar actividades que sirvan de apoyo	Padres de familia de la colonia La Venada	25

			en el refuerzo de conceptos matemáticos		
29	VII Festival Matemático	Marzo 2018	Cubo Soma Rectángulos Evaluación	Público general	2000
30	Reporte Euquerio Guerrero	Abril 2019	Tangram Matemáticas digeribles Adivina números Origami Perímetros y áreas	Alumnos de primaria 3° y 4°	189
31	Talleres SEG Silao	Febrero 2019	Poliminós, invarianza, teselaciones	Profesores	21
32	Reporte jueves 2 de mayo	Mayo 2019	Conferencia: ¿qué hace un matemático?	Niños de 1°, 2° y 3°	54
33	Globiedros	Abril 2019	Gobliedros	No especificado	
34	Taller SEG Silao	Febrero 2019	Taller álgebra	Profesores	21
35	Reporte 8 de febrero	Febrero 2019	Teselaciones	Estudiantes de primero de primaria	14
36	Reporte Euquerio Guerrero	Mayo 2019	Teselaciones Matemáticas digeribles Adentro y afuera	Estudiantes de 1° y 2° de primaria	1890
37	Reporte 20190227 Telesecu999	Febrero 2019	Taller origami	Estudiantes de 1° y 2° de secundaria	21
38	20190228Primaria Emiliano Zapata	Febrero 2019	Matemáticas digeribles	Estudiantes de primaria	30
39	Reporte Quiriceo	Marzo 2019	Teselaciones, topología	Estudiantes de primaria	46
40	Reporte 20190129Telesecu	Enero 2019	Invarianza Topología Adivina números Acertijos de cartas Curvatura	Estudiantes de secundaria	92
41	Reporte Clubes Ignacio Allende Puquero	Marzo 2019	Invarianza Poliminós Cubosoma	Profesores de primaria	5
42	Reporte Sesión Tangram Atomachion Guanajuato	Febrero 2019	Talleres a profesores Tangram Stomachion	Profesores de secundaria	—
43	Reporte Sesión Clubes Guanajuato	Febrero 2019	Invarianza Poliminós teselaciones	Profesores de secundaria	39
44	Sin título	Abril 2019	Construyendo rectángulos Cubosoma Origami modular Matemáticas digeribles Teselaciones geométricas	Público general de Minerales de Santa Ana	—
45	Reporte Suma Ciencia	Mayo 2019	Globiedros Poliminós y policubos Taller	Público general	6
46	Sinopsis de sesión 4 de Círculos Matemáticos	Octubre 2020	“Orcos, Hobbits y Elfos”. “Ovejas Glotonas”	Docentes	—
47	Reporte Celaya-Secundaria	Septiembre 2020	Curso de entrenadores de olimpiada de matemáticas	Profesores de secundaria	—

48	Reporte Irapuato- Primaria	Septiembre 2020	Curso de entrenadores de olimpiada de matemáticas	Profesores de primaria	—
----	-------------------------------	--------------------	--	------------------------	---

Anexo 3. Instrumento de análisis documental

DATOS DESCRIPTIVOS DEL DOCUMENTO No.		
TÍTULO		
FECHA/PERIODO		
AUTORES		
PALABRAS CLAVE		
CONCEPTOS		
DESCRIPCIÓN GENERAL	CARACTERÍSTICAS	
	PÁGINAS	
CONTENIDO	ACTIVIDADES	
	OBJETIVOS	
	DESCRIPCIÓN (si la hay)	
	TIPO DE PÚBLICO	
	PERCEPCIÓN DEL PÚBLICO (Si se especifica en el documento)	
OBSERVACIONES		
CITAS RELEVANTES		
CÓDIFICACIÓN		
INTERPRETACIÓN		

Anexo 4. Guion de entrevista

La comunicación de la ciencia ‘cara a cara vista desde la Educación Intercultural; aportes posibles a un programa de comunicación de las matemáticas

Preguntas:

1. ¿Cuándo **empezó a comunicar matemáticas**?
2. ¿Qué le **motiva** a comunicarlas?
3. ¿Cómo surge el grupo Matemorfofis?
4. ¿**Hay más grupos** que comuniquen matemáticas en el Estado de Guanajuato?
5. ¿Identifica **algo que los distinga** de esos grupos?
6. ¿Cuáles son los diferentes **tipos de actividades** comunicativas que realizan?

7. **¿En qué lugares pueden realizarse** estas actividades? ¿Existen algunas específicas para espacios particulares como lugares abiertos, cerrados, etc?
8. **¿A quién están dirigidas** estas actividades?
9. **¿Qué buscan que aprendan** las personas que asisten?
10. Si **hay a quienes se les dificulta comprender** la actividad ¿cómo proceden?
11. **¿Son las mismas actividades para todas esas posibilidades?** ¿Qué diferencias puede haber?
12. ¿Tiene alguna **estrategia base para llevar a cabo las actividades?**
13. De las diferentes actividades que comparte ¿cuáles le gustan más? ¿Por qué?
14. Ha mencionado que acuden a lugar X, Y y Z, **¿Cómo funciona su planeación?**
15. Me interesaría saber ¿ha realizado estas **actividades con grupos culturales distintos?**
 - a. En caso de que no, ¿cuál ha sido el **escenario o los escenarios menos habituales?**
16. ¿Ha habido **retos que se le presenten en caso de encontrarse con estos grupos diferentes?** ¿Me podría dar ejemplos de esas situaciones?
17. **¿Cómo navegan esos retos?**

Conocer las estrategias que debieron poner a prueba para sortear esos retos
18. Con el tiempo **¿han encontrado necesidad de adaptarse a diferentes escenarios?**
19. ¿Cómo lo hacen?
20. De acuerdo con el tiempo que lleva formando parte de este grupo ¿ha notado algún **cambio/mejora/modificación en la forma de llevar a cabo las actividades** comunicativas que ha mencionado?
21. **¿Cómo les ha afectado el contexto actual** del país de confinamiento respecto a la planeación y realización de sus actividades?
22. ¿Cuáles son los **principales retos de estas nuevas condiciones?**
23. ¿Cuál modalidad prefiere? ¿Por qué?
24. ¿Qué considera es **lo más importante de su práctica?**
25. ¿Identifica **algún reto general para la comunicación de las matemáticas** o de la ciencia?
26. **¿Cómo cree que podría mejorar la comunicación de las matemáticas** o de la ciencia?

Anexo 5. Codificación

Tabla de códigos utilizados			
Codificación deductiva			
Componentes de la comunicación de la ciencia (Burns, O'Connor & Stocklmayer, 2003)	Participantes: son los miembros del público que están directa o indirectamente involucrados en la comunicación de la ciencia.	CCP	
	Efectos y respuestas. Los primeros refieren al resultado de una acción. Los segundos, a las acciones, sensaciones, movimientos o cambios, que se producen por algún estímulo o influencia; son personales e inmediatas, por lo tanto, más dinámicas.	CCE	
		CCR	
	Ciencia, definida en el contexto de su comunicación, incluye las ciencias puras, que quedan definidas como 'la empresa por sistematizar el conocimiento acerca del mundo y organizarlo y condensarlo en leyes y teorías con posibilidad de comprobación'	CCC	
	Conciencia y entendimiento: se entenderá por conciencia el ser consciente, o no ignorante, acerca de algo. Con el entendimiento se hace referencia a una comprensión en el desarrollo de significados e implicaciones de determinados conocimientos, caracterizado como una acción o proceso, y basada en principios apropiados comúnmente aceptados.	CCN	
		CCT	
<i>Comunicación</i> . Definición de Schirato y Tell (1997): la práctica de producir y negociar significados, práctica que siempre tiene lugar en condiciones sociales, culturales y políticas específicas.	CCM		
Características de las actividades (AEIOU model)	El <i>disfrute</i> , logrado como respuesta a la comunicación de la ciencia, refiere al factor afectivo. Esto es, la posibilidad de desarrollar actitudes que hagan futuros encuentros con la ciencia menos ominosos o intimidantes. Puede ser tal vez superficial en el sentido en que la dinámica de comunicación resulte placentera; o más profundamente llevando a un involucramiento voluntario mayor.	CAD	
	En lo que se refiere al <i>interés</i> , corresponde al factor que permite el deseo de comprender los que se presenta en las actividades, puede representar también una de las variables para que mejore la cultura científica en general.	CAI	
	Las <i>opiniones</i> , resulta una de las respuestas más complejas por el carácter personal que representan. Existen diversos factores que llegan a conformarlas: creencias propias, la posibilidad de entendimiento de fenómenos, las concepciones presentes acerca del mismo, etc. En la acción de la comunicación científica, se	CAO	

	refleja parte de su éxito si genera en el público una reflexión, una formulación o reformulación, o incluso confirmación de sus actitudes relacionadas con la ciencia y la sociedad. Puede darse que, mediante sus actividades, se presente un desafío al previo entendimiento de las personas respecto a un fenómeno		
	El <i>entendimiento</i> . Que incluye la comprensión del contenido científico, sus procesos y sus factores sociales. Resulta un prerrequisito para mejorar la cultura científica, y en el contexto de la comunicación de la ciencia se hace un énfasis en las aplicaciones e implicaciones potenciales de la ciencia.	CAE	
Actividades de la comunicación de la ciencia-características (Sánchez-Mora, 2016)	Público En masa Individual	ACP	ACPM
			ACPI
	Objetivos La ciencia existe La ciencia es interesante La ciencia es parte de mi identidad La ciencia es atractiva	ACO	ACCE ACCI ACCID ACCA
	Propósito Acercamiento Informar Formar Entretener	ACPR	ACPRA ACPRI ACPRF ACPRE
	Tipo de comunicación Lúdica/espectacular Masiva para audiencias específicas Cara a cara Materiales adaptados a audiencias específicas	ACOM	ACOML ACOMM ACOMC ACOMAD
	Resultados Aprendizaje informal lúdico Aprendizaje informal significativo	AIL	AILSIG
Codificación inductiva			
Actividades	De comunicación de las matemáticas Tipos Características	AMA AMT AMC	
Condiciones/limitaciones	Para las actividades según tipo: climáticas, por el espacio, por el número de participantes, por el tipo de actividades, por el número de talleristas. Que se deben identificar como dependientes de los talleristas, e independientes de ellos	COND	
Motivación	Que las motiva a comunicar matemáticas	MOT	
Lugares	En qué lugares pueden realizarse las actividades	ALU	
Objetivos de aprendizaje	De lo que se busca que aprenda el público en las actividades	APR	
Estrategias	Estrategias para llevar a cabo la comunicación mediante las actividades	EST	
Retos	Los retos que se presentan para llevar a cabo la comunicación	RET	
Adaptaciones	Referente a los comunicadores: improvisan, cómo se adaptan, qué adaptan, por qué se adaptan (ligado a retos)	PARA	

Cambios/modificaciones	Cambios o modificaciones que los comunicadores detectan en sus prácticas gracias al tiempo de experiencia que tienen	CAM	
Contexto de pandemia	Cómo les ha afectado el contexto de pandemia a las actividades y planeación	PANC	
Retos de pandemia	Retos específicos de las condiciones de pandemia	RETP	

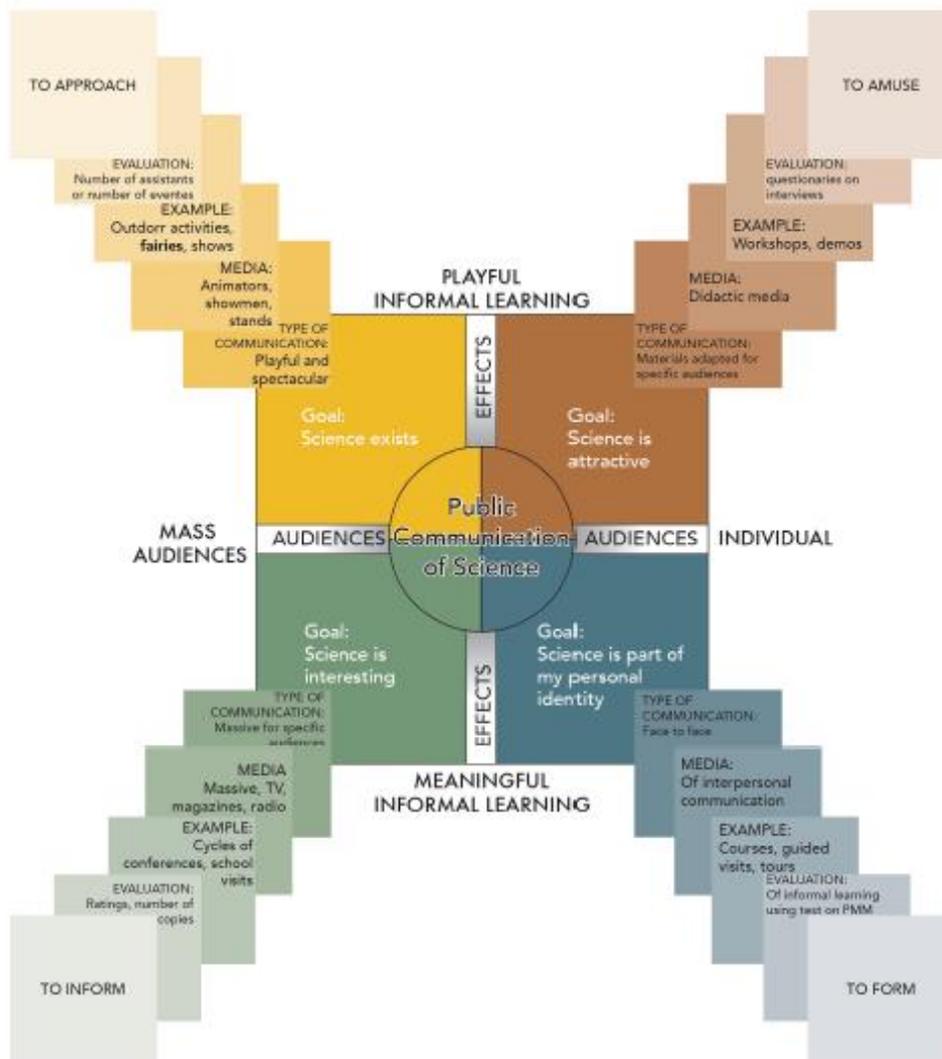
Originales de tablas y figuras

Tabla 2.

Base communication models	Ideological and philosophical associations	Dominant models in PCST	Variants on dominant PCST models	Science's orientation to public
Dissemination	Scientism Technocracy	Deficit	Defence Marketing	They are hostile They are ignorant They can be persuaded
Dialogue	Pragmatism Constructivism	Dialogue	Context Consultation Engagement	We see their diverse needs We find out their views They talk back They take on the issue
Conversation	Participatory democracy Relativism	Participation	Deliberation Critique	They and we shape the issue They and we set the agenda They and we negotiate meanings

Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. En: Cheng, D. and Claessens, M. and Gascoigne, T. and Metcalfe, J. and Schiele, B. and Shi, S., (eds.) Communicating science in social contexts: new models, new practices. Springer Netherlands, pp. 119-138. ISBN 978-1-4020-8597-0. 10.1007/978-1-4020-8598-7_7. © 2008 Springer Science+Business Media B.V

Figura 1



Reproducido de “Towards a taxonomy for public communication of science activities” por María del Carmen Sánchez Mora, 2016, JCOM Journal of Science Communication, vol. 15, p. 3. Todos los derechos reservados [2016] por María del Carmen Sánchez Mora. https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/JCOM_1502_2016_Y01_en.pdf