

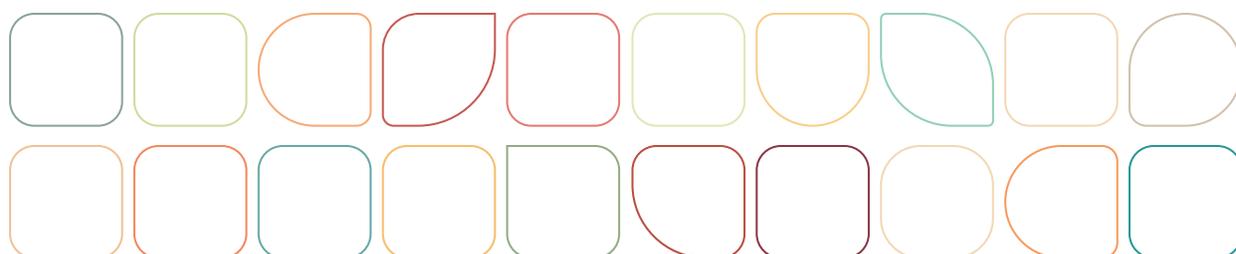


NUEVAS VOCES Y NUEVOS CONOCIMIENTOS

AMPLIAR EL ESPECTRO DE DISCUSIÓN EN LA
COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Miguel García Guerrero
Bertha Michel Sandoval
Atenea Morales Samaniego
Ana Claudia Nepote González
Daniel Humberto Solís Recéndez
César Augusto Martínez Rocha
Hamurabi Gamboa Rosales
Coordinadores



NUEVAS VOCES Y NUEVOS CONOCIMIENTOS

**AMPLIAR EL ESPECTRO DE DISCUSIÓN EN LA
COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Memorias del Simposio Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología
y IX Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa.

10-12 de abril de 2024 – Zacatecas, México.

Coordinación Editorial

Miguel García Guerrero

Bertha Guadalupe Michel Sandoval

Atenea Morales Samaniego

Ana Claudia Nepote González

César Augusto Martínez Rocha

Hamurabi Gamboa Rosales

Universidad Autónoma de Zacatecas

Museo de Ciencias

Jardín Juárez 147, Col. Centro.

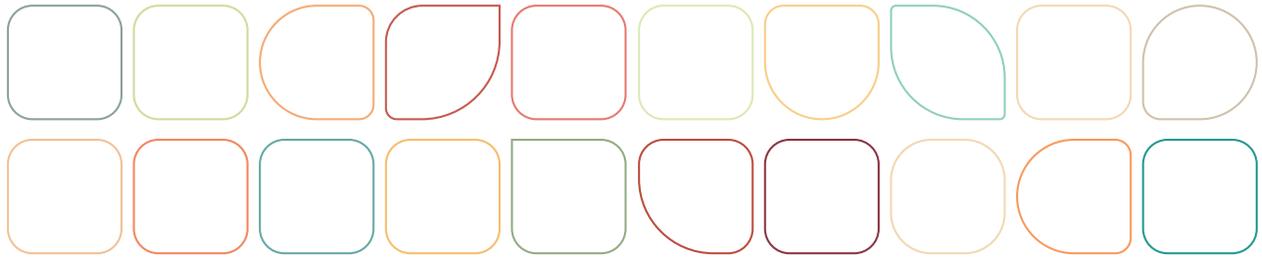
98,000 Zacatecas, México.

Derechos reservados conforme a la ley

ISBN: 978-607-555-234-7

Diseño gráfico: Jacqueline Castillo Venegas y Dalia Macarena Cid Rodríguez

Diseño de interiores: Gabriel Benítez



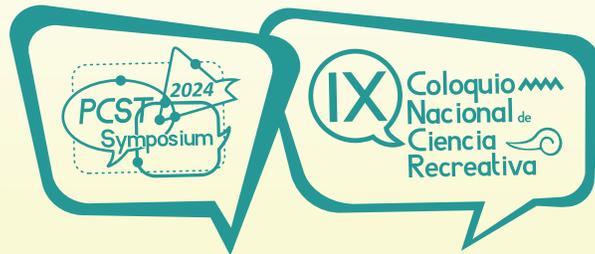
Zacatecas
GOBIERNO DEL ESTADO



SECRETARÍA DE
TURISMO
ESTADO DE ZACATECAS

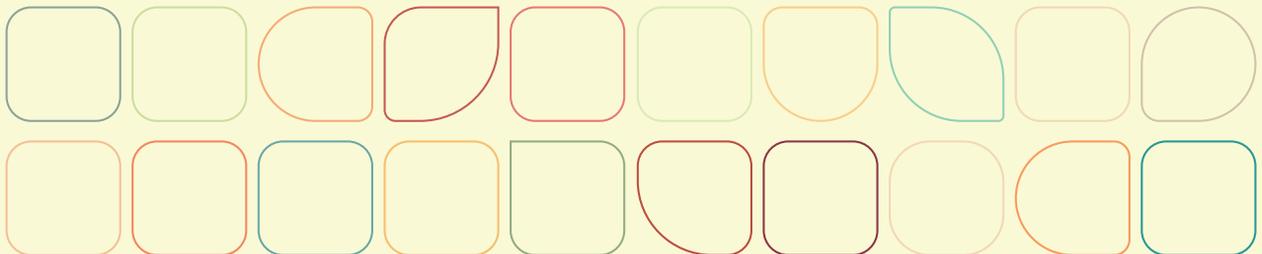
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
ESTADO DE ZACATECAS

CONSEJO ZACATECANO DE
CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN
ESTADO DE ZACATECAS



**SIMPOSIO INTERNACIONAL DE
COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA
IX COLOQUIO NACIONAL DE CIENCIA RECREATIVA**

10 - 12 ABRIL 2024 | ZACATECAS, MÉXICO



Contenido

Presentación	10
Science communication in a diverse world	12
Bruce Lewenstein	
<i>Vive el arrecife</i>, historia de una exposición y la incertidumbre de los arrecifes	32
Pedro Medina Rosas	
Estrategia de diseño de talleres de ciencia para científicos e investigadores	38
R. de León Lomelí, Efrén Flores-García, José Álvaro Vázquez, César Augusto Martínez-Rocha y Martha Ramírez	
El uso de comics para comunicar información científica para la conservación de agua en áreas verdes	51
Cecilia Lartigue y Aquiles Negrete	
Unveiling the power of Personal Meaning Mapping (PMM) for understanding STEM Free-Choice Learning (FCL) for early adolescents in the context of local marine issues	62
Shu-Min Tsai y Shawn Rowe	
Nuevas posibilidades para la comunicación de la arqueología desde una comunidad rural....	73
Semati Palmera Rodríguez Ríos	
STEM WEEK: A six-year journey for scientific dissemination	81
por Bárbara P. González García y Martha A. Centeno	
Cómo una sociedad científica acerca la ciencia a la sociedad: Claves del proyecto “Matemáticas en la calle”	89
Paloma Zubieta y Mariana Carnalla	

Los retos para una oficina de Comunicación Pública de la Ciencia, en un centro de investigación con dos museos, en la Universidad Nacional Autónoma de México	101
Patricia Magaña Rueda y Axel Alejandro González Becerril	
Cuando un científico se convierte en comunicador de la ciencia / <i>When a professional scientist becomes a science Communicator</i>	110
Iván Jalil Antón Carreño Márquez	
Un gabinete para despertar la curiosidad.....	115
Adriana Bravo Williams y Paola González Domínguez	
Comunicación de la ciencia y videojuegos serios.....	122
Axel Alejandro González Becerril	
La comunicación pública de la ciencia en Twitter: Una revisión sistemática de la literatura	130
Israel Noguera-Rivera	
Workshop "A Journey through the Digestive System": (re)construction, challenges and possibilities	138
Larissa Mattos Feijó, Viviane Abreu de Andrade, Luana Linda da Silva, Pablo González Yoval, Saulo Hermosillo Marina, Naíse Chales Lins y Robson Coutinho-Silva	
Inmunolotería: un juego de divulgación científica del tema Inmunología.....	146
Larissa Mattos Feijó, Viviane Abreu de Andrade, Luana Linda da Silva, Pablo González Yoval, Saulo Hermosillo Marina, Naíse Chales Lins y Robson Coutinho-Silva	
En el linde de la divulgación y la educación de las Matemáticas	155
Rocío González Sánchez	
Storytelling Science Podcasts	161
Mayra Deltreggia Trinca y Simone Pallone de Figueiredo	
Estudio del impacto de la exposición científica "Entre Patitas y Antenas" en el estado de Tabasco 2023.....	167
Felicia Mairany Jiménez Jiménez, Rossy Karyna Morales Brito y Alejandro Félix Hernández	

Diseño de kits de química para el apoyo a la tarea docente en educación primaria	175
Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado y Marcelo Queirolo	
Impacto de factores y prácticas de facilitación en el involucramiento de los visitantes en ámbitos no formales de educación en ciencia	181
Soledad Machado Corral, Nicolás Veiga, Lucía Otero y Chantal Barriault	
Narrar la ciencia a varias voces: la experiencia de Nuquí vivo, un proyecto de narrativas transmedia en un territorio biodiverso y multiétnico	189
Marcela Gutiérrez Ardila	
Formación de estudiantes de grado como facilitadores en un programa de extensión universitaria	197
Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado y Marcelo Queirolo	
Confluences in the process of revitalization of the long-term exhibition "<i>Demasiado Humano</i>" at the Espaço do Conhecimento UFMG, based on the expography team's experience	203
Dânia Lima, Marina Aravani, Patrícia Azevedo and Paula Faria	
10 científicas hicieron. Las mujeres en la ciencia siempre han estado ahí	211
Montserrat González González	
Estrategia de divulgación de la ciencia para chicas rurales	217
Teresa Ávila, y Camilo Kunstek Salinas	
Arte, ciencia y comunidad: 10 años promoviendo y comunicando la ciencia en la comunidad rural de Coatlán del Río, Morelos, México	225
Mario Antonio Flores Saldaña	
La comunicación de la ciencia en investigaciones transdisciplinarias.....	231
Teresa Ávila, y Camilo Kunstek Salinas	
Matemorfosis en las comunidades	239

Carmen Delia Mares Orozco

La búsqueda de estructura para consolidar a los grupos de ciencia recreativa..... 246

Miguel García Guerrero

La Renovable: divulgación de las energías renovables..... 255

Juan Tonda

**Mujeres en la ciencia: Una mirada de la ciencia desde las historias de vida de las
investigadoras y científicas universitarias.....** 260

Carlos Hernández Zarza, Natali Ixchel Téllez Colín

**Co-creación artística y proyección territorial en educación del libro Guía de campo del
Santuario de Hualpén, Chile.....** 268

Xuksa Kramcsak

**Niños, niñas y adolescentes comunicadores de la ciencia: evaluación cualitativa sobre el
impacto de la convocatoria “Divulgador científico comunitario”.....** 278

Karen Yocely Cruz Cortez, Diana Martínez Ordóñez, Virginia del Carmen Bernal Cordero,
Benjamín Jiménez Méndez y Miriam Areli Velázquez Aquino

**La disputa por el consenso-disenso científico en la configuración discursiva del cambio
climático en la prensa internacional hegemónica.....** 290

María Isabel Quinn Cervantes

Mediator Training and Certification Program..... 298

Adán Cuitláhuac Fuentes Meléndez

**Com100CIA. El diálogo con las comunidades como punto de partida para una experiencia de
formación en comunicación pública de la ciencia.....** 303

José de J. Guridi Colorado y Daily Rodríguez Ramírez

Literacidad en comunicación pública de la ciencia. Un modelo para el académico..... 312

Montserrat García Guerrero, Miguel García-Guerrero y Bertha Michel- Sandoval

Literacidad en comunicación pública de la ciencia. Un modelo para el académico

Montserrat García Guerrero, Miguel García-Guerrero, Bertha Michel-Sandoval³⁸

Contacto: montsegarcia@uaz.edu.mx

Palabras clave: literacidad académica, Comunicación Pública de la Ciencia, divulgación.

Resumen. El presente trabajo parte del concepto de literacidad académica o letrada, entendida como el conocimiento y las habilidades de lectura y composición/redacción de textos científicos y académicos, es decir, la actividad letrada. El debate sobre literacidad como concepto amplio actualmente se enfoca en el acceso a la lectura y la escritura en el contexto social, lo ha transitado hacia los Nuevos Estudios de Literacidad (Gee, 2015) que incorporan las temáticas de justicia social, currículos inclusivos, y las diferencias de accesibilidad en países tercermundistas y/o en vías de desarrollo. Sobre el tema de inclusividad destaca la Comunicación Pública de la Ciencia, para llevar a audiencias más amplias conocimientos que históricamente no habían sido accesibles para distintos grupos sociales, para eso se hace una categorización de los elementos aceptados para la literacidad académica y se propone una primera versión de literacidad en comunicación pública de la ciencia para que sirva como elemento de discusión, pues muchos académicos creen que la divulgación es todo lo que queda fuera del marco de referencia de la literacidad académica.

Introducción

La comunicación de la ciencia es la piedra angular del desarrollo del conocimiento humano. Ciencia que no se comunica no existe”. A través de la historia se ha establecido la importancia de la comunicación entre científicos, que les permite estar al tanto de las investigaciones y

³⁸ Montserrat García Guerrero, Miguel García-Guerrero, Bertha Michel- Sandoval / *Museo de Ciencias, Universidad Autónoma de Zacatecas.*

descubrimientos de sus colegas. Este proceso ha sido estudiado, y como se mostrará más adelante, se ha estructurado en formatos, convenciones y reglas que constituyen el acervo de la academia. Sin embargo, cabe distinguir entre la comunicación de la ciencia entre pares y la comunicación pública de la ciencia (Lewenstein, 2022). Mientras que en el primer caso se prioriza la difusión de conocimiento dirigido a comunidades de pares de una misma disciplina que comparten un lenguaje especializado, en el segundo nos encontramos con un público extraordinariamente diverso que rara vez habla un mismo dialecto.

Lewenstein (1992) define la comunicación pública de la ciencia (CPC) como "el proceso por el cual los científicos, las instituciones y las organizaciones científicas y tecnológicas intercambian ideas y conocimientos con el público en general y con grupos específicos"; no es ya una acción unilateral donde el "científico" proporciona información a un público que se considera ignorante de lo que se expone. El concepto mismo de CPC se ha encaminado ahora a un diálogo establecido por un comunicador que traduce, de manera intersemiótica -entendida ésta, como un traslado del significado (Jurado, 2007)-, de un lenguaje especializado a uno que no lo es, el trabajo, la motivación y los resultados de la investigación científica. Pero aquí la traducción no se limita a un mero cambio de códigos lingüísticos, sino que implica una labor de recontextualización con las personas involucradas (Alcíbar, 2004).

Debemos considerar que cuando hay una comunicación entre pares, el mensaje se dirige a un público ideal. En CPC el público ideal no existe. Esto representa un gran desafío para científicos que desean acercar su trabajo a diferentes sectores de público no especializado o, peor aún, cuando se ven obligados a hacerlo por sistemas de incentivos. Si se busca un diálogo efectivo, es necesario ofrecer a los investigadores orientación básica para construir herramientas de comunicación que propicien una interacción efectiva entre el especialista y el lego: una plataforma de literacidad que sirva como primer acercamiento.

El presente trabajo reconoce que la CPC cuenta con numerosos medios (charlas, talleres, juegos, radio, podcasts, video, artículos, libros y blogs, entre muchos otros), pero se sabe también que, por su labor de difusión, los investigadores están más habituados al trabajo escrito. Así, este primer ejercicio de referencia para la literacidad en la CPC se desarrolla para el caso específico de medios escritos. Los estudios sobre literacidad han evolucionado en el debate académico, y en términos concretos tienen que ver con el conocimiento y uso

del lenguaje oral y escrito (Riquelme y Quintero, 2017), integrando aspectos que tienen que ver con los discursos en un contexto específico, que toman en cuenta creencias y valores (Almeida y Cassia, 2023).

“En esta línea de pensamiento, Gee distinguió entre discursos primarios (aquellos aprendidos en casa) y discursos secundarios (aprendidos en instituciones o grupos sociales externos al hogar), a partir de lo cual planteó una interesante redefinición del concepto de literacidad como “dominio de discursos secundarios” (mastery of secondary discourses) (Gee, 1991, p. 8 citado en Hernández Zamora, 2019)

El planteamiento de Gee (2015) lleva a pensar no sólo en el discurso sino en el conjunto de valores implícito en esta literacidad. Lo anterior implica no solo conocer la lectoescritura sino todo un conjunto de valores que se deben dominar. Para el caso de la literacidad académica esto es de suma importancia: los circuitos y las herramientas resultan parte importante del proceso de comunicación de la ciencia, en tanto difusión, lo que lleva a pensar en literacidades dominantes. Es a partir de la crítica política a esta visión de donde nacen los NEL. Al final todas estas visiones se aceptan como dominantes y tienen un impacto en la formación educativa, principalmente la universitaria, pues

Asumirse como escritor académico es, quizás, el reto más difícil al que tendrá que enfrentarse todo estudiante universitario. Requerirá construir una identidad como autor y dominar los contenidos disciplinares, defender y discutir posturas y guiar a su lector en la construcción y la reconstrucción de conocimientos. (Hernández, Salado y Vargas, 2021:5)

Según Castelló (2009), citado en Hernández, Salado y Vargas (2021), es necesario enfocarse en cuatro competencias que deben de tener los estudiantes universitarios, y por tanto deben ser dominadas por los docentes que los están formando. Dichas competencias son: conocer las formas y usos de sus disciplinas específicas en cuanto al uso de lenguaje como herramienta de aprendizaje; conocer las actividades y elementos relacionado con la creación de textos académicos; conocer las rutas de dialogo con otros textos académicos; y finalmente, conocer la comunidad de práctica que se debe usar como referente y aquella que va a ser la receptora de los discursos.

Derivado de lo anterior es necesario que los investigadores y docentes conozcan las rutas y prácticas de la comunidad disciplinar, que tienen que ver con formatos de redacción, acomodo del texto, citación, que se traducen en el uso de gestores bibliográficos, bases de datos, selección de foros o contextos de publicación, uso de determinadas planillas, modelos de redacción y organización del propio texto. Un claro ejemplo de esto es el modelo IMRyD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión). Además, aparecen otros elementos como el uso de identificadores persistentes, pago de cuotas de procesamiento de artículos (Article Processing Charges, APC), pago de servicios de revisión de estilo, así como otros costos que pueden ofrecer editoriales globalizadas consideradas como de calidad entre las que se encuentran: Nature, Springer, Wiley, Elsevier, entre muchas otras que van variando según el área disciplinar.

El conocimiento sobre redacción académica implica el acercamiento a determinadas prácticas que, sobre todo en áreas específicas como humanidades y ciencias sociales, significa cambio de modelos de trabajo. En el caso de la CPC, las prácticas aceptadas ya no son generales, sino que existen diversos acercamientos desde múltiples puntos de vista. Si bien no se pretende dar un formato rígido en cuanto a publicaciones de CPC, buscamos anotar las características básicas de un texto de divulgación. Ante todo, se debe subrayar que -a diferencia de la comunicación entre pares, donde el centro se ubica en el conocimiento en abstracto-, en la CPC se acentúa la relación de ese conocimiento con sus autores y su contexto. El conocimiento científico se integra a la sociedad en relaciones más complejas que incluyen valores, sistemas de creencias e intereses particulares de las personas. (Lewenstein, 2003).

Una propuesta de literacidad para la Comunicación Pública de la ciencia

A partir de una revisión de los elementos principales, aceptados dentro de la comunidad científica para la producción de textos académicos escritos, se considera que la literacidad académica tiene cinco elementos principales (Tabla 1).

Tabla 1. Literacidad académica para artículos científicos

ELEMENTO	RESPUESTA ACEPTADA
Origen de información	Paradigma positivista
Redacción	Gestores bibliográficos, bases de datos
Formatos	Plantillas, IMRyD, Latex
Citación	Apa, chicago, Harvard, ISO
Contextos	Revistas indexadas, pagos de APC

Nota: Elaboración propia con base en revisión sistemática.

En esta tabla se presentan cinco elementos básicos que deben ser reconocidos como básicos para la lectura y producción de textos científicos y que tienen que ver con los foros, los formatos, el tipo de lenguaje a utilizar y el origen de la información. Lo anterior lleva a reconocer un modelo aceptado de producción científica. Parafraseando la tabla anterior, se propone la siguiente, para textos de CPC.

Tabla 2. Propuesta de literacidad para la Comunicación Pública de la Ciencia

ELEMENTO	RESPUESTA ACEPTADA
Origen de información	Pensamiento paradigmático + narrativas
Público	Diverso, pero con características específicas
Manejo de información	Contexto de fenómeno que se comunica y su vínculo con el contexto del público
Lenguaje	Adecuado y abordaje narrativo
Contextos	Revistas de CPC, medios de comunicación, libros

Nota: Elaboración propia con base en propuesta de los autores.

En la Tabla 2 se presenta una propuesta de modelo para discutir para la literacidad en CPC, elaborada con cinco elementos, al igual que la Tabla 1, pero con diferencias que tienen que ver con el origen de la información, la definición del público, pues a diferencia de la comunicación científica donde se espera interactuar con un lector modelo, para el caso de la CPC se debe definir el público específico en cada ocasión, se debe pensar entonces como manejar la información para el público meta desde un lenguaje adecuado y atractivo, en contextos más amplios.

La CPC procura articular lo paradigmático con lo narrativo para tratar de darle significado a los temas que se abordan. Jerome Brunner (2009, pp. 11-12) identifica dos modelos de función cognitiva. El paradigmático, (el del pensamiento lógico y científico) y el narrativo. Estas son dos formas distintivas de “ordenar la experiencia, de construir la realidad y comunicar conocimiento entre sí” (García Guerrero, 2016), y nos ofrecen elementos complementarios para construir procesos exitosos de CPC. Así, podemos afirmar que la formación autoral implica compensar ciertas carencias o ausencias que deja la formación en la organización específica de los estudios formales. Las que pueden llegar a ampliarse o profundizarse según las exigencias de los diferentes entornos de realización y publicación disciplinar. (Mendes et al. 2023)

Conclusiones

Las exigencias de los diferentes entornos disciplinares de la ciencia ha llevado a la definición de modelos de trabajo para la producción de documentos científicos, con elementos que son actualmente aceptados en las diferentes comunidades, en este trabajo se parte de la idea de que es necesario que pase lo mismo para el trabajo de Comunicación Pública de la Ciencia y se presenta un modelo de discusión inicial, con elementos básicos que es necesario tomar en cuenta para la realización de textos de divulgación, no se trata en ningún momento de una propuesta acabada sino del inicio de la discusión sobre los elementos básicos para la producción de documentos de CPC, que permitan llegar a audiencias específicas que normalmente no se acercan a conocimientos especializados de distintas ramas de la ciencia.

Se trata de tomar el modelo de literacidad para ofrecer herramientas básicas de CPC, para aquellos interesados en trabajar bajo estos modelos y para eso se toma el ejemplo de la literacidad académica, para pensar en una orientación inicial para que los trabajos de CPC se hagan bajo modelos que incrementen el éxito de estos esfuerzos y no se haga solo para cumplir con parámetros actuales de sistemas de evaluación.

Referencias

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

Almedia de la Cruz Torres, María Emilia y Cassia Araujo, Carolina (2023). Relatos discentes sobre o letramentoacadêmico: umaanálisealinhada à perspectiva dos NovosEstudos do Letramento, *Acta Scientiarum. Education*, v. 45, e55966, 2023. Doi: 10.4025/actascieduc.v45i1.55966

Biblioteca central UNAM (s/f) “Estilos bibliográficos”. Disponible en: <https://www.bibliotecacentral.unam.mx/index.php/desarrollo-de-capacidades-informativas-digitales-y-comunicacionales/estilos-bibliograficos#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20existe%20s%C3%B3lo,hasta%20e1%20momento%20alguna%20entidad>

Castelló, M. (2009). Aprender a escribir textos académicos: ¿copistas, escribas, compiladores o escritores? En Pozo, J.; M. Pérez (coords.). *La psicología del aprendizaje universitario: de la adquisición de conocimientos a la formación en competencias*. Madrid: Morata, 120-133. [[Links](#)]

Castro, C.; M. Sánchez (2013). La expresión de opinión en textos académicos escritos por estudiantes universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(57), 483-506. https://www.researchgate.net/publication/262746957_La_expresion_de_opinion_en_textos_academicos_escritos_por_estudiantes_universitarios [[Links](#)]

- Gee, James (2015). "The new literacy studies", en J. Rowsell y K. Pahl (eds.), *The Routledge Handbook of literacy studies*, Londres: RoutledgeHandobooks Online. <https://doi.org/10.4324/9781315717647.ch2>
- González Palacio, E. V., Castellano Ascencio, M. D., & Sepúlveda Tamayo, N. A. (2020). Diseño y validación de un cuestionario sobre literacidad en educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (62), 63–87. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n62a4>
- Hernández y Hernández, Nadia Denise, Salado Rodríguez, LiliánIvetthe, & Vargas Franco, Alfonso. (2021). Literacidad académica en la educación superior: el caso de la Universidad Estatal de Sonora. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 12(23), 00011. Epub 06 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i23.968>
- Hernández Zamora, Gregorio (2019). "De los nuevos estudios de literacidad a las perspectivas decoloniales en la investigación sobre literacidad". *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, vol. 24, núm. 2, pp. 363-386, 2019. <https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v24n01a10>
- Jurado, A. T. C. (2007). De la traducción intersemiótica a la competencia intersemiótica. *Versión. Estudios de Comunicación y Política*, (18), 115-132.
- Lewenstein, B. V. (1992). The meaning of 'public understanding of science' in the United States after World War II. *Public Understanding of Science*, 1(1), 45-68.
- Lewenstein, B. V. (2003). "Models of Public Communication of Science and Technology". En M. Bucchi & Trench (Eds), *Handbooks of Public Comunication of Science and Techology* (pp. 3-28). Routledge
- Lewenstein, B. (2022). What is "science communication"? *Journal of Science Communication*, 21(07), C02. <https://doi.org/10.22323/2.21070302>
- Lillis, Theresa (2021). "El enfoque de literacidades académicas: sostener un espacio crítico para explorar la participación en la academia". *Enunciación. Vol. 26 (2021): Escritura e identidad (número especial)*

Méndes Ochaita, Margarita Flor de María, Romero Muñoz, José Francisco, Serrano Acuña, Mara Edna, & Carrasco Altamirano, Alma Cecilia. (2023). Literacidades y entornos de publicación de autoras(es) noveles después del doctorado. *Revista mexicana de investigación educativa*, 28(97), 535-561. Epub 09 de junio de 2023. Recuperado en 30 de agosto de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662023000200535&lng=es&tlng=es.

Palma, P., Benavides, J., y Saltos, L. (2020). Los formatos bibliográficos en la redacción de textos científicos. *Rehuso*, 5(3), 53-61. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>

Riquelme Arredondo, Angélica, & Quintero Corzo, Josefina. (2017). La literacidad, conceptualizaciones y perspectivas: hacia un estado del arte. *Revista Reflexiones*, 96(2), 93-105. <https://dx.doi.org/10.15517/rr.v96i2.32084>

Science Gardens are non-conventional science museums that have the potential to advance science literacy by engaging in outdoor learning experiences for both visitors and users

Carol Perelman³⁹

Contact: carol@carolperelman.net

Keywords: outdoor museums, audience studies, garden of science, museum users and visitors, science democratization

Abstract. Classic science museums are typically housed within structured facilities with controlled access. However, exceptions have emerged in the form of outdoor science museums, following the pioneering example of the Clore Garden of Science founded in 1994 in Israel (Mir, 2003). These outdoor science museums, exemplified by the Jardín Weizmann de Ciencias – the first of its kind in Mexico – offer a flexible environment where **visitors** can engage in organized group tours facilitated by trained mediators, and where **users** with everyday access to the outdoor learning environment can explore it recurrently and independently for self-directed discovery, learning, and play. This unique setting positions outdoor science gardens as a low-cost and easily replicable means to democratize science, advance science literacy, and promote scientific thinking across urban and rural communities, reaching diverse audiences.

³⁹ Carol Perelman / *Jardín Weizmann Ciencias*

Introduction

According to the 2022 Museum Survey in Mexico conducted by the National Institute of Geography and Statistics (INEGI, 2022), of the 32 federal entities, 8 states (25.00%) have less than 20 museums, 6 states (18.75%) have between 20 and 29, 10 states (31.25%) host between 30 and 44, and only 8 states (25.00%) have over 45 museums. And of the 1,164 museums included in the survey, most (89.1%) are focused on history (45.1%), art (23.6%), and archaeology (20.4%), leaving only 10.9% dedicated to topics such as science (5.7%), paleontology (2.2%), environment (1.8%), industry (0.9%), and technology (0.3%). Consequently, many states in Mexico have few or no museums dedicated to science, and although most museums in Mexico (58.9%) are always free, this is rarely the case for science centers. This scenario makes access to interactive science experiences in non-formal settings very difficult for most Mexicans.

The first garden of science in Mexico, Jardín Weizmann de Ciencias (JWC), was inaugurated in 2009 inside the perimeter of the Centro Deportivo Israelita (CDI), a sports center in Mexico City that receives **visitors** from public and private schools after a previously scheduled appointment (Perelman, 2024). Visits are usually welcomed during schooldays, in the morning, for groups of around 40-80 students and teachers. On the other hand, on any given day, the sports center receives approximately 1,400 children and young adults who, as active members of the club, attend cultural, recreational, or training activities on a regular basis. When the Garden of Science is not visited by a scheduled school group, there are no mediators to guide and explain each of the 20 exhibits in the outdoor museum. Thus, usually, the recurrent members of the sports center explore the garden of science JWC, which is always open, without mediators, guided only by their friends and internal curiosity. We call them **users** (Bradburne, 1998, p.39). Users visit the JWC many times each month, stay as long as they want, and return repeatedly throughout the years, enhancing their engagement with the exhibits and transforming hands-on interaction into genuine minds-on and hearts-on experiences (Andre et.al, 2017). This achievement aligns with what some psychologists refer to as "flow"; where the level of challenge matches the abilities of the participant maximizing their enjoyment and learning (Czikszentmihalyi, 1990). The Italian educator Maria Montessori stated that repetition is key for children to acquire significant knowledge and

develop scientific thinking and abstraction. "The child must learn through his own individual authority, ... he must have absolute freedom of choice, and then he only needs repeated experiences" (Montessori, 1989, p.7) to internalize knowledge.

Objective

The main objective of this study is to learn the differences in the quantity, quality, and impact of the JWC on visitors vs. users. Although the tools used to evaluate provided a wide array of information, we will only present here a specific aspect of the analysis: frequency of visit to the JWC in users, and time spent in the garden of science for both visitors in guided tours and users freely exploring the outdoor museum.

Method

In this review, two surveys were conducted to assess the differences in time spent by visitors (sporadic or first visit to the JWC in a guided tour) and users (members of the sports center who visit the JWC regularly and without mediators) in the garden of science, and the frequency of the user's attendance.

The designed survey for visitors was conducted by two mediators via 73 interviews to visitors and was complemented by semi structured observations of 250 visitors during a 4-day event in July of 2019.

The designed survey for users was sent in *Google Forms* by email in March 2024 to 9,214 members of the CDI, of which 188 responses were received and included.

Results.

Most **visitors** (60%) spend between 60 and 120 minutes in the JWC. While most **users** (77%) spend less than 30 minutes in the JWC: 44% between 5-15 minutes per visit, and 30% from 15-30 minutes, with 52% reporting that they visit it regularly (often 30%, always 11%, it depends on the available time before or after art/sports class 11%) (Figure 1).

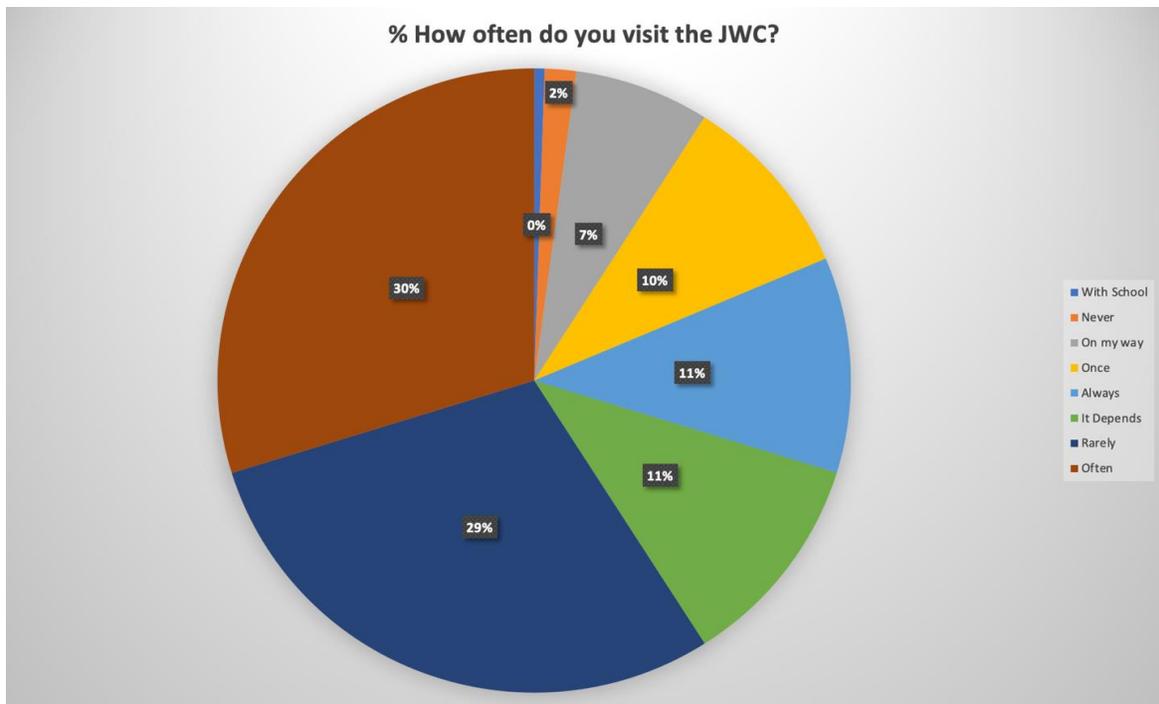


Fig. 1

According to these results, visitors typically visit the garden of science JWC few times or only once and spent over an hour on the guided visit, while users visit it regularly -over many years-, spending less time than the visitors (less than half), but exploring it in a free self-driven manner.

Discussion.

In the aftermath of the COVID-19 pandemic, in the era of social media and post-truth, and in the face of challenges such as climate change, it is essential for all members of society to have basic levels of science literacy and skills that include scientific thinking. Environments that promote science literacy and scientific thinking beyond the classroom, in outdoor settings that bring children and young people closer to the outdoors and nature, and foster their connection with the environment, its principles, and governing scientific concepts, are important to complement and reinforce previously acquired knowledge.

Moreover, open outdoor museums motivate both visitors and users to explore their interests, understand their own place in the world, and have a chance to develop their creativity. By harnessing public spaces, gardens of science provide safe, thoughtfully curated settings that nurture the development of social, emotional, and intellectual skills while reinforcing and reflecting on the relationship with the outdoor space. In this review, we delve into the distinctive attributes of outdoor science gardens in Mexico as potential democratizers of science, as there are currently enormous social and geographical challenges for access to non-formal science experiences.

In future JWC projects we would like to assess if mediated visits for recurrent users, offering them the opportunity to enjoy the garden's dual function, and understand if it could broaden their experience and enrich their engagement with science. Also, in further studies we would like to assess the impact of the JWC in users both in promoting scientific vocations and in enhancing their scientific thinking. Finally, we would like to replicate the users' experiences in other outdoor spaces where gardens of science could rebuild communities and the social quilt, as well as fill the void of not having conventional non-formal interactive science experiences.

Limitations

There are several limitations to this study. First, the surveys were applied within five years, so many biases like pre and post pandemic influences may influence results. Second, the surveys were different and were conducted via different means, so the comparison made in this review is not rigorous and reliable as each tool had its own characteristics and although the results are a first approach to understanding the differences in visitors and users, ideally, we need the same evaluation tool and method used. Third, the survey for users sent via email was answered by those who voluntarily wanted to contribute to this effort, so it was a self-selected sample, and as thus, probably biased with people with more engagement with the JWC, instead of having a randomized sample of all members of the sports club.

Acknowledgements: I would like to thank the Centro Deportivo Israelita staff for their help in conducting the email survey in 2024, and Pedro Antonio Guardado Montes and Cecilia Meneses Ponce for conducting the 2019 interviews and observations.

References

Mir, Ronen. Outdoor science centres, *International Journal of Technology Management*, 2003, Vol. 25 No. 5, DOI: [10.1504/IJTM.2003.003108](https://doi.org/10.1504/IJTM.2003.003108)

INEGI, Sala de Prensa, Encuesta *Museos* 2022: <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=8165>

Perelman, C, *XV años de convivir con la ciencia al aire libre*, ACMor, 2024
<https://acmor.org/publicaciones/xv-a-os-de-convivir-con-la-ciencia-al-aire-libre>

Bradburne, James M. *Turning Visitors Into Users Strategies For The Museum In The 21st Century*, Nordisk Museologi 1998, **1**, S. 3 9- 52

Andre, L., Durksen, T. & Volman, M.L. Museums as avenues of learning for children: a decade of research. *Learning Environ Res* **20**, 47–76 (2017).
<https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>

Csikszentmihalyi M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York, NY: Harper & Row.

Montessori, Maria, 1870-1952. (1989). To educate the human potential. Oxford: Clio

Diseño, evaluación y evolución de un Diplomado en Comunicación de la Ciencia, vinculado a políticas públicas

Vanessa Martínez Sosa, Yonatan Gaona Robles, Ivon Alejandra Soria Castillo⁴⁰

Contacto: vmartinez.coecyt@coecytcoahuila.gob.mx

Palabras clave: diplomado comunicación, formación continua, política científica.

Resumen. En este trabajo se presentará el *Diplomado en Comunicación de la Ciencia* organizado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (COECYT) desde 2015. Se dará inicio con el contexto histórico del surgimiento del *Diplomado* y la línea del tiempo del proceso, los formatos y las sedes. A continuación, se presentará la evolución de la temática y las razones de la evolución. Se mencionará el proceso de evaluación cuantitativa y los aspectos de cobertura, así como la mención del tipo de evaluación cualitativa que se realiza a través de encuestas e información cruzada con otros programas del COECYT. Un aspecto novedoso de esta reflexión es el apartado sobre el fortalecimiento de la cultura científica a través de políticas públicas propuestas por el COECYT y con el *Diplomado* como una estrategia detonante de nuevos proyectos y programas de cultura científica. En las conclusiones se presentarán tanto los aspectos que se consideran áreas de oportunidad, así como ejemplos de factores del éxito del *Diplomado*.

Introducción

Este trabajo se presenta desde las experiencias en el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (COECYT). Es un organismo descentralizado de la administración

⁴⁰ Vanessa Martínez Sosa, Yonatan Gaona Robles, Ivon Alejandra Soria Castillo / *COECYT Coahuila*

pública estatal, tiene personalidad jurídica y patrimonio propios. Está adscrito a la Secretaría de Educación de Coahuila (COECYT Coahuila, 2020). El COECYT trabaja con una amplia vinculación con instituciones educativas, centros de investigación, así como con otras dependencias de la administración pública estatal y ayuntamientos de la entidad. El COECYT impulsa programas y actividades de cultura científica con énfasis en la atención a niños y jóvenes. Para multiplicar el esfuerzo se requiere formar y profesionalizar a la comunidad académica para que realicen actividades de comunicación de la ciencia de calidad y pertinencia.

El objetivo del Diplomado es el siguiente: “Los participantes desarrollarán conocimientos actualizados de herramientas especializadas y prácticas para llevar a cabo exitosamente proyectos, estrategias y programas de comunicación de la ciencia, tecnología e innovación para beneficio de la sociedad de Coahuila” (COECYT Coahuila, 2023).

¿Cómo surge el Diplomado en Comunicación de la Ciencia en Coahuila?

Para contextualizar el proceso histórico de la creación del Diplomado en Comunicación de la Ciencia, es importante destacar que la primera edición fue en el año 2015. Se lanzó la primera convocatoria gracias al apoyo de CONACYT a partir de la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación que se financió desde recursos del FORDECYT. Desde la primera edición, el diplomado atendió la necesidad de profesionalizar las actividades de promoción de la cultura científica en Coahuila.

El formato inicial de los temas se inspiró en el modelo propuesto por la OEI y la Universidad de Oviedo, el cual se basaba en la filosofía de CTS+I. Los instructores del diplomado se contratan de forma externa y son expertos que participan desde diferentes estados de la república mexicana y de diferentes instituciones. Esto permite cumplir con la vinculación interestatal y la pluralidad de visiones.

A continuación, se presenta la línea del tiempo del surgimiento del diplomado. Se puede apreciar también el cambio en el esquema de actividad presencial, con sedes que rotaban anualmente en las principales ciudades de Coahuila, hacia un sistema virtual y ahora, híbrido.

Línea del tiempo:

Gráfico 1. Elaboración propia en base a los reportes anuales

Desde que inició el *Diplomado* en 2015, se ha vinculado y realizado en colaboración con la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC). La Dirección General de Investigación y Posgrado validó el programa que fue creado 100% en la Coordinación de Desarrollo Científico de COECYT. De igual forma, la Coordinación General de Vinculación emite las constancias de acreditación del *Diplomado*. El programa está adscrito como una actividad de formación continua y tiene una validez curricular que reconoce 120 horas.

En el *Diplomado* participan profesores e investigadores de todo el estado que realizan actividades vinculadas con el COECYT, y se han incluido docentes e investigadores de educación media, superior y el posgrado. A partir de que el CONAHCYT incorporó a los requisitos del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) la obligatoriedad de realizar actividades de *Acceso Universal al Conocimiento* (CONAHCYT, 2024), se incrementó el número de participantes del SNII nivel II y III.

Evolución temática

El *Diplomado* se integra por cuatro módulos y cada uno incluye 6 temas (COECYT Coahuila, 2023). Además de las lecturas de material teórico y actividades prácticas para cada tema, los participantes realizan de forma colaborativa un proyecto que se presenta como trabajo final. El objetivo del *Diplomado* ha ido evolucionando a lo largo de los años, adaptándose a las necesidades del ecosistema científico de la entidad y, al ser una estructura flexible, ha logrado incorporar nuevos modelos, temas y enfoques pertinentes a los nuevos desafíos de la promoción de la cultura científica.

A continuación, se enlistan algunos ejemplos de los cambios en los temas, considerando que se mantiene la base de temas del enfoque filosófico de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación (CTS+I)

- De ciencia en TV evolucionó a videos.
- De ciencia en radio evolucionó a podcast.

- De percepción pública de la ciencia evolucionó a diseño de proyectos.
- Se incorporaron temas de educación ambiental y sustentabilidad.
- Se incluyeron temas de inclusión de niñas y mujeres en ciencia.

En la siguiente edición, se incorporará el tema de *inclusión de personas con discapacidad y atención a público vulnerable y subrepresentado social y geográficamente*. Estos ajustes en la temática corresponden a una evolución natural de los nuevos formatos y necesidades de formación que tienen los participantes. De igual forma, corresponden a habilidades y conocimientos que se requieren desarrollar para implementar con éxito los proyectos y actividades de cultura científica.

Proceso de evaluación

Al ser una actividad organizada por una entidad pública estatal, es muy importante medir el nivel de cobertura y algunos indicadores básicos. En la siguiente tabla se presentarán los resultados cuantitativos de la cobertura del Diplomado desde el 2018.

Evaluación de resultados de cobertura

	Participantes	Municipios	Instituciones
2018	50	5	27
2019	50	4	31
2020-2021	63	14	31
2023	64	12	27

Tabla 1. Elaboración propia con base a los informes anuales del COECYT.

Evaluación de resultados cualitativos en base a encuestas aplicadas a los participantes

Desde 2015 se implementó un sistema de evaluación a partir de encuestas. Se busca medir la satisfacción de los participantes en aspectos que incluyen el programa temático, los instructores y la organización logística que coordina el COECYT. Los resultados de estas evaluaciones sirven también para acotar los nuevos temas en base a retroalimentación de los participantes e instructores. También permiten encontrar las tendencias y nuevas necesidades. Otra utilización de los resultados es para valorar con qué instructores continuar y a quienes renovar en base a la retroalimentación de los participantes. El elemento más relevante de la evaluación es que los participantes desarrollan habilidades para crear proyectos de comunicación de la ciencia que les permiten la aplicación práctica de los contenidos teóricos.

Hacia el fortalecimiento de la cultura científica a través de políticas públicas

En esta reflexión partimos de la pregunta *¿Qué es una política pública?* De acuerdo con la Cámara de Diputados (Cámara de Diputados, 2003), se entienden como el producto de los procesos de toma de decisiones del Estado ante los problemas públicos. En esta definición se considera que el gobierno está obligado a llevar a cabo el proceso de diseño, elaboración, implementación y evaluación de las políticas públicas necesarias para tal fin. Las políticas públicas se integran por aspectos que, idealmente, deben incluir: leyes, planes de desarrollo, programas, proyectos y presupuesto.

La política científica del estado de Coahuila se enmarca en la *Ley de Ciencia, Desarrollo Tecnológico e Innovación*, el *Plan Estatal de Desarrollo 2024 – 2029*, y el *Programa Especial de Innovación, Ciencia y Tecnología*. De estos tres documentos se derivan programas y proyectos en los cuales se incorpora la promoción de la cultura científica.

El *Diplomado* es parte de las políticas públicas que ha impulsado el estado de Coahuila y se integra como un programa transversal del COECYT. Entre los lineamientos de admisión se estipula que los aspirantes se ganan el privilegio de ser aceptados por haber participado previamente en otros proyectos y programas del COECYT. De igual forma, tienen acceso prioritario los integrantes del *Sistema Estatal de Investigadores*. El *Diplomado* es gratuito,

los participantes tienen una beca que cubre el costo completo y es otorgada por el Gobierno de Coahuila a través del COECYT (COECYT Coahuila, 2023). Desde el año 2020 el Diplomado se financia con recursos estatales que provienen de multas electorales.

Para fortalecer las actividades y permitir gestionar mayores recursos para los egresados del *Diplomado*, en 2019 se crea la *Modalidad E del Fondo Destinado a Fortalecer la Ciencia y la Tecnología en el Estado de Coahuila* (FONCYT) para realizar “Eventos académicos y educativos encaminados a promover la cultura científica, tecnológica y de innovación en Coahuila”. La convocatoria se publica de manera anual y está dirigida a las Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, Organizaciones de la Sociedad Civil del Estado de Coahuila, a presentar propuestas (COECYT Coahuila, 2022).

Los egresados del Diplomado refuerzan su participación en programas estratégicos del COECYT tales como:

- Asesores o evaluadores de la Feria de Ciencias e Ingenierías.
- Responsables técnicos de proyectos financiados por FONCYT.
- Se integran a las redes de innovación cooperativa que impulsa el COECYT.
- Se incorporan o suben de nivel en el Sistema Estatal de Investigadores.

Conclusiones

Entre las áreas de oportunidad del *Diplomado* se considera la importancia de mejorar la eficiencia terminal ya que fluctúa entre 80% a 90% en cada edición. Queda pendiente el desafío de lograr consolidar en Coahuila la Red de Cultura Científica y de Innovación con la participación de los egresados del *Diplomado*. Se requiere un sistema de seguimiento de egresados para conocer, cuantificar, mapear y analizar las actividades de cultura científica y de innovación que realizan. Se están analizando los datos para determinar el porcentaje real de personas que han participado en el Diplomado y luego como responsables técnicos de proyectos FONCYT en las diferentes modalidades. De igual forma, se requiere incorporar un modelo para desarrollar clubes y talleres de ciencia en vinculación con las instituciones de adscripción de los participantes.

Como aspectos de éxito del *Diplomado* se destaca que se han consolidado proyectos reales que han trascendido al COECYT. Un ejemplo es la creación de *Amonite*, empresa formada por egresados de la primera generación y que han realizado proyectos de ciencia transmedia con proyección internacional (Amonite, 2024). Otro ejemplo inició en febrero 2023, con el programa de Radio *ConCiencia de Mujer* que coordinan cinco exalumnas del Diplomado de las generaciones 2015 y 2018, quienes integran el *Nodo Sureste de la Red de Mujeres en la Ciencia y la Innovación Social* de Coahuila. Este programa de radio semanal se transmite por *Radio Tecnológico de Saltillo* y *Radio Universidad Agraria*.

El Diplomado ha tenido importante proyección internacional, por ejemplo, el modelo de Coahuila fue exportado/replicado por el CONACYT de El Salvador a partir de 2016 (CienciaMx, 2017). También se ha presentado en foros de ANUIES como caso de éxito de la vinculación intersectorial. De igual forma, se ha presentado en foros de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación de CONAHCYT y de la Red Nacional de Organismos de Ciencia y Tecnología A.C. (REDNACECYT).

Este programa ha permitido dar capacitación y vinculación a empleados y colaboradores del COECYT, así como a la comunidad de profesores investigadores de Coahuila. Un aspecto muy destacado es el aprendizaje horizontal, transdisciplinario y transversal que se genera entre los participantes, ya que, con sus visiones y experiencias distintas, aportan al conocimiento colectivo y se crean alianzas formales e informales para la colaboración interinstitucional. Finalmente, el *Diplomando* ha permitido mejorar la calidad de los programas y actividades de comunicación de la ciencia en Coahuila.

Referencias

Amonite. (23 de abril de 2024). *Amonite - Soy Ciencia, Tecnología y Más*. Obtenido de <https://www.amonite.com.mx/>

Cámara de Diputados. (2003). *El marco teórico - conceptual de la evaluación de políticas públicas*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/bibliot/publica/inveyana/polisoc/dps22/4dps22.htm#:~:text=Las%20pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas%2C%20son%20el,frente%20a%20deter>

[minados%20problemas%20p%C3%BAblicos.&text=Estos%20procesos%20de%20toma%20de,omisiones%20de%20las%20](#)

CienciaMx. (19 de enero de 2017). *Comunicación pública de la ciencia: modelo mexicano de exportación*. Obtenido de <https://www.cienciamx.com/index.php/sociedad/politica-cientifica/12553-comunicacion-publica-de-la-ciencia-modelo-mexicano-de-exportacion>

COECYT Coahuila. (2020). *COECYT Coahuila ¿Quiénes somos?* Obtenido de <https://coecytcoahuila.gob.mx/quienes-somos/>

COECYT Coahuila. (31 de marzo de 2022). *Convocatoria FONCYT*. Obtenido de <https://coecytcoahuila.gob.mx/convocatoria-foncyt-2022-c-19/>

COECYT Coahuila. (03 de julio de 2023). *Diplomado en Comunicación de la Ciencia*. Obtenido de <https://coecytcoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2023/08/DCC.pdf>

CONAHCYT. (2024). *CONAHCYT Acceso Universal al Conocimiento*. Obtenido de <https://conahcyt.mx/acceso-universal-al-conocimiento/>