

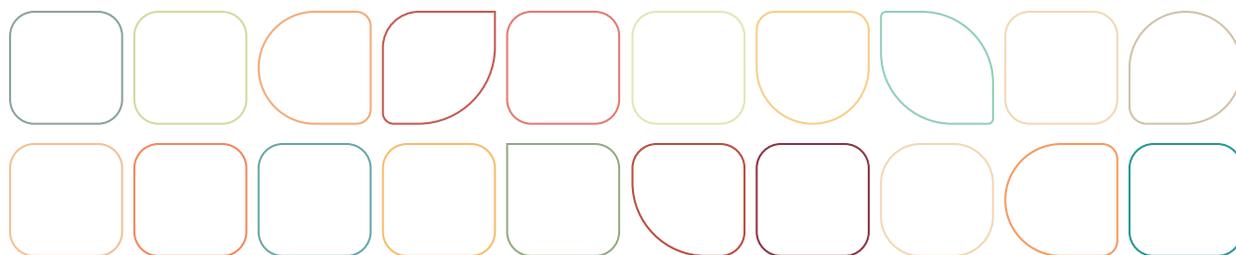


NUEVAS VOCES Y NUEVOS CONOCIMIENTOS

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.

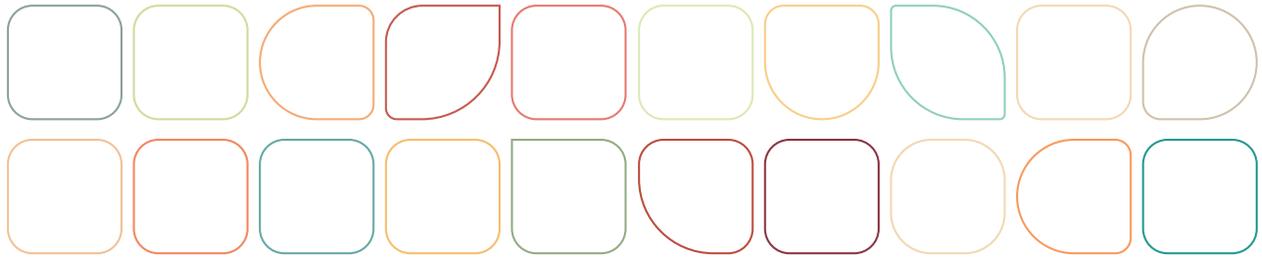
98,000 Zacatecas, México.

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



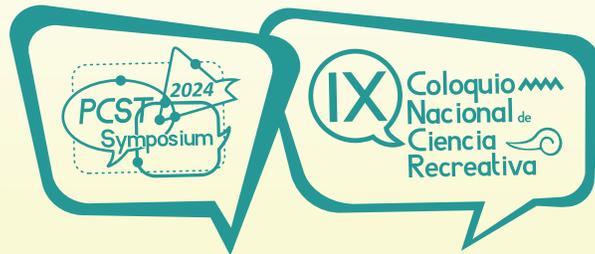
Zacatecas
GOBIERNO DEL ESTADO



SECRETARÍA DE
TURISMO
ESTADO DE ZACATECAS

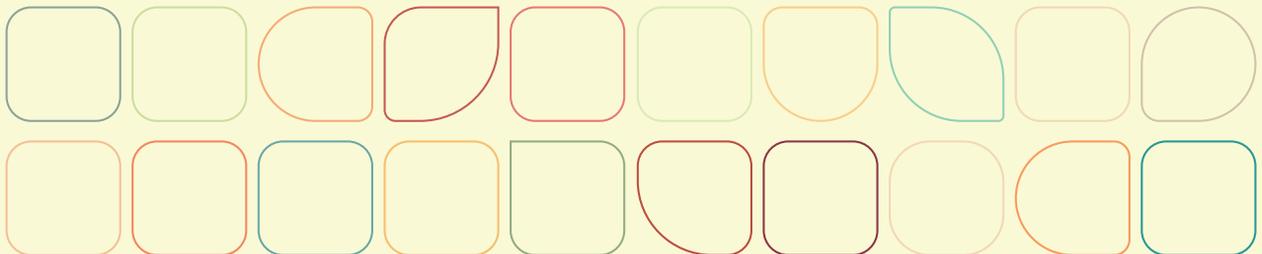
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
ESTADO DE ZACATECAS

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

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 321

Carol Perelman

Diseño, evaluación y evolución de un Diplomado en Comunicación de la Ciencia, vinculado a políticas públicas 327

Vanessa Martínez Sosa, Yonatan Gaona Robles e Ivon Alejandra Soria Castillo

Dos pilares y un puente: Conceptos básicos para el diseño de un curso introductorio para formar a comunicadores de la ciencia 335

Elaine Reynoso-Haynes y Patricia Aguilera Jiménez

Monólogo y Stand up científico como herramientas para la divulgación de la ciencia 343

Héctor Alejandro Osorio Romero

Enfrentando el desafío de evaluar objetivamente las Ferias de Ciencias para promover la Cultura Científica..... 352

Vanessa Martínez Sosa, Ivon Alejandra Soria Castillo y Yonatan Gaona Robles

Al rescate del planeta: recopilación de experiencias sobre la implementación de una propuesta de apoyo pedagógico para la acción climática 359

Alma Griselda Pinillo Flores

Fomentar la formación de comunicadores de la ciencia en las comunidades indígenas..... 367

Libia Elena Barajas Mariscal y Roberto Lorenzo Rueda

Comunicación de la ciencia y derechos humanos..... 375

Gabriela Frías-Villegas, Kathia Elisa García-Gómez, Alejandro Guzmán-Vendrell, Irvin Alberto Mendoza-Hernández, Ricardo Tránsito-Santos y Fabiola Vázquez-Quiroz

Comunicación de la ciencia en lenguas originarias mexicanas 388

Gustavo Arciniega y Luisa G. Jaime

NUEVAS VOCES Y NUEVOS CONOCIMIENTOS

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

Presentación

Uno de los aspectos más valiosos de las actividades de comunicación pública de la ciencia y tecnología radica en la capacidad de sumar las perspectivas de personas con trayectorias muy diversas. Esto implica promover verdaderos diálogos en los que, en un proceso de negociación de significados, todos los actores involucrados se beneficien construyendo nuevas experiencias y conocimientos.

La diversidad de voces en los debates relacionados con la ciencia proporciona un importante impulso de pertinencia con la realidad de los participantes, logrando establecer vínculos significativos. Esto ha cobrado especial relevancia en la búsqueda de construir confianza en la ciencia en los diferentes sectores de una sociedad que constantemente se ve bombardeada por diferentes fuentes de desinformación.

El Simposio Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología y el IX Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa, llevado a cabo en la hermosa ciudad de Zacatecas, México, del 10 al 12 de abril de 2024, reunió una gran diversidad de profesionales de estos ámbitos para discutir sobre las estrategias para lograr involucrar a una mayor diversidad de actores en la construcción social de la ciencia y tecnología. Es un honor compartir este libro que, en sus capítulos, refleja la riqueza de los trabajos presentados durante el evento.

Este volumen es más que un registro académico; es el reflejo de un esfuerzo colectivo por redefinir cómo entendemos y practicamos la comunicación pública de la ciencia en un mundo diverso y dinámico. Esta recopilación de textos evidencia cómo, al abrirnos a nuevas voces, logramos generar conocimientos más inclusivos y relevantes para las diversas comunidades a las que servimos.

Cada capítulo de este libro es una pieza fundamental de un mosaico que ilustra los retos, las oportunidades y las innovaciones en el ámbito de la divulgación científica, el periodismo científico y la ciencia recreativa. Con la participación de expertos provenientes de 14 países de América, Europa, Asia y Oceanía, este evento y, por ende, este libro, trascienden fronteras geográficas y culturales. Las contribuciones aquí incluidas son testimonio de un diálogo global que vincula a México y América Latina con otras regiones del mundo, estableciendo

puentes de colaboración que fortalecen nuestro entendimiento mutuo y promueven un intercambio enriquecedor de ideas y prácticas.

La riqueza de este libro surge del esfuerzo por documentar y compartir el conocimiento generado en tres días de intensas discusiones, reflexiones y aprendizajes. Desde el análisis crítico de las estrategias actuales de divulgación hasta la presentación de nuevas herramientas y enfoques recreativos, cada capítulo es una invitación a seguir pensando, innovando y actuando para llevar la ciencia a más personas y de maneras más significativas.

Agradecemos profundamente a todos los autores, revisores y colaboradores que hicieron posible esta obra. Su trabajo no solo enriquece este volumen, sino que también contribuye al desarrollo de un campo cada vez más vital para nuestras sociedades. Los invitamos a sumergirse en estas páginas con curiosidad y espíritu crítico. Que este libro sea un punto de partida para nuevas ideas, alianzas y acciones que amplíen, aún más, el espectro de discusión en torno a la ciencia y su comunicación.

Science communication in a diverse world¹

Bruce V. Lewenstein²

Contact: b.lewenstein@cornell.edu

Keywords: inclusive science communication, diversity, language, decolonization, religion

Abstract: Recent years have brought a welcome and needed attention to diversity and inclusion in science communication. This diversity covers language, geography, religion, gender, sexuality – and politics. But with diversity comes complication, where our interest in public communication of science and technology comes in conflict with our identities, our politics, and sometimes even our moral position. This paper presents a number of examples, highlighting the need for science communicators to be self-reflective about their commitments and how they shape their activities as science communicator practitioners and researchers.

About 11 years ago, I spoke at a RedPOP meeting in this same beautiful hall. That time, I started in Spanish for a few minutes. You can [find it on YouTube](#) if you look. I won't repeat that attempt, because it didn't add much to our mutual understanding.

But it does raise the issue of language, one of the first issues to consider in a talk about “science communication in a diverse world.” Most of you speak Spanish or Portuguese as your first language. Yet here I am, speaking in English. As many of you know, the different

¹ Keynote address presented at “New Voices, New Knowledge,” International Symposium on Public Communication of Science and Technology 2024 and IX National Colloquium on Science Recreation, Zacatecas, Mexico, 10 April 2024. A revised version of this talk will appear in the journal *JCOM: Journal of Science Communication*.

² Departments of Communication and of Science & Technology Studies, Cornell University, Ithaca NY 14853, USA.

terms that we use in different languages for our field aren't simple translations, but actually convey different meanings. "Popularization" isn't the same as "divulgación," though it's close. But the labels of "inclusão social" in Brazil or "apropiación social de las sciences" in Colombia carry a very different meaning about what our goals and methods can be. The early days of the PCST Network that is sponsoring this symposium were consumed with the French label of "culture scientifique," an idea about science being perfused throughout culture in a way that the English translation of "scientific culture" doesn't capture. (I do recommend that you read the book on science and culture by Sarah Davies, who will be giving the closing talk to the symposium!) So language gets us immediately to the challenges of diversity.

Today, I'm starting with language. But I also want to look at religion, and geography, and gender, and sexuality – and politics. I'm going to suggest that our commitment to diversity is a complicated thing, where our interest in public communication of science and technology comes in conflict with our identities, our politics, and sometimes even our moral positions.

Nearly 40 years ago, I published an article about the "arrogance" of popular science (Lewenstein, 1987). In it, I argued that lots of beautiful science magazines and television shows (I'm old – this was before the Internet as we know it came along!), that a lot of these science communication examples were arrogant – they assumed that everyone supported science. We needed to listen more to the audience, I said, to start where they are. In response, the famous science fiction writer Isaac Asimov wrote (using about these words), "I don't understand who this fool Lewenstein is. Does he want me to listen to people who believe that photosynthesis works by magic or that prayer will cure their cancer? Those people are stupid. By Newton!" he said – not "By God!" but "By Newton! I'd rather be arrogant than stupid" (Asimov, 1987).

With all due respect to the late Isaac Asimov, I continue to believe that we need to recognize the diverse beliefs of our audiences. We DO want to connect with communities who don't believe that vaccines work, or who doubt the reality of climate change, or who deny the proven processes of evolution. We also want to engage with communities whose different beliefs don't come from denying modern science, but simply come from not having access to modern science. We will hear from many people at this meeting in the next few days about ways of making those connections.

But addressing diversity can get complicated.

Some of the issues of language are practical ones, created especially by the dominance of English in science. [Ana Maria Porras](#), a Colombian biomedical engineer who trained in the United States and now works at the University of Florida, has written with her colleague Melissa Márquez about the specific inequities of relying on English for science communication (Márquez & Porras, 2020). In many countries, English is the language of elites. If science information is primarily in English, then only the privileged people have access to it, thus increasing the inequality of who has access to the reliable knowledge that science produces. Many of you are working directly to address this, doing your work in Spanish, Portuguese, or other languages besides English. I want to celebrate that, not just because you're reaching different audiences, but because you're directly addressing issues of inequality that are at the heart of our attention to diversity. In another article with a bunch of colleagues, Porras – who just won the AAAS's Early Career Award for Public Engagement – has pointed to how scientific diasporas can contribute to science education (Avendano-Urbe et al., 2022).

Another practical issue of language involves citizen science (or what's increasingly being called "[participatory sciences](#)"). Many of us celebrate citizen science as a way of increasing access to science. While there are citizen science projects around the world, the United States has one of the largest sets of them. But none of the major directories of citizen science projects in the United States have a way of identifying projects in languages other than English, even though in the US, Spanish is the home language of more than 12% of the population. Last week, when I checked *SciStarter.org*, one of the biggest directories, after digging for a while I managed to find a section on "multilingual resources," which listed just two projects and four other resources in Spanish, one project in the Native American language of Navajo, and nothing in any other language.

Yet I know there are many exciting citizen projects in France, Spain, and other countries. (Amanda Vilchez, sitting over there, would be glad to talk with you about her citizen science bat project in Peru!). We even have scholarly analyses of them in our various journals.

But finding projects by language is hard. Even the EU citizen science directory lets you choose by country, not language.

When I looked for projects in Spain, figuring many would be in Spanish, only four of the first 12 clearly had a Spanish component in their name. Although many of us think of citizen science as a way of increasing diversity and reducing inequality, in practice the reality does not yet match the goal (Lewenstein, 2022a).

But shifting away from English also raises deeper questions about the basis of our knowledge of the world, and the ways that language also reflects culture.

The issue of language is one that I first learned in South Africa. This was more than 20 years ago, which was less than 10 years after the end of apartheid. After a workshop I gave, one man told me “In my country, the issue of HIV and AIDS is the most critical issue to discuss. But in my native language, we don’t have words for genitals or sexual intercourse. We literally say ‘he fell on her’” [I’ll leave aside the issues of power and violence in that statement]. How, he said, “can I tell someone how to use a condom for protection, when I don’t even have a word for penis?” I didn’t have an answer for him then, and I don’t have a good one now, almost 25 years later. How can we address practical issues of public health if doing so challenges both language and cultural norms? (This is a place where we in PCST need to learn more from our colleagues in public health, who have been addressing these challenges for generations.)

On the other hand, introducing different languages can also help us understand the limitations of English. The South African science communicator [Sibu Biyela](#) has written about how he has tried to enrich stories written in Zulu by not simply translating English words, but by inventing new words or phrases to directly engage Zulu-speakers with the core information and ideas he’s trying to convey (Biyela, 2019). In the process, he can even correct problems with the English words. Most notably, he doesn’t use the word “dinosaurs,” which means “terrible lizards.” But we know now that many dinosaurs are more like birds or mammals than lizards. So Biyela uses the Zulu words “Isilwane sasemandulo,” which mean “ancient animal,” and then provides context. For Biyela, this is not just about linguistic diversity, but about decolonizing science writing (Pichon, 2021; Ro, 2020).

Decolonizing raises the question of whose story we are telling, whose meanings are most important, and what it means to protect those meanings. For example, the historian of medicine [Eram Alam](#) has written about the challenge of describing the lives of physicians

who came to the United States from India (Alam, 2023). When they describe their professional lives, they speak in English. But when they describe their personal lives, or emotional topics, they shift to Hindi or Urdu. Alam said they are doing so for two reasons: First, they experience those emotions in their native culture and language. But there's also a political dimension: English is the language of the British colonizers, and by keeping their personal reflections in their native language, the stories are explicitly anti-colonial. The physicians are reclaiming their individuality and personal power by speaking their native languages. But this poses a challenge for Alam, and for any of us who are writing about science: Is it fair to translate things that our sources tell us, when the very act of doing so repeats the extraction that English often represents?

Science communicators face the same dilemma. The scholar Lauren Kilian (2024) just recently wrote about the ethical challenges of narrative science journalism, especially when the science writer puts herself into the story. Her example is Rebecca Skloot's 2010 book, *The Immortal Life of Henrietta Lacks*. The book is about the HeLa cancer cells that have been critical for cancer research for generations. They were taken, without her knowledge, from Henrietta Lacks, a poor African-American woman who was dying of cervical cancer. Skloot's book was a huge best-seller, and was made into a movie with Oprah Winfrey. But the book isn't just about the HeLa cells, or the pain that her family experienced years later in discovering that the cells had been taken and used and commercialized without their permission. It's also about how Skloot, a young, white journalist with no connection to the African-American community, built relationships with some of the Lacks family in order to write the book. Kilian notes that what makes narrative journalism work – as with so much of the story-telling that we celebrate in science communication – is the way it draws in the reader. Kilian says that “Skloot's decision to present a first-person account of her own journey invites the reader to join her in a reciprocal relationship [between author and reader]. Yet, in writing **herself** into the story, Skloot was to forever link **her** experiences as a journalist with the story of the cells and the family she was reporting on, **ultimately raising questions about whose story it is to tell**” [emphasis added] (p. 177).

I once experienced myself the flip side, the audience side, when someone else – for good political and cultural reasons – wanted to control the story. I was teaching in the science

communication course at Pompeu Fabra University in Barcelona. As some of you in this Hispanic audience know, Barcelona is part of Catalonia, which has a complex political and linguistic relationship with the rest of Spain. During the trip, my wife and I went to Girona, where we visited a museum featuring the history of Catalonia. That evening, Vladimir de Semir, who created the course at Pompeu Fabra, asked how we had liked the museum. We thought it was OK, I said, but we weren't sure: the labels were only in Catalan! I said I understood why Catalan partisans would want to make Catalan the primary language, to assert that Catalan matters. But if you want people from other places to understand Catalonia, I told Vladi, you need to put the labels in other languages. This is the conflict that diversity brings for us: Whose interest is more important: the community's need to control its own story, or the need for that story to be available to a wider audience? For example, if a traditional community knows that certain plants have healing powers, should science communicators be trying to explain why? Or should they be helping the community maintain control over its own knowledge?

This is what I mean by diversity posing challenges for us, challenges of how to connect the different meanings that science can have in different languages or when viewed from different perspectives. We often talk about science as a single thing, identified with the largely English-based, global North, Enlightenment-inspired, reductionist realm of modern science. On the one hand, different languages express different meanings, both literally and symbolically. On the other hand, we are trying to help people from those diverse languages and cultures understand each other's meanings. How do we protect the original meanings at the same time we make them accessible to others?

I mentioned citizen science a few minutes ago. Citizen science also lets me introduce another dimension of diversity: Religion, and the meanings that people take away from our science communication activities. Many years ago, I was evaluating a citizen science bird-watching project. The project brought groups to a local science center and helped them learn how to identify different birds. The data they gathered would be used for studies of genetic change, a key element of evolution. Now, in the United States, many families choose to teach their children at home, instead of sending them to public schools or even to private academies. About 7% of school kids are home-schooled. Families do this for many reasons, but some of

the most common reasons are for religious and moral reasons (National Center for Education Statistics, 2022). Families want their children to be educated with a particular religious perspective, and, perhaps more important, to NOT be exposed to perspectives that challenge their religious beliefs. In particular, that includes not being exposed to evolution, which conflicts with biblical explanations of the origins of humans (Harmon, 2008).

In the project I was evaluating, I found that a lot of participants came from the home-school community. I asked the parents, “Why?” Since the whole point of this particular project was to gather data supporting evolution, why were the parents comfortable bringing their children to participate? Oh, they knew about the evolution goal, they said. But they didn’t have to use the materials that discussed evolution. They were mostly interested in the opportunity to get out and observe birds. For them, one of the best ways to celebrate God’s power is to observe the beauty of God’s creation. Citizen science gave them an organized way to do that, a way to look for specific details (in this case, the differences among birds), that let them see and celebrate the miracle of Creation. But is it OK to welcome a community into a science communication activity if that community actively rejects the very thing we’re trying to communicate?

Here's another example. My colleague Ayelet Baram-Tsabari works at the Technion, in Israel. (Ayelet had hoped to be here today, but the war in her country made that too difficult.) She has made a substantial effort to include both religious and ethnic diversity among her students, advising Muslims, ultra-religious Jews, and Christian Arabs, as well as more secular students. Her institution is also trying to connect with these groups. However: for many ultra-religious Jews, women and men are not allowed to mix. The ultra-religious told the Technion that they (or at least the men among them) would be interested in taking courses, but only if they were taught by men. Ayelet told me: If their “inclusion” means I’m excluded, that’s not inclusion.

So now we have begun to hit the constraints of diversity. The title of this symposium is “New voices, new knowledge.” What happens when those new voices bring knowledge that is fundamentally opposed to the Enlightenment, reductionist model of modern science? In one of the earliest issues of the journal *Public Understanding of Science*, the prominent historian of science Gerald Holton warned against what he saw as the “anti-science” tendencies in

some approaches to science communication (Holton, 1992). Holton wrote that what anti-scientists offer is:

“to put it bluntly, an articulated and functional, and potentially powerful counter-vision of the world, within which there exists an allegiance to a ‘science’ very different from conventional science. And that counter-vision has as its historic function nothing less than the delegitimation of (conventional) science in its widest sense: a delegitimation which extends to science’s ontological and epistemological claims, and above all to its classic, inherently expansionist ambition to define the meaning and direction of human progress” (pp. 107-108).

And yet, some of the most interesting discussions in our field in recent years have come from exactly those new perspectives that challenge ideas of objectivity and progress in science. Thirty years ago, the PCST Network published its first book, a summary of science communication in about 15 or 20 countries (including just one chapter for all of Africa and a chapter on Mexico by Guadalupe Zamarron being the only entry from Latin America). Now, in 2020, Toss Gascoigne (who is here) led a team that summarized science communication in more than double that number of countries, increasing our perspectives especially in the global South. Those chapters show the diversity of the field worldwide.

And with that diversity comes new perspectives, new ways of thinking about what science is and what science communication is. Five years ago, for example, the journal *JCOM* (the English one, I’m afraid, not *JCOM América Latina*) published a series of commentaries about feminist approaches to science communication, raising questions about who speaks for science (Lewenstein, 2019).

Similarly, the science communicator Britt Wray drew on feminist theory to suggest an ethics of “care” – that science communicators are fundamentally “caring” for science, with all the benefits for science and risks to caregivers commonly associated with the idea of care (Wray, 2021).

More recently, we have seen the opening of discussion of queering science communication (Orthia & Roberson, 2023). In a robust exploration of the intersection of queerness with the field, the authors collected in a book edited by Lindy Orthia and Tara Roberson examine not

just the portrayal of queerness, not just the presence of queer people as science communicators, but even the possibility of “queering” science – that is, challenging what we even mean by science, technology, and medicine, trying to create different meanings of what science, technology, and medicine fundamentally are.

Exciting as these ideas are, they are the perspectives that Holton worried about. Because these works that bring critical perspectives to science communication force us to confront the limits of what we mean by new voices and new knowledge. What happens when those new voices challenge the fundamental beliefs that some of us bring about what constitutes reliable knowledge, about what it is about science that makes it a powerful way of approaching the world around us. Are there topics that are important, but that we should NOT label as “science” communication? Is there a place where science communication cannot – or should not – go?

These challenges arise because we have many different goals in public communication of science and technology. Some of us are more interested in education and learning, some of us primarily want to attract young people to scientific careers. Some of us have very specific behavioral goals, such as getting people to take vaccines or use clean sanitation systems. Others of us have broader goals. We want to promote science and what we call scientific ways of thinking. Others of us want to critique some of the actions of science, such as questioning the safety of nuclear energy or geo-engineering, or calling attention to ethical problems and misuse of power. Some of us want to enlarge the community of science, drawing in more people from traditionally marginalized groups. And yet doing so brings in these new perspectives that challenge the very thing we hope to strengthen.

Which leads us to: What is science? Here I am drawing on the insights of the academic field of Science & Technology Studies, which includes history and sociology and politics of science. From an STS perspective, “science” is at least three things: Science is a body of knowledge, it’s a way of approaching the world, and it’s a set of institutions like universities and research institutes. Those institutions hold people, who act according to a set of norms or principles. Those norms were first identified in the middle of the last century, by the sociologist Robert Merton. Some years later, another sociologist, Ian Mitroff, identified a set

of counter-norms. It's not that one is true and the other isn't, but that both are operating at the same time.

Briefly, the norms and counter-norms are:

- Communalism

This is the idea that knowledge is held collectively. It's why we don't think of Leonardo DaVinci, brilliant though he was, as a great "scientist." He published his work only in coded mirror writing. If findings aren't communicated, they aren't "science." I can give a whole other talk about why the work we do as science communicators is fundamental to the creation of reliable knowledge!

- Universalism

This is the idea that knowledge is the same everywhere. This idea is particularly relevant for democracy, where in the ideal form only merit counts, not heritage or status or anything else – everyone is the same. According to universalism, culture, language, geography, religion – none of that should matter.

- Disinterestedness

This is the idea that scientists put their work out there to be judged, and don't have a personal commitment to the findings. Because of disinterestedness, scientists use passive language and write "The experiment was performed," instead of "I performed the experiment" – the individual is not supposed to be part of the knowledge. That's another place where we, as science communicators, are always struggling!

- Organized Skepticism

This speaks to journals and conferences and other public presentations of findings – they aren't ad-hoc, but are an institutionalized, organized system for testing findings and conclusions.

The counter-norms highlight some of the issues of diversity. [*Note: in the live talk, I said more about each counter-norm.*]

- Solitariness or miserism
- Particularism
- Interestedness
- Organized dogmatism

The counternorms are equally present in how science operates.

I especially want to highlight the tension between universalism and particularism, because I think it's critical to our understanding of diversity. Our belief in science is often a belief in expertise, in the value of systematic reliable knowledge that is stable, and the same everywhere. It's universal. At the same time, many of us deeply believe in democracy, in the value of bringing everyone equally into the ways we govern our societies. We want to bring those interests into the discussion of science. This is the source of so many activities focused on co-creation with communities, which appears often on the program of this meeting. Building community participation is often a response to the deficit/dialogue tension that also is often discussed in meetings like ours this week. This tension is fundamentally between expertise and democracy. In the deficit model, experts provide information to fill the deficit. But all of our research and practice over the last two generations has taught us that simply providing information doesn't change a lot of knowledge, attitudes, or behavior. The lesson of the limitations of the deficit model is usually taken to mean we need more dialogue, more democracy, more true multi-directional communication.

But truly listening to our many audiences means accepting that they have expertise, too, of a different nature – expertise about ways of knowing or about ways of experiencing the world or about the goals of exploring the natural world (Jasanoff, 2003; Wynne, 1989). We have to confront the tension between our commitment to the vision of science as a universal, reliable source of knowledge and our commitment to a particularism that recognizes different cultural and epistemological contexts.

I think it's OK for us collectively to have these diverse – and sometimes conflicting – goals (Lewenstein, 2022b). We don't need to decide among them as a field, but we do need to be individually self-reflective. And that's hard work. The science writer Ed Yong once wrote about his commitment to including different voices in his stories, especially the voices of women (Yong, 2018). He was committed to it. And then he discovered that despite his commitment, only 25 percent of his quoted sources were women, and 35 percent of his stories had no women sources in them at all. He had to take positive actions, like creating spreadsheets to track who he quoted – and who he even asked for interviews. Yong has also reflected on the issue of what his goals are (Yong, 2023). Is it just to explain the science? Or

is it to find the stories where science has failed society, such as in coverage of long COVID or chronic fatigue syndrome? We all need to do this kind of self-reflection.

I wish I could stop there, and say “can’t we all just get along?” I actually tried that once, during the so-called “science wars” in the 1990s, when people (often natural scientists) committed to science as expertise attacked people (often STS scholars) who wanted to explore the complexities of how science operates in democratic society (Labinger & Collins, 2001; Lewenstein, 1996). I thought maybe we could all just be reasonable and accept the value of different positions.

But sometimes diversity creates conflicts that are deeper, and that make us uncomfortable. Self-reflection isn’t enough. Sometimes, there’s no simple way to proceed. Almost always in these cases, politics is part of the issue.

For example, a lot of the resistance to Covid-19 vaccines wasn’t because of lack of knowledge. Instead, people objected to elite groups making decisions for everyone. The challenge of populism vs. elitism, democracy vs. expertise, was literally a life-and-death issue around the world.

Sometimes, we have incompatible values, as the example I quoted before from Ayelet Baram-Tsabari suggests. Earlier this year, Lea Taragin-Zeller and her colleagues published a paper exploring the ways that religious communities tailor science information to meet their needs (Taragin-Zeller et al., 2024). Taragin-Zeller and the others wrote:

“While examining these processes of tailoring can (potentially) be used as a model for religious-sensitive science communication, our analysis also highlights their prices. We found that information about the process of making science is omitted, female scientists are pushed to the margins, and scientific epistemologies are framed as second place to religious knowledge. **Exposing the prices of this tailoring, we question the limits of culturally specific science communication when it seems to justify the exclusion of important factual information about the world**” (Taragin-Zeller et al., 2024, p. 2) (emphasis added)

We know from studies of cultural cognition that we need to work with these different sets of beliefs if we want to communicate with different audiences (Kahan et al., 2011; Kahan &

Landrum, 2017). Sometimes, the conflicts are about priorities, such as whether to focus on stopping climate change or mitigating its effects. But sometimes the conflicts are about what counts as reliable knowledge. Do we need to take a stand? This is really hard: On the one hand, many of us are here because we deeply believe in modern, Western science – scientific knowledge, scientific processes, and scientific institutions. Yet simultaneously, many of us who have been active in learning about science communication believe that we need to be open to new ways of knowing, different ways of defining what counts as reliable knowledge, sharp critiques of scientific institutions, and other things that run up against our belief in modern science. This is an explicit struggle: Do we need to draw a sharp line between science and non-science? Or do we use the new voices and new knowledges that we’re celebrating at this symposium to challenge what science is?

Put another way, part of the problem is the conflict between our theoretical commitment to diversity and our practical commitment to the value of modern science. I’m reminded of an old joke: A group of mathematicians and engineers are put into a room, standing on one side. On the other side of the room are bags full of gold. Actually, we’re in Zacatecas, so let’s make them bags of silver. “Each time the bell rings,” the people are told, “you can go halfway to the other side.” At that point, the mathematicians go home, because they know that if you can only go half-way, you’ll never get there. And so the engineers get all the silver, because they know you can get close enough!

Maybe, if we stay focused on the practice of modern science, we’re close enough that it’s OK to not worry about the theoretical conflicts in what we’re trying to accomplish? Maybe. But I think we have a responsibility to address these hard problems.

And the question about the nature of knowledge might not even be the hardest problem. Other conflicts are about politics even more directly. These conflicts are not just about the nature of knowledge, but about who we are as science communicators. After Russia invaded Ukraine in 2022, the PCST Network had a long and difficult internal discussion about whether to issue a statement condemning the war. Ultimately it did so, stating that “The PCST Network joins scientific societies, universities, media organizations and other cultural associations around the world in denouncing the Putin-led invasion of Ukraine, which is causing countless deaths, injuries and displacements of people” (Metcalf, 2022, 21 March).

A few months later, at least one person declined to participate in the 2023 PCST Rotterdam meeting because the network's scientific committee continued to include a representative from Russia who had not publicly criticized the war – something they were probably not in a position to do, given the risks of openly opposing the Russian government while working in Russia.

There have been proposals to hold PCST conferences in countries that have restrictions on who could enter that would have affected members of the PCST Network's scientific committee. Later this year, another PCST Network symposium will take place in China, which some people will object to because of China's treatment of the Uyghur minority population. And of course, we could continue this list of conflicts around the world – in Israel/Palestine, but also in the Philippines, in Myanmar, in India, in the Central African Republic, in Sudan, and so on and so on. The [Wikipedia page on “ongoing armed conflicts”](#) has 5 conflicts with more than 10,000 deaths in the last year, 17 conflicts with between 1,000 and 10,000 direct violent deaths, and almost 40 other armed conflicts. If we move on to policy conflicts, almost all of us – certainly me, from the United States – come from countries where people elsewhere in the world object to some of our policies.

How do these conflicts intersect with science communication in a diverse world, with new voices and new knowledge? As I said a minute ago, sometimes we have to decide whether to continue our professional interactions with people in these countries. Scientists have faced this challenge many times. For example, during both WWI and WWII, scientists in the US, UK, and other countries had to decide whether to continue collaborating with German scientists. To do so, some argued, would honor the universal knowledge that science produces. But others pointed to the particularism, highlighting the German development of poison gases in WWI and the need to protect the development of atomic weapons in WWII. Now, as the example of Russia and Ukraine suggests, science communicators as well as scientists face this.

In 2011, the World Congress of Science Journalists met in Qatar. With support from the World Health Organization, I had organized a panel on science journalism in the Arab World. At the last minute, an expert from a Palestinian university on the West Bank was unable to attend, because Israel would not allow him to exit the West Bank. Is science communication

universal or particular? And yet the World Congress of Science Journalists also gives us an example showing that contexts can change. Many years ago, a member of the International Science Writers Association was held hostage by FARC revolutionaries in Colombia (Hargrove, 1995). Even as the situation improved there, I heard many science journalists say they could not consider visiting Colombia. But the situation changed more and just a year ago, the World Congress of Science Journalists met in Medellin.

When we're talking about the demographic, or geographic, or linguistic differences, it's fairly easy for most of us – not all – to say there's a clearly a moral "right" and "wrong." It's hard to argue that men should have more authority than women, or that people from one part of the world or one language deserve less respect and attention than old white English-speaking guys like me. The benefit of respecting diversity is clear – studies that show that more diverse teams are more productive (Blackwell, 2017; Hofstra et al., 2020; Malcom & Malcom-Piqueux, 2013; Nielsen et al., 2017). And our societies need collective moral disgust at instances of unprovoked violence against individuals because they happen to be Latine or Asian or indigenous. (There is a counter-argument: some people say that attention to difference is morally wrong -- if we are all equal, then we should all be treated equally. But since that's not the real world, I agree with those who say that is just a thinly veiled attempt to continue to maintain political and social power.)

For the religious or political differences, deciding who is morally right is more difficult. If we look at the Russia-Ukraine war, we see a region with borders that have changed many times over the last 1000 years. (I have a colleague at Cornell, a Nobel-prize winning chemist, who was born before World War II in Poland, in a town that later became Russian, and is now in Ukraine.) If we look at the violence and conflict in Venezuela or Colombia or Cuba, we see resistance to colonial powers and arguments about what economic systems will better serve complete populations, ones where inequalities have been exacerbated by complex histories. And, in the Israel-Palestine war, we see a horrific terrorist attack by Hamas, an organization that has explicitly called for the destruction of a country and a religious group – Jews – while we see a response from Israel that includes government ministers calling for the mass emigration of the Palestinian community. Both Israelis and Palestinians argue that

their positions are justified responses to generations of attacks and oppression. It's much harder to come to collective agreement about which side is "right."

How does this affect science communication? As I said earlier, in a diverse world, we have to be able to hold multiple positions simultaneously. We have to recognize that what we call "modern science" has made tremendous achievements of understanding, with practical implications for health and medicine and diet and material living that have made all of our lives better. We have to recognize that thinking scientifically is itself one of the supreme achievements of the human mind. At the same time, we have to recognize that mining for silver or cobalt or rare earth metals to give us these wonderful science-based technologies has come at the cost of human lives and environmental degradation. We have to recognize that knowledge of plants and regions held by traditional communities through knowledge systems that don't depend on statistics and hierarchical trees of species identification also have value for creating medicines and healthy diets. We have to recognize that knowledges held by families or regional cultures or different languages have power in the world, by shaping how we decide which problems are important and worth trying to solve. Do these new voices and new knowledges create a fundamental conflict with modern science that, as science communicators, we have to choose between?

I will be honest: I don't know how to choose between expertise and democracy. I'm in this field because I believe the world would be a better place if more people had access to the kind of reliable knowledge that science produces. But I also know, after almost exactly 45 years in the field, that science is not a simple thing, that whether we're talking about science as knowledge, science as method, and or science as a set of institutions, science has too often excluded knowledge, excluded ways of knowing, and excluded people who bring critical ways of knowing and acting in the world. I have good friends and colleagues who say I need to make a moral choice between these perspectives. I still keep hoping there's a way to reconcile them, that the most moral choice is try to hold both perspectives at the same time.

So, as we move into this meeting on new voices and new knowledge, let's use our commitment to science communication in a diverse world to help address the obvious kinds of diversity (language, gender, sexuality, geography) as well as the hard kinds of diversity - our very different positions about what is right and wrong with the world and what kind of

knowledge we need to make it a better place. Let's use our tools of collaboration and explanation and journalism and exhibition design and community engagement to overcome both the obvious differences and the hard ones.

I look forward to continuing these discussions both in this meeting and in future conversations.

Muchas gracias.

References

- Alam, Eram. (2023). Citing the Unsaid. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 53(1), 73-75. <https://doi.org/10.1525/hsns.2023.53.1.73>
- Asimov, Isaac. (1987, 7 September). By Newton, Give Me Arrogance! *The Scientist*.
- Avendano-Uribe, Bryann E., Lombana-Bermudez, Andres, Flórez, Laura V., Chaparro, Elisa, Hernandez-Morales, Adriana Carolina, Archbold, Jorge, Buitrago-Casas, Juan Camilo, & Porras, Ana Maria. (2022, 2022-June-28). Engaging Scientific Diasporas in STEAM Education: The Case of Science Clubs Colombia [Brief Research Report]. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 7. <https://doi.org/10.3389/frma.2022.898167>
- Biyela, Sibusiso. (2019, 12 February). *Decolonizing science writing in Africa*. The Open Notebook. Retrieved 13 July 2020 from <https://www.theopennotebook.com/2019/02/12/decolonizing-science-writing-in-south-africa/>
- Blackwell, Angela Glover. (2017, Winter). The curb-cut effect. *Stanford Social Innovation Review*, online at https://ssir.org/articles/entry/the_curb_cut_effect#.
- Hargrove, Thomas R. (1995). *Long March to Freedom: Tom Hargrove's Own Story of His Kidnapping by Colombian Narco-Guerillas*. Ballantine Books.
- Harmon, Amy. (2008, 24 August). A teacher on the front line as faith and science clash. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/2008/08/24/education/24evolution.html>
- Hofstra, Bas, Kulkarni, Vivek V., Munoz-Najar Galvez, Sebastian, He, Bryan, Jurafsky, Dan, & McFarland, Daniel A. (2020). The Diversity–Innovation Paradox in

- Science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(17), 9284.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1915378117>
- Holton, G. (1992, January 1, 1992). How to think about the 'anti-science' phenomenon. *Public Understanding of Science*, 1(1), 103-128. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/1/1/012>
- Jasanoff, Sheila. (2003). Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science. *Minerva*, 41(3), 223-244. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025557512320>
- Kahan, Dan M., Jenkins-Smith, Hank, & Braman, Donald. (2011, 2011/02/01). Cultural cognition of scientific consensus. *Journal of Risk Research*, 14(2), 147-174.
<https://doi.org/10.1080/13669877.2010.511246>
- Kahan, Dan M., & Landrum, Ashley R. (2017). A Tale of Two Vaccines -- and Their Science Communication Environments. In K. H. Jamieson, D. Kahan, & D. A. Scheufele (Eds.), *Handbook of Science of Science Communication*. Oxford.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190497620.013.18>
- Kilian, Lauren. (2024). Ethical compromise in narrative science journalism: The Immortal Life of Henrietta Lacks. In F. Mellor (Ed.), *Insights on Science Journalism* (pp. 176-192). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003326724-14>
- Labinger, Jay A., & Collins, H. M. (Eds.). (2001). *The one culture? : a conversation about science*. University of Chicago Press.
- Lewenstein, Bruce V. (1987, 13 July). The Arrogance of 'Pop Science'. *The Scientist*, 12.
- Lewenstein, Bruce V. (1996, 21 June). Science and Society: The Continuing Value of Reasoned Debate. *Chronicle of Higher Education*, B1-B2.
- Lewenstein, Bruce V. (2019). Special section: The need for feminist approaches to science communication. *JCOM: Journal of Science Communication*, 18(4), online only.
<https://doi.org/10.22323/2.18040301>
- Lewenstein, Bruce V. (2022a, March). Is citizen science a remedy for inequality? *Annals of American Academy of Political and Social Science*, 700, 183-194.
<https://doi.org/10.1177/00027162221092697>
- Lewenstein, Bruce V. (2022b). What is science communication? *JCOM: Journal of Science Communication*, 21(7), online only, at

https://jcom.sissa.it/archive/21/07/JCOM_2107_2022_C2101.

<https://doi.org/10.22323/2.21070301>

Malcom, Shirley M., & Malcom-Piqueux, Lindsey E. (2013, 2013/04/01). Critical Mass Revisited: Learning Lessons From Research on Diversity in STEM Fields.

Educational Researcher, 42(3), 176-178.

<https://doi.org/10.3102/0013189X13486763>

Márquez, Melissa C., & Porras, Ana Maria. (2020, 2020-May-22). Science Communication in Multiple Languages Is Critical to Its Effectiveness [Opinion]. *Frontiers in*

Communication, 5(31). <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.00031>

Meerow, Sara, & Newell, Joshua P. (2019, 2019/03/16). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? *Urban Geography*, 40(3), 309-329.

<https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>

Metcalf, Jennifer. (2022, 21 March). PCST Network Ukraine Statement. *PCST-L listserv*.

National Center for Education Statistics. (2022). *Homeschooled Children and Reasons for Homeschooling*. <https://nces.ed.gov/programs/coe/indicator/tgk>

Nielsen, Mathias Wullum, Alegria, Sharla, Börjeson, Love, Etzkowitz, Henry, Falk-

Krzyszinski, Holly J., Joshi, Aparna, Leahey, Erin, Smith-Doerr, Laurel, Woolley, Anita Williams, & Schiebinger, Londa. (2017). Opinion: Gender diversity leads to better science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(8), 1740.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1700616114>

Orthia, Lindy, & Roberson, Tara (Eds.). (2023). *Queering Science Communication: Representations, Theory, and Practice*. Bristol University Press.

Pichon, Anne. (2021, 2021/11/01). The language of science. *Nature Chemistry*, 13(11),

1025-1026. <https://doi.org/10.1038/s41557-021-00822-y>

Ro, Christine. (2020, 16 January). What happens if you have no word for 'dinosaur'. *BBC*

Future, online only, at <https://www.bbc.com/future/article/20200116-what-happens-when-you-have-no-word-for-dinosaur>.

Taragin-Zeller, Lea, Golan, Oren, Tsfati, Yariv, Mishol Shauli, Nakhi, Rozenblum, Yael, & Baram-Tsabari, Ayelet. (2024). The four “R”s: Strategies for tailoring science for religious publics and their prices. *Public Understanding of Science*, published

online ahead of print. <https://doi.org/10.1177/09636625241229415>

- Wray, Britt. (2021). Emotion, affect and participation: why science communication practitioners should embrace a feminist ethics of care in their work. In H. S. Rogers, M. K. Halpern, D. Hannah, & K. de Ridder-Vignone (Eds.), *Routledge Handbok of Art, Science, and Technology Studies* (pp. 130-140). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780429437069-10>
- Wynne, Brian. (1989). Sheep Farming After Chernobyl: A Case Study in Communicating Scientific Information. *Environment Magazine*, 31(2), 10-15, 33-39.
- Yong, Ed. (2018). I Spent Two Years Trying to Fix the Gender Imbalance in My Stories. Here's what I've learned, and why I did it. *The Atlantic: Science*, 2019(6 February).
<https://www.theatlantic.com/science/archive/2018/02/i-spent-two-years-trying-to-fix-the-gender-imbalance-in-my-stories/552404/>
- Yong, Ed. (2023, 11 Dec). Reporting on long Covid taught me to be a better journalist. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/12/11/opinion/long-covid-reporting-lessons.html>

Vive el arrecife, historia de una exposición y la incertidumbre de los arrecifes

Pedro Medina-Rosas³

Contacto: pedromedinarosas@gmail.com

Palabras clave: exposición, arrecifes coralinos, crisis ambiental, océano

Resumen: Los arrecifes coralinos atraviesan por una crisis ambiental a nivel mundial, por lo que los esfuerzos de investigación son importantes, pero también el esfuerzo de comunicar la ciencia relacionadas con este importante ecosistema marino es relevante. Con el objetivo de sumergir al visitante en los arrecifes coralinos y para despertar sus sentidos en la exploración submarina, en 2017 se produjo la exposición *Vive el arrecife*, la primera en versión itinerante, museográfica e interactiva de México. Se planteó como una opción para llevar el conocimiento sobre los arrecifes a más gente y basada en datos de interés y rigor científico sobre la importancia socio-cultural, económica y biológica del ecosistema. En México, la exposición se presentó en 3 museos y centros de ciencia: Trompo Mágico en Guadalajara, Jalisco; Explora en León, Guanajuato; y Descubre en Aguascalientes, Aguascalientes. Esta itinerancia se realizó de 2018 a 2019, y recibió la visita de casi 50,000 personas, y fue interrumpida por la pandemia de COVID-19 y la falta de recursos. En 2022, la ruta se reinició en Puerto Vallarta, Jalisco donde la exposición se instaló en la Biblioteca Los Mangos y finalmente en la actual sede en el Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. La experiencia de producir una exposición sobre arrecifes, pensada para cubrir huecos de conocimiento en la población mexicana, de trasladarla a diferentes espacios, principalmente centros de ciencia de México, así como conocer las reflexiones de los visitantes después de recorrer la exposición, hace evidente la imperante necesidad de comunicar más y de diferentes formas el conocimiento y ciencia sobre los arrecifes, especialmente con esfuerzos en la gente que no tiene formación científica, con el

³ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, Puerto Vallarta, Jalisco.

objetivo de tener una sociedad más preparada y con mejores opciones para seguir disfrutando los diferentes beneficios y servicios de los ambientes marinos, no solo los arrecifes coralinos.

Los arrecifes coralinos

Los arrecifes coralinos son ecosistemas relevantes ecológicamente y proporcionan múltiples servicios a los humanos. Los beneficios que recibimos incluyen el alimento y productos medicinales obtenidos de organismos arrecifales, así como protección a la costa durante tormentas y huracanes, así como un importante ingreso relacionado con las actividades turísticas. La biodiversidad que albergan es de las más importantes tanto en el océano como en la parte terrestre del planeta (Hoegh-Gulberg et al 2023; Knowlton et al 2021).

Los arrecifes coralinos se desarrollan principalmente en las áreas tropicales, por lo que en México se pueden encontrar tanto en la costa del Océano Pacífico como del Atlántico, en su parte del Golfo de México y del Mar Caribe. De hecho, el Sistema Arrecifal Mesoamericano, que incluye una barrera arrecifal desde México hasta Honduras, es la más grande e importante del continente americano (CONABIO 2022).

Una exposición museográfica sobre arrecifes como opción de comunicación de la ciencia

El conocimiento sobre los arrecifes y sus organismos ha avanzado recientemente por la tecnología y la facilidad con que se pueden hacer ahora estudios bajo el agua. Sin embargo, la información que recibe la gente que no se dedica a realizar estudios es muy escasa, por lo que es necesario comunicar y acercar más la ciencia arrecifal a la población, ya sea que viva cerca o lejos de la costa. En México es urgente la necesidad por mejorar la comunicación de las ciencias marinas (Nepote y Medina-Rosas 2021)

Como parte de las opciones para comunicar la ciencia de los arrecifes coralinos, se propuso elaborar un proyecto de una exposición museográfica en 2017, y fue aprobada y apoyada por el entonces Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través de la convocatoria de comunicación de la ciencia, además de la Universidad de Guadalajara, para que con casi dos millones de pesos se completara el proyecto.

El proyecto incluyó la participación de científicos de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos, la agrupación académica más importante del país sobre este tema, y un grupo

multidisciplinario de áreas de diseño, educación, producción, museografía y paisaje sonoro. Como resultado se produjo la primera exposición museográfica interactiva itinerante sobre arrecifes coralinos de México.

La exposición incluyó varios módulos donde la información era presentada de varias formas, incluidas infografías, videos, lectura, audiografías, tacto, video juegos, todo en un espacio de casi 120 metros cuadrados (Figura 1). Los temas incluyeron explicaciones sobre la biología de los corales arrecifales, las características de los arrecifes coralinos, las especies coralinas de México, situación actual de los arrecifes de México y el mundo, cómo ayudar a proteger y conservar los arrecifes desde casa, y qué compromisos podemos hacer cada uno para mejorar su situación.

La itinerancia de la exposición *Vive el arrecife*

La exposición *Vive el arrecife* se inauguró en enero de 2018 en el Museo Trompo Mágico de Zapopan, Jalisco, y en siete meses recibió 35,000 visitantes. Posteriormente se trasladó al Explora Centro de Ciencias en León, Guanajuato, para una estancia de octubre de 2018 a febrero de 2019. En marzo de 2019 abrió en el Museo Descubre en Aguascalientes, Aguascalientes, donde estuvo albergada hasta el verano de 2019 (Figura 2). Esta itinerancia se vio interrumpida por la falta de recursos y la pandemia, periodo en el cual la exposición se mantuvo resguardada en la Universidad de Guadalajara, y durante el cual sufrió un proceso de descomposición debido a las condiciones ambientales y del edificio donde se mantuvo. Cerca de una tercera parte de los módulos sufrieron daños irreparables, y el resto de la exposición se pudo reparar para reiniciar actividades en el verano de 2022, para ser instalada en el Centro Cultural Biblioteca Los Mangos de Puerto Vallarta, Jalisco. Finalmente se decidió trasladarla y resguardarla en el edificio de investigación del Centro Universitario de la Costa, un inmueble que, aunque no está diseñado para albergar exposiciones museográficas, ha permitido que más gente puede apreciar los diferentes módulos que todavía existen. La exposición también ha participado con algunos módulos en el Festival Papirolas de Guadalajara 2023 y de Puerto Vallarta 2024 (Figura 3), así como con talleres en la Feria Internacional del Libro en Guadalajara.

En total, aproximadamente cincuenta mil personas han participado y visitado físicamente los módulos y actividades de la exposición, y al menos otro tanto más de personas ha interactuado en el sitio web y las redes sociales de la exposición.

En un país como México, donde hay más de once mil kilómetros de costa, donde hay costas en dos océanos, con presencia de arrecifes en ambas, incluida una parte del más grande del continente, es imprescindible que la cultura oceánica se mejore, que los arrecifes coralinos reciban una mayor atención porque si dejamos de recibir los beneficios y servicios ecosistémicos perdemos una gran diversidad y cantidad de valores económicos, ecológicos y culturales. Los comentarios de visitantes a la exposición fueron positivos, donde sobresalía el aprendizaje acerca de conceptos sobre cuestiones organismos y procesos arrecifales, así como la importancia de las actividades que podemos realizar para proteger y conservar los ambientes marinos, no solo los arrecifes coralinos.

Reflexiones finales

La falta de una cultura oceánica sólida en México ha provocado que la mayoría del conocimiento sobre los ambientes y organismos marinos sea desconocida por una gran parte de la población humana (Nepote y Medina-Rosas 2021), por lo que es necesario buscar formas diversas y elaborar estrategias que permitan comunicar el conocimiento de una mejor forma. Los comentarios de los visitantes de la exposición permitieron confirmar esto, ya que aceptaban que habían aprendido cuestiones que no sabían y que no se imaginaban de la relevancia que tienen los arrecifes coralinos. Las exposiciones no son las únicas ni mejores opciones, pero proporcionan una forma directa en la que los visitantes pueden convertirse en agentes activos del cambio de conciencia que se requiere para que la gente pueda saber la situación actual tan crítica por la que atraviesan los arrecifes, y a partir de eso se pueda fomentar una mejor cultura que promueva su protección y conservación.

Referencias

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022.

Arrecifes. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>

Hoegh-Guldberg, O, Skirving, W, Dove, S, Spady, B, Norrie, A, Geiger, E, Liu, G, De La Cour, J, Manzello, D. 2023. Coral reefs in peril in a record-breaking year. *Science* (New York, N.Y.). 382. 10.1126/science. adk4532.

Knowlton N, Grottoli AG, Kleypas J, Obura D, Corcoran E, de Goeij JM, Felis T, Harding S, Mayfield A, Miller M, Osuka K, Peixoto R, Randall CJ, Voolstra CR, Wells S, Wild C, Ferse S. 2021. Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge. International Coral Reef Society and Future Earth Coasts 56 pp.
<https://doi.org/10.53642/NRKY9386>

Nepote, AC y P Medina-Rosas. 2021. Marine and ocean sciences in Mexico: living with our backs to the sea. *Journal of Science Communication*. 20: 1-5
<https://doi.org/10.22323/2.20010309>

Figuras



Figura 1. Módulo con paisaje sonoro en la entrada de la exposición *Vive el arrecife*.



Figura 2. La exposición Vive el arrecife en sus tres primeras sedes: Museo Trompo Mágico de Zapopan, Jalisco (izquierda); Explora Centro de Ciencias en León, Guanajuato (centro); y Museo Descubre en Aguascalientes, Aguascalientes (derecha).



Figura 3. La exposición Vive el arrecife en Puerto Vallarta, Jalisco: Centro Cultural Biblioteca Los Mangos de Puerto Vallarta (izquierda), y en la Universidad de Guadalajara, como parte de las actividades de Papirolas 2024 en el Centro Universitario de la Costa (derecha).

Estrategia de diseño de talleres de ciencia para científicos e investigadores

R. de León Lomelí, César Augusto Martínez-Rocha, Martha Ramírez, Efrén Flores-García,
José Álvaro Vázquez⁴

Contacto: luz.dl@slp.tecnm.mx

Palabras clave: capacitación, divulgación, STEAM,

Resumen. Debido a las recientes modificaciones en la legislación de ciencia y tecnología, las actividades de divulgación son obligatorias para los investigadores y científicos del país. Esto genera una necesidad de capacitación en materia de divulgación para los integrantes del ecosistema científico del país. Resulta interesante resaltar que, hasta tiempos recientes, era poco frecuente que los investigadores y científicos dedicaran parte de su tiempo a actividades de comunicación de la ciencia. La divulgación requiere tiempo de preparación y capacitación, para desarrollar las diferentes actividades de la mejor manera. El presente trabajo presenta los resultados del diseño e implementación de talleres de capacitación en divulgación, aplicados en centros de investigación CONAHCYT.

Introducción

En México las políticas gubernamentales actuales obligan a los investigadores y estudiantes de posgrado a realizar labores de divulgación, pero no todos tienen las herramientas o estrategias para desarrollarla. Por ello se hace necesario una estrategia de capacitación para los investigadores, para lograr que la experiencia de divulgación sea amena para todos.

⁴ R. de León Lomelí, Efrén Flores-García y José Álvaro Vázquez / *Instituto Superior de San Luis Potosí*; César Augusto Martínez-Rocha / *Axio*; Martha Ramírez / *Red de Divulgadores del Norte*

¿Por qué divulgar?

Eagleman (2013) plantea seis razones, las cuales se comentan a continuación. Primero, *se debe retribuir a las personas que mediante el pago de impuestos financian la investigación*. Esto es, mediante Conacyt, se otorgan becas para estudios de posgrado y para el desarrollo de proyectos, los recursos se obtienen del erario público. La divulgación acerca el conocimiento que se genera en los centros de investigación mexicanos, a modo de transparencia, y retribución a la sociedad que paga impuestos.

Segundo, para inspirar el pensamiento crítico en el diálogo público y político. La finalidad de divulgar es acercar el conocimiento al público en general, y una sociedad más informada es más informada y por lo tanto más crítica.

Tercero, para contrarrestar el flujo de información científica errónea en los medios. El mejor ejemplo fue durante la pandemia por COVID-19, donde fluyeron una cantidad inimaginable de *fake news*, la divulgación jugó un papel importante. Incluso para la contención y manejo de la pandemia. Pero no es un comportamiento exclusivo de masas asustadas. Es muy común que los medios, por desconocimiento, publiquen información científica errónea.

Cuarto, podemos explicar las formas y los medios mediante los cuales la ciencia puede (y no puede) mejorar el derecho y la política social.

Quinto, nos corresponde explicar qué es y qué no es la ciencia. Hoy en día, pareciera que “la ciencia” se ha convertido en un ente pensante capaz de definir qué es y qué no es verídico. Podría, por ejemplo, “*determinar por qué los virgo son más infieles*”, o decidir “*por qué los hermanos mayores son más inteligentes*”, simplemente porque “*lo dice la ciencia*”. La divulgación científica, permite dar a conocer cómo se desarrolla el proceso de investigación y validación de resultados.

Sexto, nos encontramos en la placentera posición de poder compartir la belleza pura del mundo que nos rodea. Esta razón sí suena bastante poética, sin embargo, es justo la razón primordial de todos aquellos que dedican sus tiempos libres a divulgar. Más allá de explicar, es resaltar, visibilizar, fenómenos científicos tan increíbles pero que suelen pasar desapercibidos, o incluso son atribuidos a entidades místicas.

Adicionalmente, y de forma personal, se puede decir que divulgar tendría que ser una cuestión obligatoria para todos aquellos que han sido beneficiados con el conocimiento, sea cual sea su nivel. Conocimiento que no se comparte no sirve de nada.

Políticas públicas sobre divulgación

Los gobiernos de varios países de Europa occidental han contraído compromisos por escrito con el conocimiento de la ciencia o la popularización en la política y la legislación nacionales. Por ejemplo, la legislación introducida en 2003 en Dinamarca exige que las universidades difundan conocimientos y alienten a los empleados a participar en el debate público. En Francia, las universidades están obligadas a establecer programas para promover la cultura científica y técnica. (Miller 2012). En el caso de México, si bien la divulgación tiene una gran trayectoria en instituciones y con grandes representantes, es justo con esta nueva administración que se ha hecho obligatoria para todos los investigadores del ecosistema científico mexicano. Para conservar los beneficios de las becas se tiene que hacer retribución social, a través de la divulgación. Muchas veces se ha discutido si la divulgación debería ser por científicos de primera línea o con algún grado de educación científica. En este caso, se ha impuesto y eso representa todo un reto, implica generalizar y simplificar los resultados. Implica aprender a divulgar y dedicar tiempo a la preparación de las actividades.

Medios de divulgación

Como se mencionó anteriormente, establecer la divulgación como una obligación representa todo un reto, porque la comunicación científica suele hacerse entre pares, no al público en general, es complicado, más no es algo imposible. Afortunadamente existen tantas formas de hacer divulgación como medios de comunicación, podría decirse que hay un método de divulgación que se adapta a cada persona.

La forma más natural, para los investigadores, podría ser la escrita, dado que es una práctica muy común en la formación y desarrollo científico. Aun así resulta interesante encontrar el lenguaje adecuado para comunicar las ideas sin utilizar conceptos complicados o muy técnicos. Algunas plataformas pueden ser revistas de divulgación, periódicos, blogs en internet, libros, entre otras.

Otra vía es las pláticas y conferencias. Es una forma muy sencilla de transmitir ideas a un público grande y cautivo. El reto sigue siendo el mismo, pero existe la posibilidad de entablar diálogo entre el expositor y los escuchas, para resolver dudas. En este se puede hacer uso de imágenes y diapositivas de apoyo para reforzar la fijación del conocimiento.

Las redes sociales han revolucionado la forma de comunicación, aprendizaje, investigación, entre otras actividades humanas. Al mismo tiempo, se volvieron una gran plataforma para la divulgación científica. Puede ser elementos totalmente gráficos como en pinterest, tick tock, instagram o con más contenido escrito, como el caso de facebook. Existen plataformas muy famosas en youtube, donde se puede encontrar contenidos videográficos de divulgación que han logrado atraer a millones de usuarios.

Los podcasts son herramientas de comunicación de audio y video, que han puesto un micrófono en la boca de prácticamente cualquier persona. Resulta una excelente vía de divulgación.

Finalmente están las STEAM. En este rubro se encuentran el teatro de divulgación, el cine, el cuento científico y los talleres, entre otros. Más adelante se ampliará la explicación de esta área.



Figura 1. Diversificación en medios de divulgación científica

Caso de estudio

En la administración actual de CONAHCYT, se estableció como obligatorio que los investigadores que reciban algún tipo de apoyo o beca realicen actividades de divulgación. Con este incremento también viene un aumento de la necesidad de capacitación, para lograr desempeñar las actividades de divulgación de la mejor manera. A continuación se documenta el desarrollo de talleres de capacitación para investigadores. Originalmente se dividió el contenido en cinco sesiones, posteriormente se agregó una más. Cada una con una duración de cuatro horas, de trabajo teórico - práctico. El contenido temático se describe a continuación.

Sesión 1. Gamificación

El objetivo principal de la primera sesión es involucrar a los participantes del curso en los conceptos y primicias de la divulgación. Se da una introducción a la divulgación, y se comentan las diferencias entre divulgación y difusión. Posteriormente se hace un recorrido por los medios de divulgación actuales, describiendo las características y bondades de cada estilo. Esta parte es importante, porque permite al investigador tener una perspectiva de las actividades que puede realizar. Hay que recordar que no todos tenemos la paciencia para socializar en talleres. por ejemplo.

Sin embargo, la capacitación se orientó principalmente hacia talleres de divulgación, por ello, el primer tema es gamificación y ludificación. La gamificación, o aprendizaje a través del juego, se ha utilizado eficazmente como estrategia de divulgación científica en diversos contextos. Los estudios han demostrado que los recursos de gamificación aumentan la motivación y permiten reforzar el conocimiento adquirido. En México tenemos una variedad muy grande de juegos de mesa, ideales para utilizar como base para el diseño de juegos de divulgación (Cristina, Páez-Quinde, 2022). En las Figura 2 y Figura 3 se muestran el ejemplo de trabajo en gamificación.



Figura 2. Trabajo en sesión de gamificación



Figura 3. Diseño de juegos de divulgación

Sesión 2 Modelo STEAM para la divulgación

El enfoque STEAM promueve la transversalidad del conocimiento, y fomenta habilidades como el pensamiento científico y cuantitativo, potencia la capacidad creativa y fomenta la imaginación para el desarrollo de proyectos y la resolución de problemas (Ken, (2018)). Las áreas base de este sistema son ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, y en algunos casos se agrega arte o robótica (STEM por su acrónimo en inglés) (Ian, Cantley. (2022)). Esta es la base de un sistema de aprendizaje constructivo y significativo. Si bien surge como modelo de aprendizaje, se adapta perfecto a cualquier esquema de divulgación, porque permite, al integrar todos sus componentes, la apropiación del conocimiento. Especialmente si incluye el arte (STEAM).



Figura 4. Ejemplo de aplicación STEAM para la explicación de las estructuras de carbono

En este punto es importante recordar los diferentes tipos de aprendizaje humano, estos incluyen el aprendizaje de memoria, el colaborativo, por observación, reflexivo, asociativo, situado, experiencial, multimedia y el aumentado (Aaron, S., Benjamin. (2007)). El aprendizaje STEAM enriquece el alcance científico al tender puentes entre diversas disciplinas y fomentar un enfoque integral de la educación. De igual forma, en la divulgación

permite atender un concepto desde varias perspectivas para divulgar de forma integral y dando un panorama más amplio a los que atienden.

Para esta sesión, se les pidió a los alumnos diseñar una obra de arte que permitiera la apropiación del conocimiento. De acuerdo a lo observado, la escultura fue la herramienta más aplicada. como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Diseño de modelo del ADN

Sesión 3 Lenguaje de divulgación

Sin duda uno de los retos principales de la divulgación es encontrar una “*traducción*” para compartir ideas que parecieran simples o naturales. En este punto se aplica la empatía. *¿Cómo me hubiera gustado que me explicaran cuando era pequeño?* Esta es la meta de la divulgación, hacer que cualquiera entienda la explicación sin términos técnicos, complicados, o conocimientos previos.

En esta tercera sesión se muestran ejemplos de sustitución de palabras técnicas por estructuras lingüísticas que transmitan la misma idea. Posteriormente, como actividad los participantes pudieron realizar un texto sobre el tema de interés y pedir a una persona ajena que subraye los términos desconocidos, reemplazar por términos comunes y practicar el discurso en un tiempo máximo de 30 segundos.



Figura 6. Ejemplo de discurso de divulgación

Sesión 4. Diseño de talleres de divulgación

“Los talleres de ciencia recreativa buscan que las personas interactúen con la ciencia y tecnología (CyT) de forma completa: a niveles físico, intelectual y emocional, y que las convierten en protagonistas del proceso de divulgación científica. Son procesos lúdicos en que los participantes asumen el rol de investigadores para conocer la historia, forma de trabajo, resultados y hasta retos pendientes de la CyT.” (Recreación en cadena. (s/f).)

El objetivo de cubrir los contenidos previos es preparar a los participantes justamente para este paso, el diseño de un taller de divulgación. Aunque pareciera algo trivial, es importante seguir una estructura de diseño del taller, para lograr el cometido de comunicación de la ciencia.

En particular, esta fue una sesión muy enriquecedora. Algunos de los conceptos importantes y sugerencias impartidas a los participantes se describen a continuación.

Un taller de divulgación debe ser acotado. Por más que sea emocionante hablar de un tema determinado, no es conveniente abrumar al asistente con exceso de información. Es importante definir el tema objetivo y centrar la actividad en torno a este.

La duración de los talleres igualmente debe ser acotada, entre 5 y 10 minutos es el tiempo adecuado para que los asistentes mantengan la atención en las actividades.

Se sugiere utilizar un gui3n b3sico en cuatro tiempos:

- a) **Pregunta curiosa.** Es la pregunta que atrae la atenci3n de los participantes, las m3s comunes suelen ser ¿sabías que...? ¿conoces el tema...? ¿Has oído de...? pero la sugerencia siempre es cambiar el discurso para tener algo diferente.
- b) **Explicaci3n.** Esta es la parte en la que se explica el concepto que se quiere divulgar, la sugerencia siempre es no tardar m3s de un minuto, porque se pierde la atenci3n del participante. Ser lo m3s claro posible y tratar de atender al p3blico, esto es dependiendo de la edad y el nivel educativo adaptar el discurso.
- c) **Actividad de fijaci3n del conocimiento.** Una vez que se da la explicaci3n sigue la parte m3s importante del taller, el fijador del conocimiento. Para esto se hace uso de algunas estrategias y herramientas como las que se vieron en los primeros días de los cursos. Como por ejemplo la gamificaci3n, esto es realizar juegos para aprender conceptos o aterrizar a trav3s de herramientas stem, como por ejemplo dibujos, experimentos, entre otras.
- d) **Retroalimentaci3n.** Durante el proceso en el que se realiza la actividad de fijaci3n, se puede buscar interactuar con el participante. Puede ser mediante algunas preguntas casuales, como por ejemplo: ¿Bueno y qu3 te parece? o ¿tú qu3 piensas de esto? o ¿qu3 fue lo que m3s te gust3? ¿qu3 es lo que aprendiste? o ¿has visto esto alguna vez en tu vida diaria? En fin, hay muchas preguntas que se pueden realizar a partir de los temas de investigaci3n, que permiten darnos cuenta que hubo apropiaci3n del conocimiento.

Una mala pr3ctica que se tiene en la comunidad de divulgaci3n es la poca o nula documentaci3n sobre los talleres que se diseñan y aplican. Se sugiere a los alumnos, llevar una bit3cora que permita dar seguimiento, medir su efectividad y mejoras. La bit3cora deber3 tener las característic3s de toda bit3cora profesional, nombre de la actividad, objetivo de aprendizaje, estrategia de fijaci3n del conocimiento, referencias. En cuanto a la aplicaci3n del taller es importante rescatar datos como fecha de aplicaci3n, p3blico que se atendió principalmente, variaciones en el discurso con respecto del p3blico, puntos a mejorar.

Cuando se monta un taller el diseño se enfoca propiamente en 3l, sin embargo, tambi3n es importante considerar algunos factores externos que permiten potenciar el desarrollo de los mismos. Algunos puntos a tomar en cuenta son:

- Conteo de personas asistentes
- Manejo de flujo de asistentes
- Apoyo a talleristas

En síntesis, durante esta sesión se dieron todos los detalles para el diseño de un taller de divulgación, este se complementa con los materiales realizados en las sesiones previas

Sesión 5. Artículos de divulgación y divulgación escrita

Los artículos de divulgación, son una herramienta muy natural para los investigadores, es por eso que se incluye en el curso una sesión referente a este tema. Es difícil generar un producto en una sesión, por lo que solo se dan las herramientas necesarias de apoyo. Los temas vistos en esta sesión fueron:

- Herramientas de IA para documentación de artículos
- Portales de divulgación escrita de impacto

La actividad para este tema fue diseñar el esquema de un artículo de divulgación y someter el abstract de un artículo de investigación recién publicado.

Sesión 6. Otras estrategias

En la última sesión se abordaron temas generales de otras estrategias de divulgación, como son:

- a) Divulgación en redes sociales
- b) Diseño de infografías, memes e historias,
- c) Herramientas de IA como apoyo al diseño
- d) Asociaciones y medios de comunicación

Para esta sesión, la actividad fue diseñar una infografía que permita divulgar el tema seleccionado.

Conclusiones

Es importante generar estrategias de capacitación para los investigadores que busquen integrarse al campo de la divulgación. Buscando integrar sus habilidades y conocimientos.

Se desarrolló un curso para formación de divulgadores investigadores. Se han capacitado cerca de 30 investigadores. Derivado de estos talleres se integraron dos grupos de divulgación que han participado de eventos de divulgación en San Luis Potosí.

Referencias

- Aaron, S., Benjamin. (2007). Human learning : biology, brain, and neuroscience.
- Berruecos V., M. de L. (2007). La producción discursiva de la ciencia. Argumentos Estudios críticos De La Sociedad, (23), 93–108. Publishing:
<https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/740>
- Berruecos, L. (2000). Las dos caras de la ciencia: representaciones sociales en el discurso. Revista iberoamericana de discurso y sociedad, 2(2), 105-130. Publishing:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4582734>
- Bonfil O., Martín (2003). "La tensión esencial". En No divulgarás, El Muégano Divulgador, núm. 23. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, 9p.
- Bonfil O., Martín (2005). "Tres metas para la divulgación". En No divulgarás, El Muégano Divulgador, núm. 26. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, 5p.
- Bonfil O., Martín (2006). "El contrato educativo". En No divulgarás, El Muégano Divulgador, núm. 31. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, 11p.
- Cristina, Páez-Quinde., Ibeth, Molina-Arcos., Edison, Arroba-Freire., Jorge, Tamayo-Viera. (2022). ICT based Gamification in the Dissemination of Content. doi: 10.1109/ICAISS55157.2022.10010919
- Estrada Luis, et al. (1981). "La divulgación de la Ciencia". En Cuadernos de Extensión Universitaria, UNAM, 86p.
- García-Guerrero. M., Bruce, V., Lewenstein. (2022). Characterizing science recreation workshops: the 'guerrilla' of science communication. International journal of science education, doi: 10.1080/21548455.2022.2123260

- Ian, Cantley. (2022). The Philosophy of Educational Research in STEM. doi: 10.4324/9781003108122-3
- Ken, Kahn., Calkin, Suero, Montero., Christian, Voigt. (2018). STEAM learning in formal and informal settings via craft and maker projects. doi: 10.1145/3202185.3205869
- López B., Carlos (1985) “La creatividad en la divulgación de la ciencia” en F.Toussaint (ed.), La divulgación de la Tecnología y la Ciencia, COSNET, México. pp. 33-40.
- Recreación en cadena. (s/f). Google.com. Recuperado el 9 de mayo de 2024, de <https://sites.google.com/view/recreacioncadena/principal>
- Sánchez M., Ana María (1991). "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. El trabajo en solitario". En Ciencia, núm. 42, Academia de la Investigación Científica, México, pp. 257-261.
- Sánchez M., Ana María (1995). "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. IV. El lector y el texto". En Ciencia, núm. 46, Academia de la Investigación Científica, México, pp. 9-14.
- Sánchez M., Ana María (2002). “Guía para el divulgador atribulado I: Enseñanza y aprendizaje de la divulgación”. En El Muégano Divulgador, núm. 17. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, pp. 4-5.
- Sánchez M., Ana María y Sánchez M., Carmen (2003). "Glosario de términos relacionados con la divulgación: una propuesta". En El Muégano Divulgador, núm. 21, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, 9p.
- Tappan V., Martha y Alboukrek, Aarón (1992). "El discurso de la divulgación de la ciencia". En Ciencia, núm. 43, Academia de la Investigación Científica, México, pp. 273-278.
- Wagensberg, Jorge (2003). “Los museos de la ciencia: espacios de encuentro para la creación de la opinión pública.” en Rubia, J. L. Percepción social de la ciencia. Madrid. UNED y Academia de artes y ciencias (ed.), España
- Wenger, E. (1999). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press. Publishing. [Communities of practice social learning systems](#)

El uso de comics para comunicar información científica para la conservación de agua en áreas verdes

Cecilia Lartigue y Aquiles Negrete⁵

Contacto: cecilia.lartigue@gmail.com

Palabras clave: agua, cómic, comunicación

Resumen: La escasez de agua es un problema extremadamente grave en la Ciudad de México. Con el fin de promover prácticas de ahorro de agua en el riego de jardines en la Universidad Nacional Autónoma de México, desarrollamos un cómic en forma de novela policíaca. Pedimos a una muestra de estudiantes de la UNAM que lo leyeran y posteriormente contestaran un cuestionario basado en el método RIRC (Recall, Identify, Retell, Contextualise). Aunque el cómic puede mejorarse, la mayoría de las preguntas tuvieron una mayoría de respuestas correctas y la calificación promedio correspondió a una calificación aprobatoria. Concluimos que el cómic desarrollado para este estudio es un material interesante para la comunicación científica.

Introducción

Frente a la grave crisis del agua que enfrenta la Ciudad de México, la Universidad Nacional Autónoma de México estableció un programa para realizar un manejo eficiente del agua en todos sus campus, empezando por Ciudad Universitaria (PUMAGUA, 2012). Uno de sus objetivos fue disminuir el consumo de agua en el riego. Cabe mencionar que parte del campus conserva la vegetación xerófila original, que no requiere de riego y tiene un valor ecológico elevado (Lot & Camarena, 2009).

⁵ Cecilia Lartigue / *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*; Aquiles Negrete / *CEIICH, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM*

Con el fin de difundir prácticas de riego que ahorren agua, incluyendo, tanto el riego de pasto, como la sustitución de pasto por vegetación nativa, creamos un cómic, dirigido a la comunidad universitaria, en general. Este artículo presenta nuestros hallazgos en la construcción y evaluación del mismo. En esta primera etapa exploratoria del proyecto, el cómic fue presentado a una muestra de estudiantes de la UNAM. En cuanto al género literario, elegimos escribir una historia policiaca tomando en cuenta que este tipo de historias capta la atención del lector a través de una trama intrigante.

Con el objetivo de evaluar la eficacia de nuestro cómic para transmitir información científica se utilizó el método RIRC (Negrete y Lartigue, 2010). En concreto, este método se diseñó para evaluar la retención y comprensión de la información mediante cuatro tareas de memoria independientes: recordar, identificar, volver a contar y contextualizar, acrónimo que corresponde a la primera letra de cada tarea.

Los cómics son un tipo de narrativa con un éxito probado en la educación y la comunicación científica (Tatalovic, 2009), ya que el texto y las ilustraciones funcionan bien juntos para mejorar el aprendizaje (Hosler & Boomer, 2011), puesto que inducen el uso de varias partes del cerebro (McCloud, 1993). Además, son el tipo de narrativa que disfruta una parte importante de la población: Desde 2009 se han vendido más de 950 millones de unidades de cómics a nivel mundial, lo que representa 13.5% de las ventas totales de libros durante este periodo (Curcic, 2021).

Existen estudios sobre el impacto de la comunicación narrativa, como el de Golding et al., (1992), que realizaron un experimento para comprobar la hipótesis de que los individuos responden mejor a la comunicación de riesgos a través de narraciones que a la información técnica. Asimismo, Negrete & Lartigue, (2004) midieron la eficacia en tareas de aprendizaje cuando la información científica se incluye en un relato corto en comparación con la ciencia transmitida a través de un texto factual tradicional. Asimismo, Betsch et al., (2013) compararon el efecto de la información narrativa y estadística sobre los efectos adversos de las vacunas en la decisión de vacunación, y Yang y Hobbs, (2020) compararon la eficacia de utilizar textos factuales frente a información narrativa para comunicar a los consumidores una nueva aplicación biotecnológica. Todos estos estudios descubrieron que las narrativas tenían un mejor rendimiento en el público que la información factual/técnica.

En cambio, pocos estudios abordan la eficacia de los cómics para transmitir información científica (Farinella, 2018). Por ejemplo, Hosler & Boomer, (2011) descubrieron que la mejora de las actitudes hacia la biología estaba correlacionada con las actitudes hacia los cómics, lo que sugiere que esta narrativa puede haber contribuido a formar las actitudes de los estudiantes de manera positiva. En un estudio similar, Weitkamp & Burnet, (2007) crearon un cómic que se presentó a alumnos de primaria. Los autores de este estudio descubrieron que los alumnos eran capaces de dar explicaciones científicas basadas en la información proporcionada por el cómic.

Asimismo, Lin et al., (2015) compararon la eficacia de un cómic y un folleto de texto sobre nanotecnología. Descubrieron que ambos instrumentos eran eficaces a la hora de transmitir información y mejorar las actitudes hacia el tema. Sin embargo, el cómic aumentó su interés y disfrute del aprendizaje, mientras que con el folleto de texto ocurrió lo contrario.

La bibliografía sobre el impacto de los cómics en la comunicación y la educación ambiental es escasa. Uno de esos estudios es el de Richter et al., (2015), en el que los autores utilizaron cómics para transmitir información sobre la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible a alumnos de primaria. Descubrieron un efecto positivo significativo de esta narrativa en la adquisición de conocimientos. Por otro lado, Hands et al., (2018) investigaron la influencia de un cómic educativo en las futuras intenciones de jardinería de los residentes urbanos. Aunque los autores descubrieron que la narrativa tenía un efecto positivo en la futura elección de plantas de los encuestados, también descubrieron que la respuesta no era generalizada. Por lo tanto, concluyen que los cómics deben utilizarse junto con otros instrumentos.

Método

Identificación de la información a comunicar mediante el cómic

A raíz de varios talleres con los jardineros de Ciudad Universitaria, se llegó a la conclusión de que era necesario comunicar la información siguiente a la comunidad universitaria:

- (1) Un método sencillo para saber cuándo las plantas son regadas en exceso.
- (2) Ventajas principales de la vegetación nativa del campus

Creación del cómic

Dado que, en los talleres antes mencionados, los jardineros expresaron con frecuencia que percibían una falta de respeto por su trabajo por parte de la comunidad, en términos de la gente que pasea por sus áreas de trabajo y su constante demanda de que el césped esté permanentemente verde, incluso en la estación seca, llegamos a la conclusión de que valía la pena hacer visible su trabajo, junto con comunicar la información sobre las prácticas de ahorro de agua en jardinería.

Bajo nuestra supervisión, un par de alumnos participantes en el programa de gestión del agua se encargaron de crear la historia y hacer los dibujos. Para que el cómic resultara atractivo a nuestro público, decidimos escribir una historia de detectives.

Para resaltar la información medioambiental que queríamos transmitir, intentamos presentar un conflicto sencillo, una resolución directa e incluir pocos personajes. Además, decidimos dejar una tercera parte de las imágenes sin textos para dar al lector un poco de respiro, y cuando los textos estaban presentes, procuramos que fueran breves. Asimismo, intentamos que las imágenes fueran atractivas, pero sin eclipsar a los textos. De este modo intentamos potenciar el interés del lector por la historia.

Debido a que optamos por una historia policiaca, que, como ya se mencionó, suele incluir algo de violencia, y a que se desarrollaba en el campus principal de la UNAM, donde mucha gente camina de un lugar a otro, consideramos importante no alarmar a los lectores. Por lo tanto, introdujimos personajes alejados de la realidad, en particular, el ladrón y el detective. Supusimos que así se establecería cierta distancia entre el público y la historia.

Por otro lado, debido a nuestro interés por hacer visible el trabajo de los jardineros, optamos por representarlos como personajes cooperativos, orgullosos de su trabajo y conocedores de la materia. En este sentido, la información que realmente queríamos difundir ya era conocida por los jardineros de nuestra historia. Por el contrario, las malas prácticas de algunos jardineros que son detectadas con frecuencia por la comunidad de la UNAM (por ejemplo, regar durante largos periodos o colocar los aspersores en lugares equivocados) fueron señaladas en el cómic como algo ajeno a ellos.

La historia es la siguiente: Mientras pasea por los jardines de Ciudad Universitaria, un hombre misterioso le roba el bolso a una joven. Como la chica está en estado de shock y, por tanto, no puede declarar, la policía llama a un detective que lleva a cabo una investigación *in situ*. Él visita la escena del crimen y pregunta a un jardinero si ha visto a alguien sospechoso por los alrededores: El jardinero responde que seguramente hay alguien sospechoso, puesto que los jardines están siendo regados en exceso, algo poco habitual en su zona de trabajo. En consecuencia, está seguro de que alguien, ajeno a la cuadrilla, se está haciendo pasar por jardinero. Además, el detective visita otras zonas en las que hay vegetación autóctona y los jardineros le cuentan las ventajas de este tipo de plantas. Finalmente, entre todos tienden una trampa al ladrón que conduce a su captura.

Evaluación de la comprensión y retención de la información medioambiental

Realizamos una encuesta en la explanada central del campus, una zona visitada por personas de varias facultades cercanas. Mediante un muestreo aleatorio, nos acercamos a los individuos y seleccionamos a aquellos que eran estudiantes de la UNAM. A los que aceptaron voluntariamente participar en nuestro estudio se les pidió que leyeran el cómic y luego contestaran un cuestionario escrito con ocho preguntas (Apéndice), dos para cada tarea, de acuerdo con las especificaciones del método RIRC.

En primer lugar, realizamos una encuesta piloto, en la que se aplicaron 78 cuestionarios, para evaluar la fiabilidad, o consistencia interna, de nuestro instrumento. Medimos el coeficiente alfa de Cronbach y comprobamos que nuestro cuestionario tenía una buena fiabilidad ($\alpha=0,83$). Por lo tanto, aplicamos 195 cuestionarios más, lo que da un total de 273.

Resultados y Discusión

La **Tabla 1** muestra el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas de cada tipo de pregunta.

Número de pregunta	Respuestas correctas	Respuestas incorrectas (%)
<i>Identificar</i>		
1	89	11
2	62	38
<i>Recontar</i>		
3	44	56
5	87	13
<i>Recordar</i>		
5	58	42
6	46	54
<i>Contextualizar</i>		
7	65	35
8	58	42

Como muestra esta tabla, la mayoría de las respuestas fueron correctas o parcialmente correctas (se proporcionaron al menos una o dos respuestas correctas en preguntas con varias respuestas correctas). Sin embargo, también hubo dos preguntas (una de recuento y otra de recuerdo) en las que el número de respuestas incorrectas fue superior al de correctas. Tal vez esto se deba a que esas dos preguntas no fueron lo suficientemente específicas o tal vez incluso ambiguas. Asimismo, el porcentaje medio de respuestas correctas de todo el cuestionario fue de 64, lo que corresponde a un aprobado, pero deja mucho margen de mejora.

Cabe destacar que las dos preguntas con mayor número de respuestas sólo tenían una respuesta correcta posible. Los participantes obtuvieron mejores resultados en estas

preguntas que en las que tenían varias respuestas correctas posibles, incluso cuando considerábamos correcta una sola.

Es interesante señalar que el rendimiento de los participantes no se correspondía con el grado de complejidad de cada tarea de memoria. En otras palabras, identificar no mostró un mejor rendimiento que recordar, y éste que volver a contar, y así sucesivamente. Aparentemente, el rendimiento está más bien relacionado con el tipo de preguntas presentadas y quizá con otros aspectos, como el lugar del cómic que ocupa la información. Por ejemplo, la respuesta a una de las preguntas con un buen rendimiento se encuentra casi al principio del cómic. Es uno de los primeros datos científicos que se aportan, mientras que otro dato científico que se recordaba con frecuencia se situaba al final del cómic.

Asimismo, las dos preguntas con mayor rendimiento se referían a información que iba acompañada de imágenes en el cómic. Esta suposición está respaldada por el estudio de Houts et al., (2006) que determinó que las imágenes estrechamente vinculadas al texto pueden, en comparación con el texto solo, aumentar significativamente la atención y el recuerdo de la información sobre educación para la salud.

Para futuros estudios, sería interesante comprobar si estos dos factores (ubicación dentro de la narración y vinculación de imágenes y textos) son realmente determinantes para el rendimiento de los participantes.

Uno de los principales retos de la creación de El impostor fue escribir una historia que captara la atención de los lectores. Por ello, una parte importante de su inicio consistió exclusivamente en la trama de la novela policíaca. Sin embargo, también era nuestro objetivo aportar un número considerable de datos científicos, así como información para reforzar la imagen de los jardineros. Además, necesitábamos que la narración fuera breve para no perder el interés de los lectores. Todos estos requisitos pueden haber dado lugar a una concentración excesiva de información científica en la parte central del relato. Para futuros proyectos podría merecer la pena intentar distribuir mejor esta información a lo largo del cómic.

En cuanto a nuestro proyecto, en un futuro próximo nos gustaría probar El Impostor con una muestra de jardineros, así como con otros miembros de la comunidad universitaria, como

profesores, investigadores y autoridades universitarias, con el fin de comparar nuestros resultados con los de este estudio.

En conjunto, creemos que el cómic El Impostor representa un interesante y exitoso material de comunicación que podría ayudar a mejorar las prácticas de riego y a fomentar actitudes más respetuosas hacia la conservación de la vegetación autóctona, así como hacia el trabajo diario de los jardineros.

Agradecimientos

Agradecemos a los alumnos Alan Marquez y Nestor Infante por su trabajo en la producción de este comic.

Referencias

Betsch, C., Renkewitz, F., & Haase, N. (2013). Effect of narrative reports about vaccine adverse events and bias-awareness disclaimers on vaccine decisions : A simulation of an online patient social network. *Medical Decision Making: An International Journal of the Society for Medical Decision Making*, 33(1), 14-25.

<https://doi.org/10.1177/0272989X12452342>

Curcic, D. (2021). *Comic Book Sales Statistics – WordsRated*.

<https://wordsrated.com/comic-book-sales/>

Lin, S.-F., Lin, H., Lee, L., & Yore, L. D. (2015). Are Science Comics a Good Medium for Science Communication? The Case for Public Learning of Nanotechnology. *International Journal of Science Education, Part B*, 5(3), 276-294.

<https://doi.org/10.1080/21548455.2014.941040>

Farinella, M. (2018). The potential of comics in science communication. *Journal of Science Communication*, 17(1), Y01. <https://doi.org/10.22323/2.17010401>

Golding, D., Krinsky, S., & Plough, A. (1992). Evaluating risk communication : Narrative vs. technical presentations of information about radon. *Risk Analysis: An Official*

Publication of the Society for Risk Analysis, 12(1), 27-35. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1992.tb01304.x>

Hands, T., Shaw, A., Gibson, M., & Miller, K. (2018). People and their plants: The effect of an educational comic on gardening intentions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 30, 132-137. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.01.017>

Hosler, & Boomer. (2011). Are comic books an effective way to engage non-majors in learning and appreciating science? *CBE Life Sciences Education*, 10.

Houts, P. S., Doak, C. C., Doak, L. G., & Loscalzo, M. J. (2006). The role of pictures in improving health communication: A review of research on attention, comprehension, recall, and adherence. *Patient Education and Counseling*, 61(2), 173-190.

<https://doi.org/10.1016/j.pec.2005.05.004>

Lot, A., & Camarena, P. (2009). El Pedregal de San Ángel de la ciudad de México: Reserva ecológica urbana de la Universidad Nacional. In *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México.

McCloud, S. (1993). *Understanding Comics: The Invisible Art*. Harper Perennial.

Negrete, A., & Lartigue, C. (2004). Learning from education to communicate science as a good story. *Endeavour*, 28(3), 120-124. <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2004.07.003>

Negrete, A., & Lartigue, C. (2010). *The science of telling stories: Evaluating science communication via narratives (RIRC method)*.

PUMAGUA. (2012). Haciendo más eficiente el uso del agua. *AAPAUNAM Ciencia y Cultura*. http://www.agua.unam.mx/assets/pumagua/pdfs/pumagua_aapaunam.pdf

Richter, T., Rendigs, A., & Maminirina, C. P. (2015). Conservation Messages in Speech Bubbles—Evaluation of an Environmental Education Comic Distributed in Elementary Schools in Madagascar. *Sustainability*, 7(7), Art. 7. <https://doi.org/10.3390/su7078855>

Tatalovic, M. (2009). Science comics as tools for science education and communication: A brief, exploratory study. *Journal of Science Communication*, 8.

Weitkamp, E., & Burnet, F. (2007). The Chemedian Brings Laughter to the Chemistry Classroom. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1911-1929.

<https://doi.org/10.1080/09500690701222790>

Yang, Y., & Hobbs, J. E. (2020). The Power of Stories : Narratives and Information Framing Effects in Science Communication. *American Journal of Agricultural Economics*, 102(4), 1271-1296. <https://doi.org/10.1002/ajae.12078>

Apéndice

Cuestionario

Nota: En negritas se señalan las respuestas correctas.

1. Cuando un puñado de tierra se descompone con facilidad, puede deberse a que...

- a) El agua que contiene está contaminada.
- b) Tiene demasiada agua.**
- c) Le falta agua.
- d) El suelo no es bueno.

2. ¿Qué necesitan el césped y las plantas nativas de El Pedregal para sobrevivir?

- a) Césped: riego y mantenimiento; plantas nativas: mantenimiento**
- b) Césped: riego; plantas nativas: mantenimiento
- c) Césped: mantenimiento; plantas nativas: riego
- d) Césped: riego y mantenimiento; plantas nativas: riego

3. El riego excesivo no es una buena idea para:

Conservación del agua y plantas.

4. ¿Cuáles son los beneficios de tener plantas nativas de El Pedregal en nuestro campus?

Preservan el ecosistema local además de ayudar en el ahorro de agua.

5. ¿Por cuánto tiempo se deben regar los jardines de nuestro campus?

Por no más de media hora.

6. ¿Qué ocurre si se riegan durante más tiempo?

El suelo se satura y el agua escurre.

7. Si vivieras en una ciudad donde el agua escasea y tu casa tuviera un gran jardín, ¿qué acciones de las presentadas en el cómic El Impostor llevarías a cabo para disminuir el consumo de agua en el riego?

Sustituiría las plantas con alta demanda de agua por plantas nativas.

8. ¿Cómo sabrías si estás utilizando demasiada agua en el riego?

Cogería un puñado de tierra y vería si se descompone, lo que significaría que está sobresaturada de agua.

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

Shu-Min J. Tsai, Shawn M. Rowe⁶

Contact: janet.tsai@oregonstate.edu

Keywords: Personal Meaning Mapping, visible thinking tools, free-choice learning, marine issues

Abstract. Museums are dynamic learning and communication spaces with a long history of research into visitor knowledge, understanding, and meaning-making. Within this landscape, Personal Meaning Mapping (PMM), a method specifically crafted for museum learning research, is an approach that offers a lens for delving deeply into the multifaceted dimensions of visitor learning. Nevertheless, no clearly standard rubrics or even directions exist for researchers to follow for analyzing PMM data. This article describes the development and testing of a rubric for researchers analyzing PMM for free-choice learning (FCL) studies and illuminates both the strengths and limitations of PMM as a social constructivist tool. The rubric was developed as part of a larger research project studying the effects of adolescents' environmental identity and worldview (EIW) on their learning relative to local marine issues in FCL contexts. In this research, a rubric was created that can be used for both assessment and comparison. This rubric can be easily modified for other disciplinary content and types of FCL settings. While candidly acknowledging inherent limitations, this article underscores the critical contributions of PMM.

⁶ Shu-Min Tsai, Shawn Rowe / *Oregon State University*

Introduction

Museums are dynamic spaces for learning, communication, and research. Since its early beginnings, the quest to comprehend how visitors derive knowledge, understanding, and meaning from their museum experiences remains a persistent endeavor (Rowe, 2002). Within this landscape, Personal Meaning Mapping (PMM), a method specifically crafted for museum learning research (Falk, 2003), is an approach that offers a lens for delving deeply into the multifaceted dimensions of visitor learning. PMM centers around participants' engagement with thought-provoking prompts, encompassing evocative phrases like "Ocean and Me" or singular words such as "Marine Issues." PMM stands out by acknowledging that individuals bring diverse prior knowledge and experiences to an activity and thus create an environment without universally 'correct' or 'incorrect' descriptions. It values individual understandings and personal cognitive and social-emotional connections, allowing participants to explore various ways of interacting with and extracting meaning from museum exhibits. In this way, it not only provides researchers and evaluators with valuable data, it also supports visitors' own metacognition and reflection as part of the visit.

While PMM has effectively unraveled visitor meaning-making in a wide range of free-choice contexts, its potential in deciphering the intricate landscape of early adolescents' Free-Choice Learning (FCL) experiences, particularly those entwined with environmental education about marine issues, awaits exploration. This paper is rooted in a larger project examining the effects of cultural-historical contexts, early adolescents' (aged 10 to 13; grades 5 through 8) environmental identity, and worldviews on youths' local marine concerns in FCL settings. This paper describes the development and application of a comprehensive rubric for quantitative analysis of PMMs and illuminates both the strengths and limitations of PMMs. While candidly acknowledging its inherent limitations, this paper underscores the vital role of the PMM in exploring FCL journeys, particularly in grasping the holistic experience of youth and uncovering their cognitive and social-emotional changes after FCL experiences.

Context of Study and Data Collection

The PMM activity was one of three phases in the larger project. Recruitment involved schools collaborating with partner museums and aquariums in the US and Taiwan. Phase I gathered demographic data including significant life experience location and birth state/region and utilized the Environmental Identity scale (EID scale) (Clayton & Opatow, 2003) and the Extended Inclusion of Nature in Self Scale (EINS scale) (C. Martin & Czellar, 2016). While Phase I provided valuable insights (Fricker & Schonlau, 2002; Jones, Baxter, & Khanduja, 2013), it lacked depth in understanding decision-making and engagement with marine issues.

To address **Phase I** limitations, **Phase II** utilized PMM to examine the influence of life experiences on individuals' marine issue comprehension (Caban, Scott, Falk, & Dierking, 2003) before and after visiting a museum or aquarium. Participants received a sheet of paper with the phrase "Ocean and Me" during the pre-PMM activity, prompting them to draw related concepts, followed by a debriefing session. After the pre-PMM, participants engaged in hands-on activities or lectures led by educators and aquarium curators. Subsequently, the post-PMM was conducted, prompting participants to revise or expand upon their initial drawings. This was followed by another debriefing session.

Phase III utilized in-depth interviews to gain deeper insights into how early adolescents perceive, interpret, and derive meaning from specific experiences, particularly those considered distal influences (e.g., childhood experiences and museum visits) (Bronfenbrenner & Ceci, 1994), to understand how these experiences shape environmental identity and worldview (EIW).

Methods and Analysis

Data generated through PMM is extremely rich and lends itself to both qualitative and quantitative analysis to answer different questions. The study's analysis strategies, inspired by Lelliott (2009) and Mileham (2015), included thematic analysis and PMM structure scoring to evaluate individual knowledge changes. Qualitative analysis of PMMs has been well described elsewhere (e.g., Mileham, 2015; Rebar, 2005). For this study, a four-dimensional rubric adapted from prior research (Falk, Moussouri, & Coulson, 1998;

Mileham, 2015; Rollins, 2010) was devised for quantitative analysis and revised in meetings with advisors to ensure its applicability. The numerical scores assigned to the PMM underwent paired t-tests to assess knowledge change and an independent sample t-test to explore differences between countries and birth states across the four dimensions.

Four Dimension Rubric. Individuals' pre/post-PMMs were compared by noting changes across four dimensions adapted from Falk et al. (1998). Initially, Event codes were generated by scrutinizing each PMM to capture contextual elements, which were then documented in a codebook for subsequent comparison. After three rounds of editing, overarching subcategories were determined for the entire study, with similar concepts amalgamated into new overarching categories. Since the scores assigned to each subcategory within these dimensions are comparative values specific to PMMs, and the research was conducted and analyzed personally, an inter-rater reliability check was unnecessary, provided that the rater consistently adhered to the scoring rubric.

Dimension one, **Event**, looked at the extent of knowledge and relationships on each PMM recorded as the number of events occurring on a map. Specifically, it evaluates the quantity of content on the PMM, with the first author independently classifying items on the PMM into conceptual categories. Rating scores were determined by counting the number of relevant concepts within each category on their pre/post-PMMs and comparing the differences. Dimension two, **Difference**, examined the variance in each participant's PMM to understand the breadth of their conceptual understanding. It quantifies the number of distinct concepts within each category identified in dimension one – Event. Rating scores were determined by counting the number of different concepts within each category on pre/post-PMMs and comparing the differences. For example, within the fish category, if three fish were drawn on the PMM, the event number was 3. However, the difference number could range from 1 to 3, depending on whether these fish represented different types. Dimension three, **Details**, assessed the depth of participants' understanding by examining the level of detail and complexity in their depictions within a conceptual category. For instance, within the conceptual category “fish,” the scoring criteria were as follows: 1. The participant drew a basic recognizable shape to represent fish. 2. The participant included additional details such as fins, scales, and eyes. 3. The participant demonstrated the ability to

depict unique, identifiable fish species. Dimension four, **Accuracy**, looked at the precision of participants' drawings to understand the quality of their understanding and concepts, ranging from novice to expert-like levels. While expertise does not necessitate scientific illustration proficiency, participants should be able to draw accurate details, including locations, structures, and sizes, regarding specific categories. The rating scores for dimension three and four differ from those of dimension one and two. Scoring ranged from 1 to 3, with 1 indicating little detail/accuracy in pre/post-PMMs and 3 indicating highly detailed/accurate in pre/post-PMMs. Scores for all four dimensions were totaled and then averaged for each participant and each category. The scoring rubric was developed independently by the first author and finalized through discussion with the second author and expert advisors. Debriefing sessions between the investigator and participants averaged approximately 6 minutes, with a minimum of 1 minute and a maximum of 10 minutes.

Results

In the pre-PMM, the Taiwan dataset comprised 40 events, while the US dataset produced 58 events. In the post-PMM, the Taiwan dataset yielded 41 events (a growth rate of 3%), and the US dataset produced 70 events (a growth rate of 21%). These events were categorized into conceptual categories, with 16 and 17 categories in the Taiwan pre/post-PMM dataset, and 21 and 23 categories in the US pre/post-PMM dataset (Fig. 1).

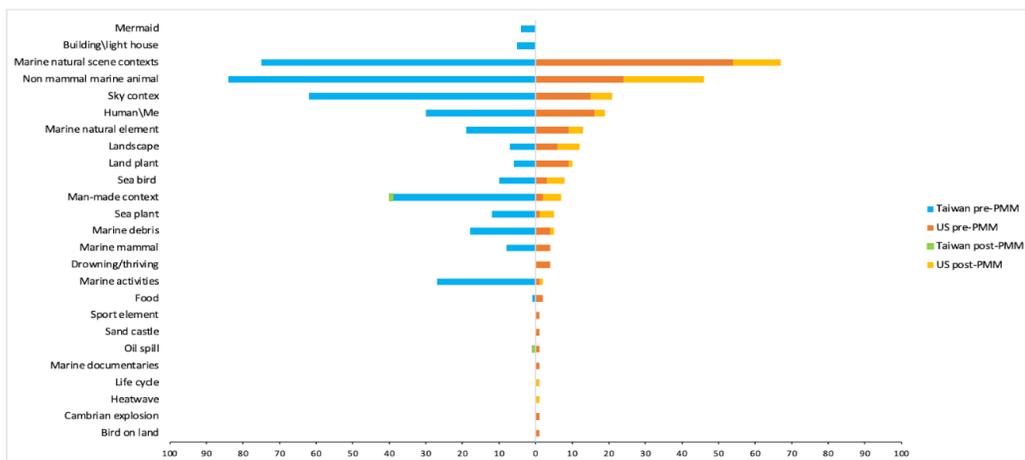


Fig. 1: Comparison of conceptual categories identified in Taiwanese and US pre/post-PMMs.

Common conceptual categories across both datasets included "Food," "Human/Me," "Land plant," "Landscape," "Man-made contexts," "Marine activities," "Marine debris," "Marine Mammal," "Marine natural scene contexts," "Natural element," "Non-mammal marine animal," "Sea bird," "Sea plant," and "Sky context." Among these categories, "Marine natural scene contexts" and "Non-mammal marine animal" constituted the main portions. Notable differences included the presence of "Lighthouse" and "Mermaid" in the Taiwan pre-PMM dataset and "Oil spill" in the post-PMM dataset. In contrast, the US pre-PMM dataset mentioned "Bird," "Drowning," "Sport elements," and "Oil spill" while "Heatwave" and "Life-cycle" appeared in the US post-PMM dataset (Fig. 1).

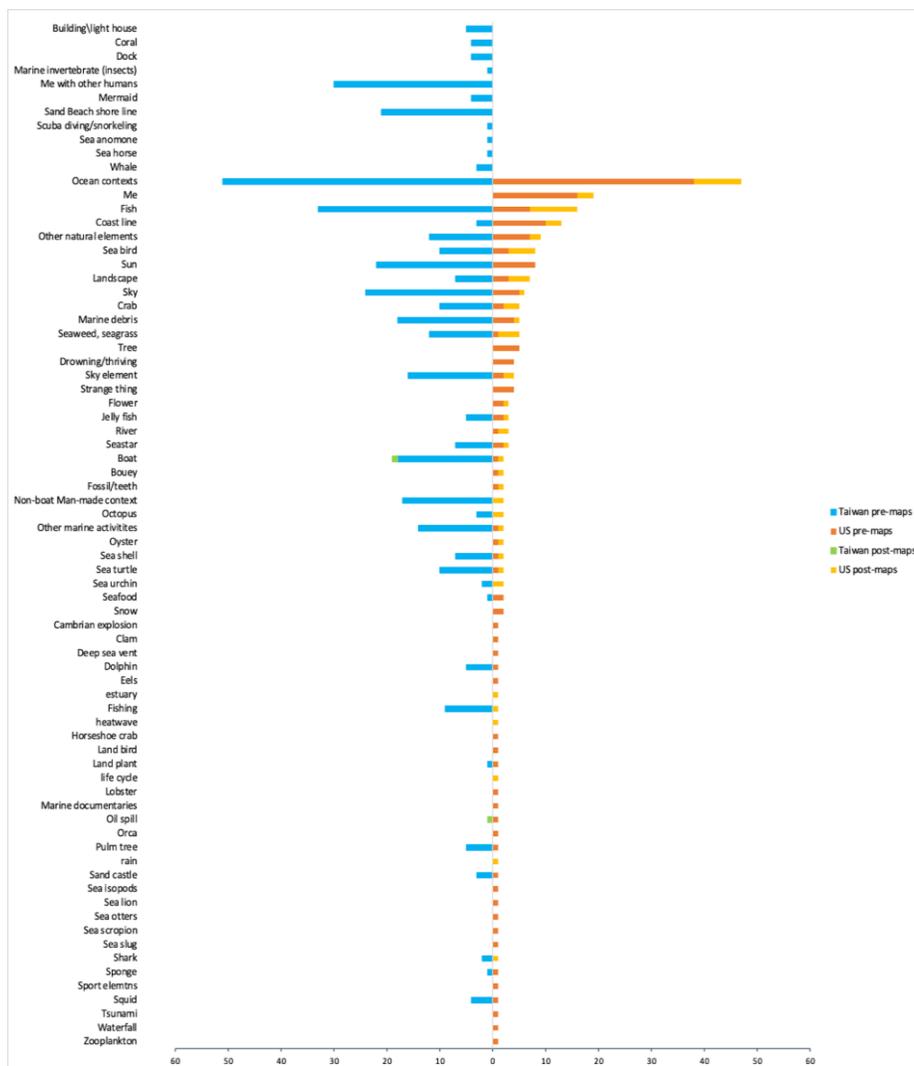


Fig. 2. Comparison of sub-conceptual categories identified in Taiwanese and US pre/post-PMMs.

Considering the conceptual category "Non-mammal marine animal," "Fish" occupied the main portion in both datasets. Excluding 13 sub-concept categories contributed by a single student, the Taiwan dataset exhibited greater breadth in sub-conceptual categories within the "Non-mammal marine animal" category compared to the US dataset. However, the analysis showed a more substantial change in sub-concept categories for the US dataset, with a larger increase (n=4 in pre-PMM; n=7 in post-PMM) compared to the Taiwan dataset (n=13 in pre-PMM; n=13 in post-PMM). Some sub-concepts were specific to the US culture and environment, such as "Sea otter," "Orca," and "Oysters," while others, like "Coral," "Sandcastle," and "Sand beach shoreline," were specific to Taiwan's context (Fig.2). The marine mammal conceptual categories differed between the two datasets, with Taiwan adolescents drawing "Whales" and "Dolphins," while US adolescents drew "Sea otters," "Sea lions" and "Orcas", species specific to each ecoregion.

Discussion and Conclusion

One key advantage of PMM in FCL settings is its participant-driven approach, which allows researchers to collect data without interfering with participants' visit experiences. Specifically, PMM gives participants control over the duration and depth of their engagement in the PMM activity (Winkle & Falk, 2015). Furthermore, PMM offers flexibility in data collection by allowing researchers to determine the content direction of the meaning map through the selection of prompt words (Winkle & Falk, 2015). Prompt words can range from broad concepts to specific aspects, such as in this study where the prompt word "Ocean and Me" was used to understand adolescents' relationship with the ocean. This multi-dimensional approach to data collection enables researchers to access participants' emotional expressions and memories, which are valuable for investigating youth learning experiences in FCL settings. With PMM results, we can observe personal, social, and cultural aspects of knowledge and experiences. For instance, the Me/Human conceptual category reflected participants' personal experiences, such as playing in the seawater, nearly drowning in the ocean, or watching the sunset with friends, illustrating how individuals engage with the ocean. Cultural influences on aquarium visit experiences can be seen in both datasets, with differences between Taiwan and the US, such as activities like playing with seawater in

Taiwan versus encountering strange things in seawater in the US, highlighting the impact of natural environments, cultures, and social contexts.

Although the pre-PMM results indicated that the US dataset had more sub-conceptual categories (n=58) than the Taiwan dataset (n=40), it's noteworthy that 19 of the 58 categories in the US dataset were drawn by one student with extensive knowledge and interest in marine-related topics (Fig. 2). The PMM thus captured both collective experiences and individual "islands of expertise," interests and knowledge in specific areas deepened and enriched through social processes, particularly within family activities (Crowley & Jacobs, 2002). Additionally, data generated through PMM can be analyzed quantitatively and qualitatively. This article focused on a four-dimension quantitative rubric, which allows researchers to analyze participants' knowledge change from pre-visit to post-visit, enabling investigation into changes in breadth and depth of knowledge.

While PMM is suitable for accessing youth meaning-making in FCL settings, there are limitations, such as timing constraints and the phrases used to elicit participants' thoughts and memories. Additionally, whether using PMM alone is sufficient to understand the extent of knowledge change requires further study. However, PMM proves to be an asset to survey questions capturing significant knowledge change before and after participants' visits, as demonstrated in the results from our larger project. Although this research did not involve inter-rater reliability due to having only one researcher, projects involving multiple researchers should carefully consider inter-rater reliability. Tools such as a four-dimension rubric are developed through discussion among multiple raters to create inter-rater reliability (Falk & Storksdieck, 2005; Philipps, Johannsen, Andersen, Levinsen, & Foss, 2019).

Pre/post-PMM can be challenging in FCL settings, especially for multi-day science outreach experiences (Winkle & Falk, 2015). While the PMM process typically involves four steps; researchers can adapt the process as needed. In this case, we conducted a summary PMM debriefing and a follow-up PMM debriefing depending on the circumstances, allowing us to understand participants' post-visit perspectives despite limitations in accessing in-depth pre-visit thoughts.

Finally, while differences between the two cultures were observed in their pre/post-PMM conceptual categories and in two dimensions (event and difference), similarities were found

in the other two dimensions (details and accuracy) based on average scores. These results may be explained by more general phenomena such as adolescents' cognitive developmental stages. However, further detailed research, particularly the kind which exists for some science topics like evolution or physics and chemistry, but not for biology or marine sciences, is needed to confirm this explanation.

References

- Bronfenbrenner, U., & Ceci, S. J. (1994). Nature-nurture reconceptualized in developmental perspective: a bioecological model. *Psychol Rev*, *101*(4), 568-586. doi:10.1037/0033-295x.101.4.568
- Caban, G., Scott, C., Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2003). *Museums and creativity: A study into the role of museums in design education*: Powerhouse Publishing.
- Clayton, S., & Opatow, S. (2003). *Identity and the natural environment: The Psychological significance of nature*: MIT Press.
- Crowley, K., & Jacobs, M. (2002). Building islands of expertise in everyday family activity. In *Learning conversations in museums*. (pp. 333-356). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Falk, J. H. (2003). Personal Meaning Mapping. In G. Caban, C. Scott, J. Falk, & L. Dierking (Eds.), *Museums and Creativity: A study into the role of museums in design education* (pp. 10-18). Sydney, AU: Powerhouse Publishing.
- Falk, J. H., Moussouri, T., & Coulson, D. (1998). The effect of visitors' agendas on museum learning. *Curator: The Museum Journal*, *41*(2), 107-120. doi:10.1111/j.2151-6952.1998.tb00822.x
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, *89*(5), 744-778. doi:<https://doi.org/10.1002/sce.20078>

- Fricker, R. D., & Schonlau, M. (2002). Advantages and disadvantages of internet research surveys: Evidence from the literature. *Field Methods*, 14(4), 347-367.
doi:10.1177/152582202237725
- Jones, T. L., Baxter, M. A. J., & Khanduja, V. (2013). A Quick Guide to Survey Research. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 95(1), 5-7.
doi:10.1308/003588413X13511609956372
- Lelliott, A. (2009). Using personal meaning mapping to gather data on school visits. In G. Vavoula, N. Pachler, & A. Kukulska-Hulme (Eds.), *Research Methods in Mobile and Informal Learning* (pp. 205-220). Oxford: Peter Lang.
- Martin, C., & Czellar, S. (2016). The extended Inclusion of Nature in Self scale. *Journal of Environmental Psychology*, 47, 181-194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.05.006>
- Martin, P., & Martin, M. (2002). Proximal and distal influences on development: The model of developmental adaptation. *Developmental Review*, 22(1), 78-96.
doi:<https://doi.org/10.1006/drev.2001.0538>
- Mileham, M. A. (2015). *Using narratives to document environmental identities and connection to nature : A case study of aquarium staff and volunteers*. (Dissertation). Oregon State University, Retrieved from https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/td96k510m
- Philipps, M. R., Johannsen, B. F., Andersen, T. D., Levinsen, H., & Foss, K. K. (2019). Feasible ways to use personal meaning mapping in out-of-school contexts? Paper presented at the European Conference on E-Learning.
- Rebar, B. (2005). *Children's conceptions of nature as influenced by a residential environmental education program*. (Thesis). Oregon State University, Corvallis, OR, Retrieved from https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/7m01bp349
- Rollins, E. W. (2010). *Mapping Ecotourism Learning: Using Concept Maps to Evaluate Visitor Learning During an Informal Boat-based Sea Life Viewing Program*: (Thesis).

Oregon State University, Corvallis, OR. Retrieved from

https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_projects/r781wm13g

Rowe, S. (2002). *Activity and Discourse in Museums: A Dialogic Perspective on Meaning Making*. (Dissertation). Washington University in St. Louis, St. Louis, MO.

Winkle, C., & Falk, J. (2015). Personal meaning mapping at festivals: A useful tool for a challenging context. *Event Management*, 19. doi:10.3727/152599515X14229071393223

Nuevas posibilidades para la comunicación de la arqueología desde una comunidad rural

Semati Palmera Rodríguez Ríos⁷

Contacto: sematipalmera@icloud.com

Palabras clave: comunicación intercultural, divulgación patrimonial, bordado

Resumen. La comunicación pública de la arqueología es un área con gran potencial, aunque existe un conceso de que ha sido poco explorada, además, de que son contadas las acciones comunicativas que se llevan a cabo para su desarrollo, tanto por la academia como por los medios de comunicación. También en el campo más general del estudio en Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología podemos hablar de un déficit de proyectos comunicativos y estudios en áreas no urbanas, además de dirigidos a comunidades rurales e indígenas. Aquí se defiende la necesidad de visibilizar estos grupos.

El presente texto se constituye a partir de las experiencias y primeras conclusiones de un proyecto de investigación que partió del interés por explorar las posibilidades para la comunicación de la arqueología en áreas rurales, específicamente en territorios cercanos a yacimientos arqueológicos. Dicho proyecto se lleva a cabo en la región cultural del Totonacapan, específicamente en la comunidad de El Tajín, cercana a la Zona de Monumentos Arqueológicos del mismo nombre, en el estado de Veracruz y tiene como uno de sus objetivos explorar la relación que se ha establecido entre la producción y comunicación del conocimiento arqueológico, y las necesidades, expectativas y conocimientos locales de un grupo de artistas textiles que se reconocen a sí mismos y mismas como totonacas, además de como “gente de campo”. Lo anterior con miras a proponer

⁷ Semati Palmera Rodríguez Ríos / *Universidad Veracruzana*

estrategias comunicativas que resulten efectivas para las comunidades locales, favoreciendo una apropiación social comunitaria de la ciencia desarrollada en la región.

Me baso en la perspectiva de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, que se complementa con los llamados Estudios Interculturales, a partir de los cuales se utiliza al diálogo de saberes como guía para el diseño y puesta en marcha de talleres y espacios creativos de discusión. El análisis, reflexión y sistematización de nuestros resultados se realiza a través de una etnografía colaborativa.

Introducción

Como parte de un proyecto de investigación más amplio, en colaboración con un grupo de artistas textiles llamado Casa/Escuela Mundo del Algodón y que forma parte del Centro de las Artes Indígenas (CAI), se llevó a cabo el taller de bordado *Xtsinat tukay* (que podría traducirse del totonaco al español como “el hilo de la araña”). El grupo estuvo conformado por nueve maestras mujeres y un maestro, bilingües de totonaco y español, pertenecientes a alguna comunidad de la región del Totonacapan y que se reúne periódicamente en las instalaciones del CAI dentro del Parque Temático *Takilhsukuk*, cercano a la Zona de Monumentos Arqueológicos El Tajín en el municipio de Papantla, Veracruz.

Después de un diagnóstico preliminar decidimos llevar a cabo nuestro taller de bordado, mismo que buscaba explorar nuevas posibilidades para la apropiación de la ciencia, específicamente la arqueología. Revisamos materiales divulgativos y de investigación sobre la Zona Arqueológica, mismos que comparamos con las experiencias de cada participante, así como con la historia del grupo (que comenzó a conformarse en 2004 y que formalmente se constituyó en 2006 y que ha ido cambiando desde entonces), por consenso decidieron que cada quién bordáramos la Pirámide de Los Nichos en distintas prendas, cada quien haciendo uso de sus puntadas predilectas y de acuerdo a un diseño personal, apegándonos a los materiales que teníamos disponibles: finalmente obtuvimos cuatro manteles, una servilleta, dos vestidos y cuatro blusas.

El comienzo

A mí me interesaba explorar las posibilidades de un taller desde un grupo de artesanos/as o artistas ya establecido para la constitución de un espacio en donde pudieran dialogar conocimientos locales (en este caso desde el quehacer textil de la comunidad) y conocimientos arqueológicos (resultantes de la investigación científica realizada en la zona). Lo anterior atendiendo a la propuesta de Pérez-Bustos y Márquez (2025) de considerar a estos talleres o puntos de encuentro para desempeñar una labor textil como espacios o posibilidades para incorporar y generar nuevos conocimientos a partir de lazos ya construidos. También, junto con los primeros análisis teóricos y el diálogo con el grupo de trabajo a través de un acercamiento etnográfico, me interesa indagar sobre el bordado como medio de comunicación, ya propuesto anteriormente por otras autoras como Espejo y Mora (2022); fase de la investigación en la que me encuentro actualmente.

También con los primeros contactos con el grupo, me di cuenta de que, aunque mi intención era crear un espacio dialógico y que integrara a la comunidad, yo seguía partiendo desde lo que para la arqueología sería importante divulgar. Sin embargo, el grupo tenía intereses, necesidades y posibilidades distintas (por muy variadas razones). Fue así que partimos desde la actividad prioritaria del grupo, la creación textil, para de ahí desencadenar una reflexión sobre lo que significa vivir en una zona de vestigios arqueológicos, cuáles son los significados para sus comunicados y para ellos y ellas como habitantes, así como las particularidades de los lugares que son aun vivos al tener un simbolismo ritual actual para mucha de la población que se auto adscribe como totonacas.

El desarrollo del taller *Xtsinat tukay*

El taller fue semi-presencial: nos reuníamos, generalmente un miércoles al mes, entre abril de 2022 hasta enero de 2023, en que se presentó la exposición final de todas las prendas concluidas; a la par manteníamos comunicación esporádica por Whats App, a través de textos y fotografías con avances; además, cada participante avanzaba con su proceso de costura y bordado en sus ratos libres desde su casa, ya que la actividad fue voluntaria y tuvo que compaginarse con las responsabilidades laborales y personales de cada quien. Ellas y él

fueron marcando la dinámica de acuerdo a sus posibilidades y quehaceres cotidianos. Por este esfuerzo, agradezco ampliamente al maestro Nicolas Xochihua y a las maestras Ygnacia Hernández, Minerva Salazar, Elodia Vega, Ana Pérez, Lucia Simbrón, Cirila García, Irma Pérez, Teresa Morales y Pastora Juárez.

En las sesiones presenciales nos reuníamos a bordar y discutir en torno a las prendas mismas, pero también sobre las experiencias que llevaron a cada integrante a elegir puntadas y materiales específicos, a sus experiencias anteriores en la región y su vida cotidiana: ellas me contaban sobre los inicios de su grupo, las inspiraciones del CAI, así como de lo que significa ser artistas textiles y gente de campo que busca el rescate de algunas tradiciones que se han ido perdiendo, pero que consideran de gran importancia recuperar, en algunos casos, además de mantener, mejorar y pasar a las siguientes generaciones. Yo acompañaba el proceso con anotaciones, formulando preguntas a partir de bibliografía previamente consultada, además de con un registro fotográfico, todo ello con la finalidad de seguir un proceso etnográfico que me permitiera comprender mejor tanto la conformación del grupo, como el papel que ha jugado el acercamiento que cada integrante ha tenido con otros actores sociales, científicos/as, así como con instituciones con quienes el CAI ha colaborado anteriormente.

Desde mi interés por conocer sobre el impacto en el grupo de trabajo del conocimiento arqueológico, y científico en general, desarrollado en la región, así como por las acciones que puedan contribuir a su apropiación, hay tres puntos que me parecen destacables: 1) el trabajo de diálogo que llevaron a cabo en los inicios del CAI con la investigadora Eneida Hernández y que desencadenó un proceso de investigación por parte de las y los integrantes de la Casa, especialmente en torno a la producción de algodón que alguna vez prosperó en la región y que ahora consideran importante comprender y recuperar; 2) la concepción que tienen de los vestigios arqueológicos como monumentos aún vivos y que representan una conexión con sus antepasados, que, además, se manifiesta a través de historias comunitarias, pero, sobre todo personales: ya sea porque han escuchado anécdotas que sus familiares les contaban, porque conservan cuentos, mitos y leyendas o porque han trabajado directamente en la Zona Arqueológica, incluso el hecho de que sea un centro económico y muchas veces de disputas sociales dota de un significado particular tanto al sitio arqueológico como al Parque *Takilhsukut*; y 3) el contacto que han tenido con un arqueólogo, quien les ha mostrado

patrones o diseños prehispánicos que él mismo ha obtenido con su investigación y que ahora se replican en el CAI como forma de “rescatar” prendas elaboradas en el telar de cintura.

Reflexiones

Retomo parte del enfoque central de la presente Conferencia PCST en cuanto a “la inclusión de sectores que tradicionalmente no han sido incorporados a la discusión en la comunicación de la ciencia”, que a su vez fue uno de los alicientes para emprender mi propio proyecto de investigación y que derivó en la puesta en marcha del taller de bordado que describo aquí brevemente. Me parece que las comunidades rurales e indígenas son parte de esos sectores que hace falta visibilizar y que representan retos muy particulares para nuestro campo de acción y estudio (Finlay *et al.*, 2021). En el caso de una disciplina social tan particular como la arqueología adquiere aun mayor importancia en el sentido de que muchos de los yacimientos estudiados se encuentran en territorios aledaños a estas comunidades rurales y muchas veces pareciese que existe una desconexión entre los saberes generados en los proyectos científicos y dichas comunidades, cuando estos conocimientos podrían generar un impacto positivo y contribuir a la conservación de la memoria de algunos pueblos, a la conservación de su patrimonio cultural (Arieta, 2023; Gándara, 2021) o incluso a una conformación identitaria de sus habitantes. Ni hablar del posible intercambio que favorecería igualmente a las investigaciones arqueológicas, etnográficas o históricas.

Si bien, la experiencia aquí relatada no representa en sí misma un proyecto de comunicación pública de la ciencia, me parece que sí puede aportar en la exploración de nuevas formas de acercarse a estas comunidades epistémicas y públicos más específicos. Igualmente, es de enfatizar que estas conclusiones o reflexiones, no son universales en el sentido de que puedan aplicarse por igual con toda comunidad indígena o rural, porque cada cultura es particular, además cada grupo y comunidad poseen un contexto también específico. En este sentido no es posible hablar de lo rural o de lo indígena como un todo homogéneo. Incluso es de destacar que el grupo a quien yo me he acercado no necesariamente representa a todos los grupos que conviven en el Totonacapan o siquiera al municipio de Papantla, Ver.

La propuesta aquí es poder tomar una postura, que podríamos llamar intercultural, en el sentido de establecer diálogos en donde distintos saberes puedan desarrollarse en igualdad de condiciones, y que desde la academia podamos considerar las aspiraciones y necesidades más locales. También, con ello es posible el aprovechamiento de actividades o proyectos que de hecho ya se llevan a cabo en las comunidades. Desde una postura de apropiación social de la ciencia y la tecnología (Olivé, 2011; Rodríguez, 2023) pueden aprovecharse redes sociales de innovación ya establecidas, como en el caso aquí expuesto de la Casa/Escuela Mundo del Algodón parte del CAI, y con ello aportar desde la comunicación de las ciencias para la reflexión y discusión de distintos saberes (Pérez-Bustos y Márquez, 2015; Arieta, 2023).

Siguiendo el postulado ya ampliamente discutido en los estudios PCST de que para que una comunicación pública de la ciencia sea efectiva debe ser significativa y retomar narrativas que atrapen a sus públicos es que propongo considerar formas alternativas de comunicación, así como actividades cotidianas de ciertas comunidades. En el caso del grupo de artistas textiles con quienes yo trabajo, esto significa mirar a su oficio y arte particular: el tejido y el bordado, así como a las formas de organización que ya tienen establecidas, además de considerar su lengua materna, así como sus actividades y contexto particulares: la siembra de algunos cultivos representativos de nuestra región, las formas rituales y de organización política, social y religiosa que impera, así como las condiciones de exclusión e invisibilización que han sufrido por parte de otros grupos sociales u organizaciones, y que en muchos casos genera actitudes que desde este lado podríamos calificar como a la defensiva o de desconfianza hacía la investigación científica.

En mi experiencia con este grupo de bordadoras he podido reflexionar y comprobar la importancia de la inclusión de otros saberes no científicos en las discusiones sobre ciencia y tecnología, no sólo por su pertinencia socio-política, sino también por las posibilidades que esto proporciona para acercar los conocimientos científicos a la cotidianidad de grupos específicos, ya que en la medida en que se complementan es que se vuelven más significativos. Por ejemplo, el hecho de que se tengan registros arqueológicos de patrones o diseños particulares de la vestimenta prehispánica, así como de algunas técnicas de tejido que han perdurado desde esa época hasta la actualidad genera un interés sobre entender mejor

la conexión con el pasado, cómo se han ido modificando las técnicas de producción y por qué muchas de ellas se han ido perdiendo. Además, ha sido un punto de partida sobre la reflexión de la conexión entre estas “curiosidades” en particular y el contexto regional e incluso de aspectos del ecosistema (resalta el caso de la producción y variedades de algodón). Así mismo, se genera interés por conocer cómo es que los arqueólogos e historiadores pueden desarrollar su trabajo, pero muchas veces estas explicaciones terminan no siendo claras debido a su alto contenido técnico.

Otro aspecto interesante radica en las distintas maneras de apropiarse de los conocimientos y las historias, así como de expresar lo vivido y diversos aspectos de lo que es importante discutir a partir de canales y herramientas de expresión y comunicación que son propios de oficios y artes particulares. Este es el caso del bordado y el tejido, a través de los cuales se plasman las historias de la comunidad, pero también preocupaciones grupales o individuales. Al mismo tiempo puede pensarse “con todo el cuerpo”, por ejemplo, cuando se borda al mismo tiempo que se discute: cuando pueden sentirse las texturas de los hilos y la tela mientras se formulan ideas, lo que, además, ralentiza el proceso de reflexión y acota la información: menos datos para permitir una mayor reflexión dentro de procesos de habla e imaginación; lo que constituyen estrategias distintas a las académicas, que muchas veces dan prioridad a la escritura y la reflexión a partir de las ideas, o desde un ámbito que podríamos comprender como más intelectual, en él que el cuerpo no está en el centro.

Referencias

- Arieta Baizabal, V. (2023) Memorias para el futuro. Vinculación y comunicación pública para la salvaguarda del patrimonio arqueológico. *Balajú* 18, 05-32.
- Casas Mendoza, C. A. (2018) *Tukay*: patrimonio y cosmovisión en un conjunto de manteles de historia totonacos dedicados a la naturaleza. *Ulúa* 32, 21-54.
- Espejo Ayca, E. y Mora, A. I. (2022) Trenzando la vida. Tejidos andinos de mujeres que producen su propio conocimiento. En Rodríguez *et al.* Investigar sobre el sur. Epistemologías, metodologías y cartografías emergentes (pp. 249-267). Ediciones desde abajo.

Finlay, S. M.; Raman, S.; Rasekoala, E.; Mignan, V.; Dawson, E.; Neeley, L.; y Orthia, L. (2021) From the margins to the mainstream: deconstructing science communication as a White, Western paradigm. *JCOM 10(01)*, C02. <https://doi.org/10.22323/2.20010302>

Gándara, M. (2021) El modelo de comunicación por objetivos: aplicaciones en el diseño de programas interpretativos. *Complutum 32(2)*, 427-441.

Hernández, E. (2019) *Xtaxgakget Makgakaxtlawana*: el esplendor de los artistas. Centro de las Artes Indígenas (CAI) Registro de buenas prácticas de Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial [UNESCO, 2012]. *Heréditas 29*, 26-33.

Olivé, L. (2011) La apropiación social de la ciencia y la tecnología. En T. Pérez y M. Lozano (Eds.) *Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento* (pp. 113-121). Colciencias y Universidad EAFIT.

Pérez-Bustos, T. y Márquez Gutiérrez, S. (2015) Aprendiendo a bordar, reflexiones desde el campo sobre el oficio de bordar y de investigar. *Horizontes antropológicos 44*, 279-308.

Rodríguez Ríos, S. P. (2023) La educación no formal desde la perspectiva CTS y la mirada intercultural: un estudio de apropiación de la ciencia en desarrollo. *Eduscientia VI(11)*, 107-124.

STEM WEEK: A six-year journey for scientific dissemination

Federica Catti, Bárbara P. González-García, Martha A. Centeno⁸

Contact: fcatti@astate.edu

Keywords: Community engagement, STEM week

Abstract: Scientific dissemination is essential to make science accessible to all and to bring the latest scientific knowledge to society. However, the challenge nowadays is informing the community when it is being bombarded with real and fake scientific knowledge. Interactive and diverse dissemination events have been an effective way to engage a community. Arkansas State University, Campus Querétaro (ASUCQ) began a dissemination effort to bring science to its student community back in 2019. STEM week started with a very small agenda of five scientific talks and a science fair. However, since the first edition, the event has attracted a lot of interest. In fact, this event is now a collaboration between faculty and students, and this has helped us to create higher expectations and to instill a thirst for knowledge in those students who have helped organize the event. It has grown to the point in which in the last two editions, the number of scientific talks increased to 16, we added 3 round tables, 10 hands-on workshops, and a science related movie projection and discussion. Likewise, we moved from inviting only local speakers to international scientific leaders in the sciences. And most importantly, all of it has always been available for free to our community. We are working on expanding our STEM WEEK project, so it has wider visibility and reach. We have started opening our doors to the community as well as other STEM institutions in Queretaro.

⁸ Bárbara P. González García y Martha A. Centeno / *Arkansas State University, Campus Querétaro.*

Introduction

Disseminating scientific knowledge through interactive events has been used for decades in one form or another, across various countries. A popular approach for this type of dissemination used by academic institutions, government agencies, and academic non-profit organization has been the creation of a “NNNNN Week”. For example, the National Science Foundation (NSF) funded the “National Sciences & Technology Week (NSTW)”, from 1985 to 1999, as an outreach tool and way to encourage youngsters and the public at large to ask questions and get them excited about science, technology, and engineering (Bullock, 1995, p. 30). Similar efforts were in 1) the Philippines in 1993, when the Department of Science and Technology (DOST) lead the National Science Week celebration in the third week of July (Marfal, 2023, p. 1); 2) Ireland, which began a National Science Week in 1995 (European News, 2014, p.1); 3) Thailand, which started a science day in 1982 and became a science week in 1984 (Chen, 2014, p. 1), and 4) Australia which started its national week in 1997 (McRae et al., 2022, p.3). In the area of engineering, “Engineer’s Week” was established in 1951 by the National Society of Professional Engineers (NSPE) with the objective of educating the public about what engineers do (NSPE, 2009, p. 10). Over the years, the main engineering professional societies (ASME, IISE, IEEE, ASCE) have celebrated this event on the third week of February via their senior chapters across the main cities in the USA and through their student chapters chartered at most universities in the USA that have engineering programs.

As we opened our Arkansas State University (ASU) campus in Queretaro, we wanted to implement some of the positive traditions of USA universities, and at the same time, we did not want to re-invent the wheel or to overlap with an existing event in Mexico. We did not find an official science or engineering week in Mexico; thus, we established STEM Week.

In this paper, we describe our journey over the past 6 years to make STEM Week a yearly event, with campus wide participation and an international flavor. We also describe in more detail what STEM Week is all about, its objectives, its evolution, its impact on our student community, as well as lessons learned and future growth.

STEM Week

Arkansas State University Campus Queretaro (ASUCQ) opened its doors in fall of 2017. This partnership between ASU and private Mexican investors was established to have a USA style university in Mexico, where we educate holistic professionals. There are distinctive elements to the ASUCQ experience:

- *Curriculum*: Each degree plan follows the USA model by having courses in three main areas: general education, core, and major.
- *Language*: All courses are taught in English, except foreign language courses.
- *Living and Learning Community*: Our students are required to live on campus during their freshman year. This gives them the opportunity to participate in a variety of academic and non-academic extracurricular activities, such as sports, student associations, and conferences.

It is in this context that we developed the idea of having an event to celebrate the sciences and engineering and disseminate knowledge in the STEM areas. During the summer and early fall of 2018, we established three main objectives for STEM Week:

1. To spread STEM knowledge amongst the ASUCQ community through interactive and diverse dissemination events.
2. To create networks among universities, institutions, research centers, and industry, at the national and international level.
3. To show the external community who we are and the opportunities our institution has to offer.

These objectives remain our beacon as we continue to develop the program of STEM week to achieve them fully. However, as part of the evolution of the event, we now have a fourth objective:

To establish, within two years, a state-wide STEM week, so that the network that we are building with other state institutions strengthen, and the event itself attains a multifaceted diversity.

Evolution

In February of 2019, we had our first STEM Week event, during the third week of February, matching the celebration of Engineer's Week in the USA. It has evolved as shown in Figure 1. Our first edition, organized by three faculty members, included a few speakers, a Science Fair, and a Science Rally, with the participation of a high school.

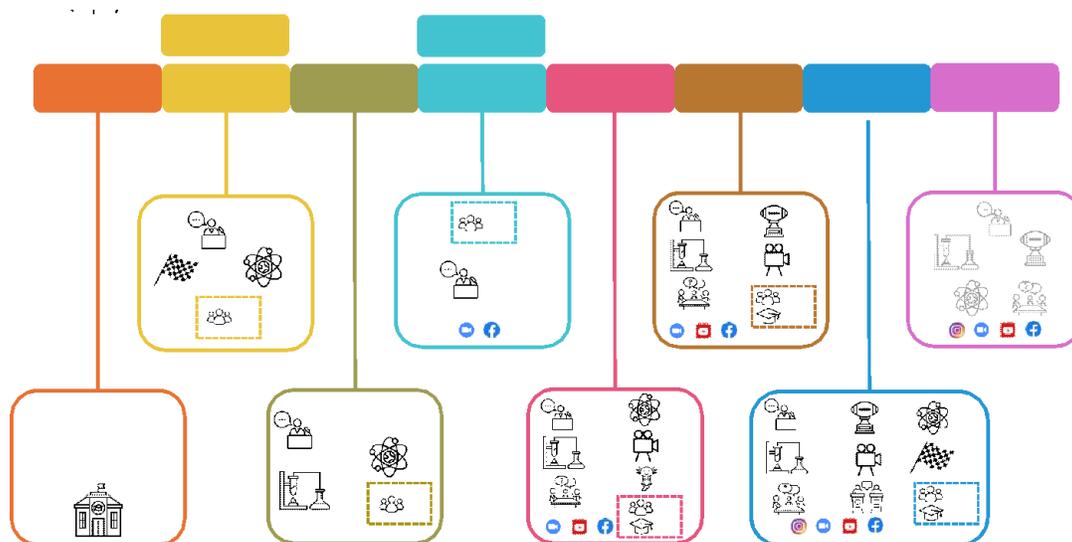


Figure 1. Evolution of STEM Week

In 2020, in addition to several research talks, we started introducing a few workshops. Despite the challenges posed by the beginning of the COVID-2019 pandemic, we were able to hold the event successfully. The full effects of the COVID-19 pandemic were felt for the 2021 edition; however, we committed ourselves to see this new situation not just as challenges, but also as new opportunities to improve and innovate. We decided to go on with the event but to stream it using zoom and the university Facebook as platforms. Fortunately, not all effects of the pandemic were bad; we noticed that doing it via Zoom and Facebook opened our doors to the public at large a lot sooner than anticipated, and it increased our audience. We left the talks available for free, online, and low and behold, soon our small community event started to have up to 3000 reproductions!

Our campus returned to face-to-face in fall 2021. Thus, for the 2022 edition, we recognized that it was time for students to get involved in the organization, not only because of the natural evolution of the event, but also to re-engage students into extracurricular activities after a year and half of being away from campus. A call for volunteers was issued, and an application and an interview were used to select the final student collaborators. We implemented a hybrid event: presential and online streaming. We created a YouTube channel (@academicasucq2224) and an academic event website page (<https://academiccq.weebly.com>), where current and past editions are always available. Students introduced Round Tables, one per area of interest, a Science Movie and seven workshops. The event participation increased beyond expectations, leading to a richer program. A larger involvement of students (7 in total, all from stem area collaborating with 3 faculty members), led to a wider program established during 2023 edition with more talks, Round Tables, an increased number of workshops, a Stem Bowl, and our first Open House, hosted in the Axolotarium, our student-led conservation effort of Axolotls.

Our latest edition took place February 27th to March 1st of 2024, was the first fully organized by students, under the supervision and help of 4 faculty members. Not just STEM students were involved, but also Strategic Communication and Business Students; therefore, starting a program of science engagement across all disciplines, with 29 students collaborating as part of the organizing committee. The program included 18 talks, 10 workshops, 1 science Rally hosting High School students, 1 science Movie, 2 round Tables, 1 stem bowl, and used Instagram on social media (@ stem_week.asucq).

Impact and Lessons Learned

As the oldest yearly event on campus, the impact of STEM week may be summarized as follows:

- *Multidisciplinary participation:* Multidisciplinary participation is on its way to cementing itself because students majoring in business and communication continue to be interested in being part of the organizing committee.
- *International speakers:* We have been successful in securing international speakers.

- *Wide dissemination:* The event is on all relevant social media platforms, including a pretty active YouTube channel and newly opened Instagram account.
- *Networking:* Several students have obtained internships by interacting with the speakers during the various presentations, and a biotechnology student became inspired to pursue an MS in Science Communication degree.

We have learned several things. Our dissemination perspective has changed thanks to the input and vision of our students, who now lead the organization of the event, resulting in an engaging and refreshing STEM Week. We have learned how to maintain and strengthen our national and international scientific network. We have discovered a genuine and real interest in STEM knowledge dissemination; we have had no significant issues securing collaborators. In fact, our event has been free for 6 years, thanks to immense generosity of the STEM community and speakers, seeing the great objective of such a young event as the most important goal: bring science closer.

Future Growth

We have established three main future goals for STEM Week. Firstly, an evaluation of the real impact of our event is essential and a methodology will soon be established deploying a pre/post survey and/or event rating surveys. Secondly, setting up a collaborative effort with other science dissemination and STEM institutions in Queretaro area to create an entity that could become the reference of Science Communication in the state. The initial goal could be a medium-term (2-year time project) event that engages younger (kids and high-school) audiences and adult community to bring science to Queretaro city streets and square. And finally, greater interaction and collaborations between Institutions in México, but also opening our doors worldwide could allow an increased number of talks, workshops, activities and an active participation of other universities and research centers in STEM week event.

Conclusions

We see the role of our institution beyond just preparing active leaders in all STEM areas. We want to contribute and lead efforts that bring scientific knowledge to the community, and in “establishing a centre of knowledge, expertise, advice, resources, and tools on science communication” (European Commission, [2021](#), p. 128) in our area to promote science and increase the engagement with the public.

References

Bullock, M. F. (1995). Design Connections Through Science and Technology. *Science and Children*, 33(3), pp. 30-31. <https://www.jstor.org/stable/43168866>.

Chen, G. (2014). ‘National Science Festival of Thailand: historical roots, current activities and future plans of the National Science Fair’. *JCOM* 13 (04), C04. <https://doi.org/10.22323/2.13040304>.

European Commission (2021). *Horizon Europe — work programme 2021–2022: widening participation and strengthening the European Research Area* [European commission decision c(2021)4200 of 15 June 2021]. Retrieved November 14, 2023, from https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-11-widening-participation-and-strengthening-the-european-research-area_horizon-2021-2022_en.pdf

European Union News. (2014). Ireland: 19th National Science Week to explore the 'Power of Science' at over 800 events from 9th - 16th November. (2014, September 18). <https://link-gale-com.ezproxy.library.astate.edu/apps/doc/A382799927/GBIB?u=akstateu1&sid=summon&xid=f455c3ee>

Marfal, A. M. V. (2023). National science week celebration to be held in the region for the first time from November 22-26. *DOST-STII*. <https://www.dost.gov.ph/knowledge-resources/news/78-2023-news/3342-national-science-week-celebration-to-be-held-in-the-region-for-the-first-time-from-november-22-26.html>.

McRae, O. F., Downing, E., Motion, A., O'Reilly, C. and Pullen, R. (2022). "Easy to join in your pyjamas": benefits and barriers of online science engagement at Australia's 2020 National ScienceWeek'. JCOM 21 (03), A01. <https://doi.org/10.22323/2.21030201>.

NSPE (2009). 75 Years of Professional Excellence. *NSPE Web Site – Heritage page*. <https://www.nspe.org/membership/about-nspe/heritage>. Consulted on May 10th, 2024.

Cómo una sociedad científica acerca la ciencia a la sociedad: Claves del proyecto “Matemáticas en la calle”

Paloma Zubieta, Beatriz Vargas y Mariana Carnalla⁹

Contacto: pzubieta@im.unam.mx, mariana@cimat.mx, beavargaslz@gmail.com

Palabras clave: comunicación frente a frente, actividades manuales, profesionalización, sociedad científica

Resumen. El evento “Matemáticas en la calle”, complementario al XLV Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM) en 2012, tuvo como finalidad realizar actividades de apoyo y promoción de la cultura matemática en el Estado de Querétaro, México. Desde entonces, el Congreso Nacional siempre ha realizado actividades dirigidas al público en general que han crecido gracias a la colaboración de matemáticos voluntarios de diversas instituciones del país.

En 2022, la Comisión de Comunicación de la Ciencia de la SMM se propuso transformar “Matemáticas en la calle”, es decir, estructurar actividades de comunicación directa a partir de un proyecto con un nuevo formato; en el que la comunicación científica de las matemáticas dejara semillas en el estado en el que se realizaría el congreso y, de esta manera, contribuir a la profesionalización de la comunicación de la ciencia. Así surgió el Programa “Matemáticas en la Calle”, que, entre otras cosas, busca acercar a las personas a las tareas matemáticas a través de actividades presenciales implementadas por académicos, docentes, estudiantes de matemáticas o afines a ellas y otros profesionales relacionados con el campo. Todos ellos

⁹ Paloma Zubieta / *Universidad Nacional Autónoma de México*; Beatriz Vargas / *NA*; Mariana Carnalla / *Centro de Investigación en Matemáticas*

interesados en adquirir herramientas para involucrarse a través de festivales matemáticos, al tiempo que promueven la cultura matemática.

El objetivo de este trabajo es mostrar cómo un modelo de proceso de formación para personas con formación en matemáticas, pero sin conocimientos en comunicación de la ciencia y con diferentes experiencias en actividades prácticas —en el Estado de Jalisco en 2022 y el Estado de San Luis Potosí en 2023—, se acercaron a la comunicación de la ciencia, fortalecieron la enseñanza y la práctica de la comunicación de la ciencia, generaron impacto en sus espacios de trabajo y con la comunidad, a través de ferias dirigidas a la población en general. Para ello, se presentará evidencia del impacto en la profesionalización de los mismos, en el corto y mediano plazos con base en encuestas.

Como programa de comunicación de la ciencia de la SMM, “Matemáticas en la Calle” articula tres esferas de la población: académicos, comunicadores de la ciencia y sociedad en general. Esto muestra el impacto de una sociedad científica que promueve un programa de comunicación matemática replicable en cualquier estado de México, el valor del proceso de formación para la comunicación presencial, la creación y promoción de redes de profesores, académicos, estudiantes, comunicadores de la ciencia y otros profesionales, y el alcance de este modelo de programa en los estados donde se ha desarrollado.

The complementary event of “Matemáticas en la calle (Math in the street)” for the XLV National Congress of the Mexican Mathematical Society (SMM) in 2012 was intended to carry out activities to support and promote mathematical culture in the State of Querétaro, Mexico. Since then, the National Congress has always engaged in activities aimed at the general public that have grown thanks to the collaboration of volunteer mathematicians from various institutions in the country.

In 2022, the SMM’s Science Communication Commission proposed transforming “Math in the street,” that is, structuring direct communication activities based on a project with a new format in which the science communication of mathematics would leave seeds in the state in which the congress would to be held and, in this way, contribute to the professionalization of science communication.

This is how the “Math in the Street” Program emerged, which, among other things, seeks to bring people closer to mathematical tasks through face-to-face activities implemented by academics, teachers, students of mathematics or related to them and other professionals related to the field interested in acquiring tools for engaging through mathematical festivals, while also promoting mathematical culture.

The objective of this work is to show how a model of training process for people with education in mathematics but without knowledge in science communication and with different experiences in hands-on activities—in the State of Jalisco in 2022 and the State of San Luis Potosí in 2023—were introduced to science communication, strengthened teaching and science communication practice, generated impact in their work spaces and with the community through fairs aimed at the general population. To this end, evidence of the impact on the professionalization of them in the short and the medium terms will be presented based on surveys.

As a science communication program of the SMM, “Mathematics in the street” articulates three spheres of the population: academics, science communicators, and society in general. This shows the impact of a scientific society promoting a mathematics communication program that can be replicated in any state of Mexico, the value of the training process for face-to-face communication, the creation and promotion of networks of teachers, academics, students, science communicators and other professionals, and the scope of this program model in the states where it has been developed.

Introducción

La importancia de fomentar y desarrollar la divulgación de las matemáticas en México se suele reconocer en la última década (Sánchez, 2010, Centro de Investigación en Matemáticas [CIMAT], 2024; Instituto de Ciencias Matemáticas [CCM-UNAM], 2024; Instituto de Matemáticas de la UNAM [IM-UNAM], 2024; Sociedad Matemática Mexicana [SMM], 2024), a pesar de que no se considera una profesión dentro de los sectores educativo y universitario y generalmente se percibe como un voluntariado (Sánchez, 2010). Además, como bien señala Bonfil (2011), la remuneración por esta actividad no suele reflejar los

conocimientos y la experiencia necesarios para desarrollarla ni la cantidad del trabajo involucrado.

En el área de matemáticas existen desafíos adicionales para la divulgación, tanto los inherentes a la disciplina como los ligados a las percepciones sociales y los estereotipos (Goldin, 2007; Gómez-Chacón, 2000; OCDE, 2016). Esta situación se agrava por la escasez de profesionales (CIMAT, 2024; CCM-UNAM, 2024; IM-UNAM, 2024; SMM, 2024) que se dediquen de tiempo completo a esta labor, así como por la falta de conocimiento generalizado sobre la CPC —“es algo muy fácil y cualquiera puede hacerlo”. Entre las consecuencias de esta situación están la improvisación y los productos de divulgación de baja calidad, que refuerzan percepciones y estereotipos negativos hacia las matemáticas, sin considerar las características o necesidades del público mexicano.

La Sociedad Matemática Mexicana (SMM) generó en 2012, como parte del Congreso Nacional (CNSMM), un evento llamado “Matemáticas en la Calle”, con la intención de comenzar a realizar actividades para apoyar y favorecer la cultura matemática. Es importante señalar que aunque la SMM no cuenta con documentación al respecto, sabemos que hasta 2021 se realizaron distintas actividades (principalmente cara a cara, aunque también hubo exposiciones y charlas, incluso algunas en formato virtual durante la pandemia) que impactaron a diferentes poblaciones. Cabe mencionar que en 2019 la SMM se propuso realizar “Matemáticas en la calle” para con divulgación, alcanzar todos los municipios del estado de Nuevo León y, aunque dicho objetivo no se cumplió, sí se logró llegar a un total aproximado de 5,500 personas en casi un tercio de ellos.

En 2022 se genera la Comisión de divulgación de la SMM y se logra que, para el Congreso Nacional (CNSMM), la Sesión de Comunicación de las Matemáticas se vuelva permanente. Ese mismo año y con motivo del 55CNSMM en Guadalajara, Jalisco, el Comité local plantea la inquietud de que el trabajo de divulgación contribuya más allá de una feria, con la cultura matemática en el estado. Entonces, la Comisión de divulgación genera el Programa de “Matemáticas en la calle” para promover la profesionalización en CPC de personas del propio estado con un modelo de capacitación que provee las bases teórico-prácticas de divulgación de matemáticas con actividades cara a cara para generar ferias destinadas al público general.

Por lo anterior, este trabajo pretende mostrar algunos de los resultados del Programa “Matemáticas en la calle” a partir de las experiencias realizadas en los estados de Jalisco (2022) y San Luis Potosí (2023). Los objetivos que perseguimos son:

- Mostrar evidencias de profesionalización de la divulgación en matemáticas a partir de un modelo de capacitación con el Programa “Matemáticas en la calle” de la SMM.
- Articular las esferas académica, educativa y sociedad en general
- Resaltar la importancia de que una sociedad científica (la SMM) impulse un proyecto de comunicación de matemáticas.

Metodología

La evaluación del programa “Matemáticas en la Calle” en las ediciones 2022 y 2023, objeto de estudio de este trabajo, se llevó a cabo utilizando una metodología basada en el diseño. Según Cobb y Gravemeijer (2008), la investigación del diseño se define como una familia de enfoques metodológicos en los que el diseño instruccional y la evaluación son interdependientes.

En este trabajo, el experimento de diseño es el “Curso teórico-práctico”, donde se busca crear y evaluar condiciones cognitivas y afectivas en quienes participan. Se espera que con este curso se obtengan herramientas para realizar Comunicación Pública de las Matemáticas (CPM) mediante actividades lúdicas y se identifiquen elementos para la divulgación cara a cara; ambos aspectos contribuyen en la profesionalización.

1. Contexto y población objetivo

La selección de los participantes para cada curso la realizó el Comité local del Congreso Nacional de acuerdo con los siguientes perfiles: 1) personas o divulgadores interesados en la divulgación cara a cara de las Matemáticas, 2) estudiantes de licenciatura o posgrado en matemáticas, 3) docentes de matemáticas nivel bachillerato o licenciatura y 4) personas

académicas en matemáticas, matemática educativa, matemáticas aplicadas, computación o alguna área afín. Cabe señalar que los participantes provienen de distintas localidades en cada estado.

2. Diseño del Curso teórico-práctico

El objetivo general del curso es, por un lado, introducir a la divulgación de las matemáticas al dotar de herramientas teórico-prácticas en CPM, enfocado en actividades lúdicas cara a cara y, por otro, destacar la importancia de las matemáticas para la sociedad en general mediante una feria de ciencias que promueva la inclusión de todas las personas.

El curso se distribuye de la siguiente manera: a) aspectos generales de CPC y de la CPM; b) estructura matemática e implementación de las actividades; c) aspectos generales sobre gestión e implementación de ferias; d) realización de una feria de matemáticas gratuita en espacio público donde se aplique todo lo aprendido.

3. Selección de las actividades

Para el curso se eligieron siete actividades de matemáticas dirigidas a público diverso en nivel educativo, entrenamiento, experiencias y afectos hacia las matemáticas: Torres de Hanoi, Sudoku, Banda de Möbius, Mosaicos, Nim, Desanúdate y Rompecabezas múltiple.

Dichas actividades estimulan la creatividad, el desarrollo emocional y el pensamiento crítico en el público, se encuentran en formato de reto, duran aproximadamente de 15 a 20 minutos, buscan transmitir mensajes sobre los contenidos de la disciplina o del dominio afectivo, promueven la equidad de género y tienen, de forma predominante, los principios de participación/agencia (Chamoso et al., 2004; Lave & Wenger, 1994; Nisbet, 2008; Stroup et al., 2005) y de espacio creado para la exploración (Piaget, 1977; W. Stroup et al., 2020; W. M. Stroup et al., 2005; Vygotsky, 1999).

4. Equipo de capacitadores para impartir el curso

El equipo capacitador a cargo de impartir este curso son divulgadoras y divulgadores con formación en matemáticas, en CPC y CPM. Cuentan con años de experiencia en distintas áreas de la CPM como son las actividades cara a cara, la capacitación de profesores, la docencia, la evaluación y la gestión de eventos.

5. Diseño de instrumentos

Se optó por utilizar la técnica de cuestionario para la recopilación de datos, siguiendo una matriz de operacionalización para el diseño del instrumento (Carnalla, 2021; Corral, 2010; Gómez-Chacón, 2000). Se diseñaron tres cuestionarios dirigidos a las personas participantes en el “Curso teórico-práctico” para detectar sus expectativas e indagar sobre conocimientos, experiencia y percepción en divulgación de las matemáticas y de la ciencia en general (ver Tabla 1).

Tabla 1

Matriz de Operacionalización del Diseño de los Cuestionarios

Propósito del instrumento	Definición del constructo	Dimensión del constructo	Indicadores
Conocer la experiencia en el curso	La experiencia es el conjunto de interacciones, actividades y procesos que experimenta cada persona durante su participación en el curso	Satisfacción global del curso	Expectativas
			Experiencia
Conocer la percepción sobre la divulgación matemática	La percepción es el conjunto de experiencias de cada individuo, que moldean el dominio afectivo	Percepción de su práctica profesional	Interés
			Práctica profesional
			Confianza

Nota. Inspirado en los trabajos “Diseño de cuestionarios para la recolección de datos” de Corral (2010), “Matemática emocional” de Gómez-Chacón (2000) y “Matemáticas:diseño de actividades para su mejor aceptación dentro del aula” de Carnalla (2021).

Ediciones del curso

A continuación, se presentan las características generales (ver Tabla 2) de las dos iteraciones realizadas del programa “Matemáticas en la Calle”.

Tabla 2

Cuadro comparativo de las características generales los dos cursos impartidos

CARACTERÍSTICA	JALISCO 2022	SLP 2023
Total de horas	22	41
Participantes en el “Curso teórico-práctico”	43	20
Caracterización de grupo capacitado	Red de profesores de matemáticas, relacionados con la OMM y de la mayoría de los municipios del Estado	Académicos, estudiantes, divulgadores y algunos profesores de 4 regiones del Estado
Asistencia público	30,000 personas	Más de 10,000 personas

Nota. Este recuadro ofrece una visión comparativa de los dos cursos realizados, destacando las diferencias en cuanto a duración, participantes y alcance del público atendido en cada edición.

Algunas claves del impacto del programa “Matemáticas en la calle” 2022 y 2023

Si bien los perfiles de los participantes en los cursos de Jalisco y San Luis Potosí son distintos, en ambas capacitaciones los resultados de los instrumentos de evaluación en las preguntas de opción múltiple y cerradas son muy similares y no muestran evidencia de cambios entre la entrada y la salida, por lo que para una interpretación más precisa de los resultados, deben complementarse con los de otros instrumentos de evaluación. Se encontró información relevante en los resultados de algunas preguntas abiertas.

Se reportan principalmente cambios en tres dominios que son afectivo, cognitivo y mediación relacionados con los objetivos de este trabajo que son la articulación con los ámbitos educativo (E), académico (A) y social (S), los cuales se especifican entre paréntesis.

Afectivo: Hay un cambio positivo en la percepción de las matemáticas (E y A). Se reconoce que estas actividades generan interés y motivan el acercamiento a las matemáticas (S). Se observa una forma de relacionarse con el público con empatía, paciencia, buena actitud, dominio del tema, comunicación clara y asertiva (S, A y E).

Cognitivo: Se reporta un cambio en la concepción de la CPC y CPM y su importancia (A y E). Además, se identifican características de las actividades: generan necesidad intelectual, promueven el aprendizaje autónomo y la confianza matemática, son accesibles a la mayoría de las personas, su nivel de complejidad va de menos a más y permiten la comprensión de conceptos abstractos, tienen una estructura matemática clara (A y E). Las personas participantes expresan que este curso les permite re descubrir las matemáticas y verlas desde otras perspectivas. También identifican su potencial para despertar vocaciones científicas (S, A y E).

Mediación

Se reconocen elementos para realizar divulgación cara a cara: prácticas para la implementación (anticipación y monitoreo), habilidades interpersonales (empatía, comunicación y trabajo colaborativo), la importancia de generar espacios para la exploración

(ideas, personas y material) y la retroalimentación entre pares (S, A y E). Asimismo, se reconoce la importancia de la planeación, la gestión en la realización de ferias de matemática; se reporta que la experiencia es un factor fundamental (A y E).

Conclusiones

Existen evidencias de profesionalización de la divulgación con este modelo de capacitación, ya que los participantes reconocen la importancia y utilidad de la CPM para el trabajo docente y académico. También se reconoce que el curso aporta bases teóricas y metodológicas de la Comunicación de la Ciencia.

Se genera un círculo virtuoso a partir de la capacitación: los participantes del curso valoran la divulgación y hay un cambio positivo en su percepción de las matemáticas, en la forma de acercarse a ellas y de presentarlas, que a su vez se replica en las ferias, motivando a las personas a acercarse al área en esta misma sintonía.

Es importante que la SMM continúe impulsando un programa de comunicación de matemáticas, al menos, en cada estado del país en el que se realiza el Congreso Nacional para:

1. Descentralizar las acciones de CPM de las ciudades capitales en beneficio de las comunidades locales.
2. Articular esfuerzos de distintos actores que atañen a la comunidad matemática: personas académicas, docentes, divulgadoras, autoridades e instituciones.
3. Generar condiciones que posibiliten un mayor alcance en el número de poblaciones y comunidades a las que beneficia el programa.
4. Capacitar a las comunidades en CPM y dotar de materiales para llevar a cabo las actividades y ferias para un mayor número de personas.

Las personas de la comunidad matemática de los estados de Jalisco y San Luis Potosí que se han involucrado directamente en el Programa "Matemáticas en la calle" de la SMM, han modificado su percepción hacia la divulgación de manera positiva. Esperamos que lo anterior

contribuya a valorar el trabajo de las personas divulgadoras de las matemáticas y a promover en México el desarrollo de productos de divulgación de calidad.

Referencias

Bonfil, M. (13 oct 2011) Los derechos del divulgador. *La ciencia por gusto*.

<https://mirabonfil.blogspot.com/2011/10/los-derechos-del-divulgador.html>

Carnalla, M. (2021). *Matemáticas: diseño de actividades para su mejor aceptación dentro del aula* [Universidad de Guanajuato].

<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/5921>

Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. (10 de mayo 2024). Divulgación de las Matemáticas. <https://www.cimat.mx/divulgacion/>

Chamoso, J. M., Durán, J., García, J., Martínez, J., & Rodríguez-Sánchez, M. (2004).

Educación como formación integral de la persona. *Suma*, 47, 47–58.

Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to Support and Understand Learning Processes. En *Handbook of Design Research Methods in Education. Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching*. (pp. 64–95).

Corral, Y. (2010). Diseño de cuestionarios para recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 20(36), 17. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8657>

Goldin, G. A. (2007). Aspects of Affect and Mathematical Modeling Processes. En R. A. Lesh, E. Hamilton, & J. J. Kaput (Eds.), *Foundations for the Future in Mathematics Education* (pp. 281–196). Lawrence Erlbaum Associates.

Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática Emocional: Los afectos en el aprendizaje matemático* (S. A. NARCEA (Ed.); 3ra Edición). Ediciones Madrid.

Instituto de Ciencias Matemáticas. (10 de mayo 2024). Puentes entre la divulgación matemática en México y España.

<https://www.icmat.es/es/divulgacion/periodicas/divulgacion-mexico/>

- Instituto de Matemáticas de la UNAM. (10 de mayo 2024). Divulgación IMUNAM.
<https://www.matem.unam.mx/divulgacion/proyectos>
- Lave, J., & Wenger, E. (1994). Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. *American Ethnologist - AMER ETHNOLOGIST*, 21, 918–919.
<https://doi.org/10.1525/ae.1994.21.4.02a00340>
- Nisbet, S. (2008). *Chance games and activities for the multiage classroom Challenges and dilemmas.*
- OCDE. (2016). Informe Resultados PISA 2012 en México. Nota País.
- Piaget, J. (1977). The Role of Action in the Development of Thinking. En *Knowledge and Development* (pp. 17–42). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2547-5_2
- Sánchez, A.M. (2010) Introducción a la divulgación escrita de la ciencia, Universidad Veracruzana, México, pp. 176. Doi: doi: 10.25009/uv.2006.131
- Sociedad Matemática Mexicana. (10 de mayo 2024). Comisión de Divulgación.
<https://www.smm.org.mx/comision-de-divulgacion/>
- Stroup, W., Ares, N., Hurford, A., & Lesh, R. (2020). *Diversity-by-Design: The What, Why, and How of Generativity in Next-Generation Classroom Networks* (pp. 367–393).
<https://doi.org/10.4324/9781003064527-22>
- Stroup, W. M., Ares, N. M., & Hurford, A. C. (2005). A Dialectic Analysis of Generativity : Issues of Network-Supported Design in Mathematics and Science. *Mathematical Thinking & Learning*, 7(3), 181–206.
- Vygotsky, L. (1999). Scientific legacy. En R. W. Rieber (Ed.), *The collected works of L. S. Vygotsky*. Kluwer Academic / Plenum Publishers. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

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

Patricia Magaña Rueda y Axel Alejandro González Becerril¹⁰

Contacto: patricia.maganar@ib.unam.mx

Palabras clave: biodiversidad, retos, coordinación, UCPB

Resumen. El Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México tiene, desde el 2022, una oficina que coordina las tareas de Comunicación Pública de la Biología (UCPB), con el propósito de mejorar prácticas, generar productos y desarrollar actividades novedosas y efectivas para comunicar conceptos y proyectos sobre Biodiversidad (sistemática y conservación) en las que este centro trabaja. La UCPB enfrenta no sólo los retos generales de cualquier trabajo de comunicación de la ciencia, sino la necesidad de involucrar y organizar, en forma efectiva y de una manera profesional, al estudiantado y personas académicas interesadas en hacer actividades y elaborar productos. Se ha buscado enfrentar los retos con soluciones diversas.

Introducción

El Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México es un centro de investigación especializado en el estudio de la biodiversidad. A fines de 2024 cumplirá 95 años de existencia. Desde su creación, hace 95 años, en este centro se ha realizado trabajo de investigación y preparación de estudiantes, desde la licenciatura hasta el posgrado, en el

¹⁰ Unidad de Comunicación Pública de la Biología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

campo de la sistemática y la conservación. El Instituto cuenta con distintas unidades: una sede central, un Jardín Botánico con 65 años de trabajo, dos estaciones de campo y un Pabellón Nacional de la Biodiversidad (PaBio), que tiene un museo. La institución alberga catorce Colecciones Biológicas Nacionales entre plantas, animales y hongos (como el Herbario Nacional), con las que se hace investigación de vanguardia. Las personas académicas, junto con personas comunicadoras y educadoras, realizan tareas y actividades de CPC.

Para coordinar todos los esfuerzos de CPC, en 2022 se abrió una Unidad de Comunicación Pública de la Biología (UCPB) encabezada por los autores de este trabajo, para reforzar e impulsar las actividades y generar productos con innovación, lo que ha significado una serie de retos. Detallamos los retos, así como las soluciones que hemos aplicado.

Proyectos

Reto 1: Promover en la comunidad de personas académicas y estudiantes, la necesidad de hacer una CPC cada vez más profesional.

Situación: muchas de las personas académicas y sus estudiantes, que hacen o que se inician en este, tienen en general la visión de que sólo con intuición, con lo que han experimentado o lo que imaginan que es la CPC se pueden hacer actividades o generar productos exitosos.

Solución: conversar con el personal académico, estudiantado y las autoridades del Instituto, sobre cómo mejorar y promover la profesionalización o la colaboración con profesionales, para mejorar los resultados de los proyectos de CPC. Se han impartido algunas charlas y el segundo autor de este trabajo está dedicado a esas y otras tareas en el museo del PaBio. Hemos también impartido cursos breves para mejorar las actividades directas y los productos escritos.

Resultados: en general, se ha hecho una mejor planeación de proyectos. Las actividades encabezadas por la UCPB, han tenido resultados positivos.

Reto 2: Cambiar la noción (que aplica en pocas ocasiones) de que nos dirigimos a un público general, sin cuidar las necesidades y actitudes de audiencias diferenciadas.

Situación: Muchas de las actividades y productos sólo para satisfacer la curiosidad sobre plantas, animales y hongos lo que, aunque puede ser válido, viene de la creencia de que se debe “enseñar”, sin hacer diferencia de lo que es comunicar ideas o enviar mensajes que lleven a los públicos a saber más.

Solución: hemos invitado a las personas interesadas en CPC a estudiar a sus públicos y medir, de alguna manera, lo que estos buscan. A algunas de las personas comunicadoras y educadoras, que ya tienen años de experiencia en el Instituto, les cuesta aceptar este enfoque, y en sus actividades predomina el modelo de déficit, que puede funcionar, pero tiene huecos importantes.

Resultados: hemos introducido el concepto de planeación de cada proyecto, para así incluir el conocer a las audiencias con un antes y un después de cada intervención y satisfacer mejor sus necesidades. Ha habido receptividad, pero hay un largo trecho por recorrer en este sentido.

Reto 3: Generar mensajes efectivos, que pongan el énfasis en el estudio y conservación de la biodiversidad.

Situación: se manejan concepciones muy generales sobre los objetivos de cada proyecto. Hemos por ello incluido la necesidad de la evaluación como parte de la planeación.

Solución: impartir cursos y conversar a profundidad con quienes se interesan en elaborar productos o hacer actividades para cada tipo de público y remarcar que no necesariamente se busca el aprendizaje. Todavía hay algunas personas que prefieren mantenerse en el uso de las técnicas que crearon años atrás y que para ellas funcionan, pero que es necesario mejorar.

Resultados: cada vez son más las personas académicas que se reúnen con las personas comunicadoras para planear sus actividades, y con ello los mensajes y la revisión de resultados.

Reto 4: Diferenciar y combinar, cuando sea posible, comunicación de la ciencia y educación ambiental.

Situación: es importante modificar la idea de que hacer divulgación y hacer educación ambiental es prácticamente lo mismo. Aunque en muchos casos las intenciones se acerquen, tienen puntos de origen y llegada distintos.

Solución: hemos intentado cambiar, a través de seminarios y reuniones de planeación, la noción de que ambas áreas son lo mismo. Ha habido cierta receptividad.

Resultado: Es uno de los temas donde más resistencia hemos encontrado entre quienes hacían, desde hace tiempo, “difusión o divulgación” en el Instituto.

Reto 5: Involucrar a estudiantes de licenciatura y posgrado del IBUNAM en labores de CPC.

Situación: mucho estudiantado, de nuestro Instituto o de la Facultad de Ciencias de la propia UNAM, está interesado en actividades de CPC, pero les falta formación, aunque sea básica, en el campo.

Solución: apoyar al estudiantado que ya trabaja con sus directoras y directores de tesis o asesores, para que encuentren en la CPC un campo que contribuye a su formación, lo que les dará herramientas como investigadoras, investigadores o docentes e incluso que puedan encontrar a través de los distintos programas de posgrado de CPC que hay en el país y fuera de él.

Resultado: cada vez más estudiantes se acercan a la Unidad de Comunicación Pública de la Biología, especialmente en el museo del PaBio, para colaborar. Hemos dado pequeñas charlas e involucrado a muchas y muchos de ellos en nuestras actividades, con muy buenos resultados.

Reto 6: Reforzar una perspectiva de género en cada actividad.

Situación: aunque la UNAM ha avanzado en este tema, persiste en la mente de muchas de las audiencias, el que la ciencia y especialmente el trabajo de campo en Biología, son tareas de hombres.

Solución: invitar niños, niñas y jóvenes que asisten a las actividades dejar atrás esta barrera y reforzar entre ellos la idea de que cualquiera puede dedicarse a la ciencia. Especialmente resaltamos en redes, y presencialmente, las aportaciones que muchas mujeres han hecho a la biología en México. Damos un lugar relevante a la participación de académicas y de nuestras estudiantes mujeres en nuestras actividades. También hemos buscado utilizar lenguaje inclusivo, aunque sigue habiendo resistencia en algunos sectores.

Resultado: las actividades con perspectiva de género han crecido.

Espacios

Reto 1: Trabajar permanente con dos museos.

Situación: la cantidad de actividades culturales (incluidas las relacionadas con ciencia), que ofrece la UNAM es muy alta, así que debemos tener cuidado con la sobreoferta, para ser eficientes. Con frecuencia, cada grupo desea llevar a cabo muchas actividades y ni los espacios, ni quienes participan, pueden cubrir todo el espectro organizativo y de evaluación. Aunque el Jardín Botánico tiene programadas visitas y actividades prácticamente todo el tiempo (muchas pagadas) se tiene una asistencia desigual y sólo se mide su impacto por el número de visitantes. En el museo del Pabellón hay un limitado número de personas responsables y becarias, lo que ha significado, en muchos momentos, una crisis.

Solución: convencer a los grupos de limitar la oferta y aumentar la calidad, para no exceder las capacidades de trabajo y los recursos. Invitar a más estudiantes a participar.

Resultado: tenemos programas de servicio social y voluntariado para paliar la situación e insistiremos en el tema de la evaluación.

Reto 2: Mantenimiento del museo del Pabellón Nacional de la Biodiversidad.

Situación: el museo tiene una buena y representativa muestra de ejemplares de la biodiversidad mexicana, más la exhibición de videos, además de objetos relativos a la interacción de las distintas culturas del país y los recursos biológicos. Mantener todas las exhibiciones, actualizarlas y sostener el funcionamiento de los equipos interactivos es costoso. A ello se debe sumar el poco personal para atender el museo. Tanto la Fundación

Slim (copartícipe de la creación del Pabellón hace dos años) como el Instituto de Biología hacen un gran esfuerzo, pero indudablemente bajo el esquema de gratuidad se dificulta la marcha del museo. El Mtro. González, coautor de este trabajo está encargado de las tareas de CPC en el museo, así como de las redes sociales del mismo, a las que ha sumado un muy participativo grupo de estudiantes y personas voluntarias, pero el trabajo es complejo.

Solución: las autoridades están siempre atentas a mejorar la situación y en busca de recursos para lograr el mejor funcionamiento del museo. Se mantiene el programa de becas para estudiantes guías.

Resultado: el equipo de personas que apoyan a la UCPB en el Pabellón ha colaborado en todo tipo de actividades, tanto elaboración de contenidos para redes sociales y actividades de divulgación como charlas y talleres, productos digitales y visitas guiadas al público del museo. Muchas de esas personas, tras su experiencia en el Pabellón, han manifestado su interés en dedicarse profesionalmente a la CPC.

Actividades

Reto 1: Continuar y mejorar los proyectos que ya se realizan y sumar otros con innovación en los temas relacionados con la biodiversidad.

Situación: cada actividad tiene el sello de sus proponentes y realizadores, lo que significa discutir esquemas diversos en cuanto a su concepción y los recursos para llevarlas a cabo.

Solución: hemos colaborado prácticamente con cada grupo, tanto en la sede central como en el Jardín Botánico y el museo del Pabellón, para mejorar, elaborar mensajes efectivos y hacer evaluación. Es un proceso lento, pero a cierto plazo creemos que será apreciado como positivo.

Resultado: se han programado mejor muchas de las actividades.

Reto 2: Buscar formatos para explicar conceptos como biodiversidad, riqueza biológica, uso de los recursos biológicos, grupos de organismos, evolución, biología molecular y otros temas relacionados con en el estudio de la naturaleza.

Situación: aunque el trabajo de investigación que se hace en el Instituto de Biología es de frontera y muy alta calidad poco se ha avanzado en discutir, a nivel de comunicación pública de la ciencia, la elaboración de mensajes clave para las audiencias y la explicación de conceptos alrededor de la biodiversidad, al igual que las metodologías, el manejo de bases de datos, los temas evolutivos, la conservación y el uso de los recursos bióticos. Salvo algunas excepciones, nos cuesta a todos salir del esquema de hablar sólo del grupo animal, vegetal o fúngico de especialidad.

Solución: realizar actividades integrales que se sumen a las de las colecciones y que puedan mostrar las interrelaciones en la naturaleza y con las personas, para contribuir al trabajo conjunto de distintas disciplinas. Es un campo donde el Jardín Botánico y el Laboratorio de Restauración tienen más experiencia ganada porque se aborda la perspectiva social.

Resultado: todavía hace falta mucho trabajo con varios grupos académicos para lograr hacer proyectos interdisciplinarios e integrales.

Reto 3: Usar las redes sociales para promover las actividades del IBUNAM y los contenidos biológicos, así como formar una imagen de las personas científicas en Biología.

Situación: es fuerte, entre las audiencias, el interés sobre la riqueza biológica de México y el trabajo que el instituto realiza, pero se requiere hacer crecer la presencia e influencia de nuestro trabajo entre distintos públicos. Las redes sociales son atendidas adecuadamente por tres personas y se retroalimentan constantemente entre ellas; además atienden no sólo lo que concierne a Comunicación Pública de la Ciencia, sino a cualquier evento relacionado con el Instituto o las áreas de trabajo que se cultivan, lo que es muy demandante en tiempo.

Solución: mejorar las publicaciones en FB, Instagram, X y Tik-Tok. Realizar productos virtuales para extender el mensaje del museo más allá de sus muros físicos. En muchos momentos hacemos énfasis en la labor de las personas académicas.

Resultados: en todas las sedes, especialmente el PaBio, ha crecido el número y calidad de las publicaciones. El aporte de los y las jóvenes estudiantes asociadas a la Unidad ha sido fundamental en el caso de las redes del PaBio. También se está trabajando la página web del museo, donde ya puede encontrarse una sala virtual del mismo.

Reto 4: Colaborar con otras instancias (universitarias o no universitarias) en actividades relacionadas con el estudio de la biodiversidad, incluidos el arte y las humanidades.

Situación: hay poca interacción con otras entidades universitarias de ciencia y de humanidades, para hacer CPC conjuntamente.

Solución: iniciamos algunos proyectos entre exposiciones y conversatorios.

Resultado: tuvimos una buena experiencia con el área de literatura de la UNAM, durante año y medio, al organizar conjuntamente conversatorios en el Jardín Botánico entre biólogos y escritores. Realizamos una exposición titulada “Coleccionar para Conocer” en la tienda (supermercado) de la UNAM en colaboración con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y la Dirección General de Divulgación de las Humanidades; la exposición duró seis meses y fue acompañada de charlas semanales impartidas por personas académicas del Instituto. Estamos trabajando en otra exposición, para ese mismo sitio, sobre una especie emblemática, que es el ajolote y su relación con Xochimilco y los chinamperos productores. Un Foro del Jardín Botánica, que se había mantenido cerrado por largo tiempo, ha sido abierto con exposiciones.

Reto 5: Fomentar vocaciones científicas, especialmente en el campo de las ciencias biológicas.

Situación: México es un país megadiverso; para estudiar esa riqueza biológica, así como su uso y conservación, se requiere de profesionales formados en ciencia, por lo que incentivar esta vocación en las y los estudiantes de niveles previos a la licenciatura es fundamental.

Solución: muchas de nuestras actividades están orientadas a la población infantil y juvenil, no sólo para invitarles a saber más sobre biodiversidad, sino para hacer un proyecto de vida en biología.

Resultado: las exhibiciones de material de las colecciones, que suelen ser muy atractivas para niños, niñas y jóvenes, las hemos usado a nuestro favor, especialmente en el museo del Pabellón, para hablarles de lo atractivo que es dedicarse a la Biología. Hemos encontrado buena receptividad.

Conclusiones

El trabajo de una Unidad de Comunicación Pública de la Biología, a casi dos años de su creación, ha significado una variedad de retos que hemos buscado enfrentar con distintas soluciones, discutidas con frecuencia en grupos de trabajo. Los retos no son fáciles de resolver, tanto por las limitaciones presupuestarias, como por la forma en que en el pasado se planeaban proyectos. Es necesario hacer crecer una visión innovadora, que considere las tendencias más recientes en CPC y las particularidades de los temas a desarrollar; es urgente, por ejemplo, hablar de la pérdida de biodiversidad, lo que se suma el cambio climático y la contaminación, sin dejar de lado los tópicos clásicos.

Algunas oficinas en nuestra Universidad, con funciones similares a la nuestra tienen condiciones de trabajo parecidas y algunas incluso con menos recursos humanos, por lo que esperamos que las reflexiones que hacemos en este texto puedan aportar algo a su trabajo, pero que también puedan servir a todas las personas interesadas en hacer crecer la cultura científica entre la comunidad universitaria y otras audiencias, algo que cada vez cobra mayor relevancia en este campo en México, tal como han señalado algunos autores (Aguilera y Domínguez, 2023, p. 1). Estamos todavía en una etapa inicial, por lo que esperamos que nuestras acciones maduren para mejorar la calidad de la CPC que se realiza en el Instituto de Biología.

Referencias

Aguilera, P. y Domínguez, C. (2023). Bases conceptuales para la creación de un Centro para la Comunicación de las Ciencias. *Journal of Science Communication – América Latina* 06(02). <https://doi.org/10.22323/3.06020202>

Cuando un científico se convierte en comunicador de la ciencia / *When a professional scientist becomes a science Communicator*

Iván Jalil Antón Carreño Márquez¹¹

Contacto: jcarreno@upchihuahua.edu.mx

Palabras clave: divulgación, evaluación, política pública, SNII

Resumen: Con frecuencia se asume que si una persona es experta en algún tema también posee la capacidad de explicarlo y transmitir emoción a todos los que estén dispuestos a escuchar. En la práctica, esta suposición simplemente no es cierta. Es bastante común que los científicos carezcan de las habilidades para interactuar con audiencias diferentes a sus pares u otros públicos especializadas. Fueron entrenados para interpretar datos concretos, no para dialogar con audiencias diversas o explicar fenómenos complejos con peras y manzanas. Sin embargo, a medida que la comunicación científica se ha posicionado en la agenda pública se ha vuelto deseable que nuestros científicos, investigadores y especialistas tengan una formación mínima centrada en comunicar eficazmente su trabajo. En los últimos años varios países de América Latina, como México, Colombia y Argentina, han ajustado sus políticas públicas en materia de ciencia y tecnología para incorporar la comunicación pública de la ciencia a las actividades sustantivas de sus científicos. Si bien este cambio de paradigma debe celebrarse, muchos aspectos de este nuevo esfuerzo deben analizarse, negociarse y delimitarse. Cada país implementa un enfoque diferente al problema de la democratización de la ciencia, pero algunas cuestiones son comunes. ¿Cómo evaluamos los productos de comunicación científica de los científicos de tiempo completo? ¿Cuáles son los parámetros mínimos de calidad esperados? ¿Cuál debería ser el alcance de estas actividades? ¿Qué deberíamos hacer nosotros, como parte del ecosistema de la comunicación científica, para

¹¹ Iván Jalil Antón Carreño Márquez / *Universidad Politécnica de Chihuahua*

evitar que esta nueva tarea asignada a los investigadores resulte contraproducente? Para comenzar a responder estas preguntas es esencial comprender qué está haciendo cada país para incorporar la comunicación científica en sus políticas públicas. Para ello, se analizó la incorporación de los miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de México en el ecosistema de la comunicación pública de la ciencia y se detectaron áreas de oportunidad y retos que deberán ser atendidos en el corto plazo si se espera que un científico se convierta en comunicador de la ciencia.

Introducción

Durante la segunda mitad del siglo XX, cuando se gestaba la era moderna de la divulgación de la ciencia en México, no existía una idea clara de que era divulgar; que objetivos se querían alcanzar y las estrategias que se podían utilizar. Tomo varios años de prueba y error de los proto-divulgadores poder empezar a generar un arte mínimo para ejercer el oficio. Desde “traducir” el lenguaje científico a uno más coloquial, hasta la gestión de proyectos de ciencia ciudadana, horizontal y bidireccional, la divulgación ha sufrido varias transformaciones. Se puede argumentar que han existido varias etapas u “olas” los últimos 70 años de la divulgación en México. De forma sucinta, la primera ola corresponde a los primeros esfuerzos de llevar la ciencia al gran público con recursos y métodos que apenas se estaban generando. La segunda ola corresponde a los primeros esfuerzos de profesionalización y la tercera a la apertura de la CPC a perfiles profesionales tan diversos como el periodismo, el teatro, la música, la academia, entre muchos otros (Sánchez-Mora et al., 2015).

La apertura del oficio de la divulgación científica ha traído consigo, sin duda, muchos aspectos positivos; desde la inclusión de nuevas visiones hasta la expansión de las metodologías, sin embargo, también ha representado retos muy serios. La generación de indicadores de calidad, la homogenización de criterios o el establecimiento de objetivos comunes, entre muchos otros, han sido temas que generan tensión dentro del gremio de la divulgación, e incluso, con otros grupos de profesionales como los científicos, los políticos o los tomadores de decisiones. Esta falta de homogeneidad se puede apreciar en el mismo uso del término “divulgación de la ciencia”. Habrá quien use este término de manera indistinta y desenfadada puesto que transmite una idea general de la labor que se realiza, sin

embargo, hay sectores del ecosistema de la CPC que lo consideran un concepto anacrónico y se decantan por otros como “comunicación pública del conocimiento” o “acceso universal al conocimiento”, solo por mencionar un par. Esta batalla semántica no carece de argumentos astutos en ambos bandos, y más allá de quien pudiese adjudicarse la victoria conceptual, esta escaramuza ejemplifica a la perfección la diversidad que existe en el gremio (Massarani, 2018).

Una política pública que necesita especial atención

El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), rector de la investigación científica en México desde la década de 1970, ha estado revisando sus lineamientos en los últimos años. Si bien desde 2008 el reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ahora Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), mencionaba tangencialmente la divulgación científica y tecnológica (DCT) como requisito para ingresar y permanecer, su importancia ha variado en distintas versiones del reglamento. La última actualización del reglamento establece como uno de los objetivos del sistema "fomentar la cultura científica en la sociedad mediante el reconocimiento de actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento". Además, menciona que el acceso universal al conocimiento y sus beneficios sociales son un parámetro para evaluar a quienes buscan ingresar al sistema. Sin embargo, la redacción del reglamento utiliza estos tres conceptos ("cultura científica", "divulgación científica" y "apropiación social del conocimiento") sin aclarar sus diferencias o matices. Esto ha generado preocupación entre los divulgadores experimentados, quienes si bien ven un avance en esta política pública, consideran necesaria una reflexión más profunda para que esta no tenga efectos contrarios a lo que busca. Una de las inquietudes principales es qué se considera un producto válido para la evaluación y cuáles son los criterios mínimos de calidad. Si bien se establecen criterios iniciales como la originalidad, el impacto y la claridad en la transmisión del conocimiento, es necesario definirlos con más detalle para evitar que estas actividades carezcan de calidad y se conviertan en meros ejercicios de simulación (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, 2022).

Más de 43,500 investigadores forman parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) según datos actualizados al primer trimestre de 2024. Para ingresar al sistema en el Nivel Candidato, se requiere al menos una actividad de acceso universal al conocimiento en el período de evaluación, mientras que para el Nivel I se exigen 2 actividades y 4 para los Niveles II y III. Esto implica que, en los próximos años, debería haber una cantidad de actividades de Comunicación Pública de la Ciencia (CPC) igual o superior al número de miembros del sistema. Si bien no se cuenta con cifras precisas sobre la cantidad de divulgadores de tiempo completo y medio tiempo en el país, es probable que su número sea considerablemente menor al de los "nuevos divulgadores" que ha generado el SNII. Entre 2023 y 2024, periodos de evaluación en los que se implementaron estos nuevos criterios, muchos investigadores se abocaron a la búsqueda de actividades que pudieran clasificarse como de "acceso universal al conocimiento" sin necesariamente tener claro que significaba esto. Las revistas nacionales especializadas en artículos de divulgación experimentaron un aumento significativo en la cantidad de propuestas recibidas, lo que llevó a algunas de ellas a establecer periodos específicos para la aceptación de contribuciones. De igual manera, se observó un incremento notable en eventos en línea, videos de conferencias o charlas en YouTube, así como en la cantidad de voluntarios dispuestos a impartir talleres o actividades lúdicas relacionadas con la divulgación científica. Incluso, se ha agregado el epíteto "de divulgación" a eventos académicos de larga trayectoria.

Perspectiva en el corto plazo

Ya se han propuesto modelos multidimensionales de entrenamiento de comunicación de la ciencia para científicos (Llorente y Revuelta, 2023), sin embargo, de no existir un incentivo institucional para implementarlos es difícil que los científicos adquieran, por voluntad propia, las herramientas y conocimientos teóricos que requieren para realizar sus actividades de CPC de manera adecuada. El variopinto gremio de la CPC tiene la oportunidad de ofrecer, desde la práctica y la academia, propuestas de evaluación para el desempeño del personal científico del país, no desde los indicadores típicos si no desde aquellos diseñados exprofeso para evaluar el tránsito desde las ciencias exactas a la divulgación e la ciencia. Existen esfuerzos que han tratado de llenar este vacío, como el proyecto QUEST (Quality and Effectiveness in

Scienca and Technology Communication), el cual define, mide y apoya la calidad en la comunicación de la ciencia. Estos esfuerzos podrían ser retomados para proponer mejoras a esta nueva política pública y coadyuvar al establecimiento de parámetros mínimos de calidad. Esta tarea es en beneficio de todos ya que se desea incentivar las vocaciones científicas y no (arriesgarse a) inhibirlas por algún científico que tuvo que llenar una casilla en su evaluación.

Referencias

Massarani, L. (2018) Estado del arte de la divulgación de la ciencia en América Latina. *Journal of Science Communication América Latina* 01(01) A01.

<https://doi.org/10.22323/3.01010201>

Sánchez-Mora, C., Reynoso-Haynes, E., Mora, A. M. S. y Parga, J. T. (2015) Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession. *Public Understanding of Science*. 24(1):38-52. <https://doi.org/10.1177/0963662514527204>.

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (2022). Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores. *Diario Oficial de la Federación* 10/8/2022. Recuperado de: https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/Reglamento_Sistema_Nacional_de_Investigadores_10_agosto_2022.pdf.

Llorente, C. y Gema, R. (2023) Models of Teaching Science Communication. *Sustainability* (15) 6:5172. <https://doi.org/10.3390/su15065172>

Un gabinete para despertar la curiosidad

Adriana Bravo Williams y Paola González Domínguez¹²

Contacto: wbravo@dgdc.unam.mx, pgonzalez@dgdc.unam.mx

Palabras clave: colecciones históricas, estrategias museográficas, evaluación sumativa, comunicación de la ciencia.

Resumen: En este artículo se abordan los aspectos generales de diseño y las estrategias museográficas que se utilizaron para montar una vitrina con artefactos históricos de ciencia y tecnología que pertenecen a una colección patrimonial que resguarda **el Museo Universum**. Se plantea el contexto y los retos museográficos que se tuvieron para promover el interés por un acercamiento más efectivo del visitante hacia la exhibición para provocar la curiosidad por saber más acerca de objetos del siglo pasado.

Se presentan también los resultados de la evaluación que se realizó con tres grupos específicos de público: visitantes jóvenes y adultos, facilitadores del museo y niños y niñas de 6 a 12 años.

De acuerdo con las opiniones recabadas, la mayoría de las personas encuestadas declararon estar de acuerdo con los elementos museográficos que conformaron el Gabinete y manifestaron su interés en los objetos históricos. Consideramos que la experiencia fue muy enriquecedora y que las opiniones encontradas nos servirán para reformular la exposición de artefactos históricos con la visión del usuario para mejorar la comunicación de la ciencia con los recursos del museo.

¹² Adriana Bravo Williams y Paola González Domínguez / *Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universum el Museo de las Ciencias, UNAM*

Introducción

Desde que Universum, el primer Museo de las Ciencias de la UNAM, abrió sus puertas al público han estado presentes los objetos históricos que complementan la temática de algunas salas. Al día de hoy, en el pasillo que comunica la salas de “Salud, vida en equilibrio” y “Sexualidad, vivirla en plenitud es tu derecho” se exhibe parte de una magnífica colección de 53 microscopios fabricados en un periodo de 1834 hasta 1980 (Heine, en Flores Valdés, 1998. pp 66); en la entrada de la sala “La Química está en todo” se seleccionaron más de 14 artefactos antiguos de diferente manufactura que dan cuenta del avance tecnológico que se ha logrado gracias al descubrimiento de nuevos materiales en la Química; y en la sala del Universo se exhibe un gran telescopio reflector newtoniano que fue fabricado por los ingenieros mexicanos de apellido De la Herrán, padre e hijo.

Estos objetos pertenecen a una importante colección de más de mil objetos con valor histórico de ciencia y tecnología que fueron donados por un coleccionista de “corazón”, el Ing. José De la Herrán hijo, que veía en cada uno de ellos la oportunidad de ‘aprender a ver’, ‘aprender a hacer’ y ‘aprender a aprender’, de desentrañar el avance de la ciencia y la técnica a través de descubrir los mecanismos de funcionamiento y los elementos nuevos que cada innovación tecnológica trae consigo. Este fue el espíritu con el cual el Ingeniero De la Herrán trabajó la curaduría de equipos que conseguía aquí y allá, esta forma de autoaprendizaje a través de los objetos, seguramente, le sirvió para hacer el que fue el telescopio más grande de México y del mundo (Boulouf, pp 8-12), para hacer nuevas propuesta de equipamientos en los museos y para desarrollar sus productos de divulgación en muchos medios de comunicación, queremos mantener este espíritu como eje rector en las propuestas de comunicación de la ciencia con equipos de valor histórico de ciencia y tecnología.

Y también, creemos que los equipos históricos pueden concebirse como medios para vincular los contenidos del museo y para establecer relaciones entre la ciencia, sus teorías, sus procesos y la realidad, retomando las palabras del filósofo de la tecnología Langdon Winner: “las maneras, tanto obvias como ocultas, en que la vida diaria se transforma por el papel mediador de los elementos técnicos” (Winner, 2008, p 42).

Los objetos biológicos no solamente eran un elemento fundamental en un gabinete de curiosidades, sino que se incluyeron para que fueran un fuerte atractivo visual hacia la vitrina. Se seleccionaron los más grandes para que llamaran la atención del visitante que transitaba por el vestíbulo o que iba de paso a otra actividad, aunado a ello, algunas especies que se colocaron están en peligro de extinción por lo que resultaron objetos aún más raros para algunos visitantes.

Los artefactos más antiguos que se seleccionaron pertenecen de la segunda mitad del siglo XIX a las primeras décadas del siglo XX, con un gran valor histórico. En su mayoría, son objetos grandes que fueron utilizados con diferentes fines en su contexto original, los modelos actuales que los han sustituido en sus funciones no guardan ninguna semejanza visual con la cual el visitante pueda hacer relaciones que asocian los modelos que se presentan y los que usa en su vida diaria.

Por lo dicho en el párrafo anterior, otro reto mayor en el proceso de planeación fue la redacción de las cédulas de información, que debían ser cortas, con elementos fundamentales como el uso o su funcionamiento, pero suficientemente claros y de contenido accesible para el usuario, que fuera un elemento mediador entre el objeto y el usuario. Bajo estas premisas, se redactaron algunas cédulas 'pie de objeto' con una pregunta y se invitaba al usuario a buscar la respuesta en cédulas de mano colocadas en un atril externo al gabinete. Esta estrategia tenía doble fin, por un lado se buscó que el usuario leyera información complementaria en la cédula de mano, pero también, se pretendía que el usuario, inspirado por la curiosidad de buscar respuesta a la pregunta, tuviera una segunda mirada al objeto para focalizar con más detalle sobre él.

Se observaba mucha gente que en su tránsito por el pasillo se detenía para observar el Gabinete de Curiosidades: señalaban los objetos, comentaban, leían las cédulas, tomaban fotos o simplemente observaban unos segundos y continuaban hacia las actividades que ya tenían programadas.

¿Cuál era el atractor del Gabinete, eran las especies biológicas únicamente?, ¿el arreglo museográfico era una provocación para observar con más detenimiento los objetos históricos?

Evaluación sumativa

Para conocer la relación objeto usuario con el Gabinete, se llevó a cabo una evaluación con tres sectores diferentes de público: se encuestaron 174 jóvenes y adultos que visitaban Universum y permanecieron más de 1 minuto observando el gabinete; se aplicó un cuestionario a 27 facilitadores de Universum con perfiles académicos de física, biología, matemáticas, química; y se desarrolló una metodología para obtener información visual, auditiva y verbal de manera directa e indirecta a niños y niñas de 6 a 12 años.

Resultados obtenidos de visitantes y facilitadores de Universum

En general, de 174 personas visitantes, la opinión sobre la visibilidad de los elementos contenidos en la vitrina fue favorable:

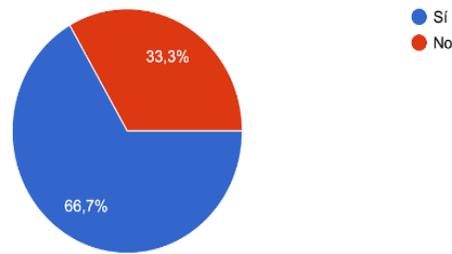
- 77% podían ver bien todos los objetos, 62% pudieron leer la información y 70% opinaron que estaban muy de acuerdo con la distribución del contenido.
- 79% opinaron que la iluminación del interior fue adecuada y a 71% les permitió leer las cédulas, 48% no estuvieron muy de acuerdo en que la iluminación exterior fuera la adecuada.
- 71% opinaron que el ruido del ambiente permitió mantener el diálogo.
- 72% opinó que el contenido (información) de los textos llamaron su atención, 70% estuvo muy de acuerdo con la extensión de los mismos, pero 21% declararon que hay términos que necesitan aclarar.

Las respuestas de los facilitadores de Universum no difieren mucho de los porcentajes que se obtuvieron con los visitantes respecto a que la visibilidad de los elementos y el contenido fueron accesibles.

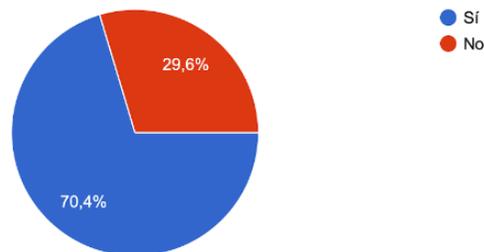
Pero si encontramos una gran diferencia de opiniones entre ambos grupos respecto de las cédulas de mano. De 174 visitantes encuestados, 103 opinaron que las cédulas de mano no eran visibles y no las leyeron, solamente al 32% de los visitantes les llamó la atención

Por el contrario, los facilitadores del Universum opinaron que:

¿Las preguntas promueven la lectura de las cédulas de mano?
27 respuestas



¿Las preguntas me hacen mirar nuevamente al objeto?
27 respuestas



Resultados obtenidos con niños y niñas

Con ayuda de un protocolo semiestructurado se pudieron obtener datos cualitativos y cuantitativos de 65 entrevistas que se realizaron a niños y niñas de 6 a 12 años. Esta información se enriqueció con datos que se obtuvieron a través de grabaciones en video para lograr observar la perspectiva visual de los niños cuando interactuaron con el Gabinete.

La interpretación de los resultados en los tres sectores de público nos lleva a afirmar que el Gabinete de Curiosidades es un detonante de la curiosidad e interés del visitante.

Reflexiones finales

El estudio que se realizó no es concluyente en muchos aspectos, es una nueva mirada que nos da elementos a considerar para que en las próximas propuestas museográficas se consideren las opiniones del público para enriquecer su experiencia en el museo.

Así como también, es un punto de partida para la construcción de protocolos de investigación más versátiles que nos permitan trazar nuevas rutas de conocimiento en la comunicación pública de la ciencia en los museos.

Referencias

Alfageme González, M. B., & Martínez Valcárcel, N. (2007). Un Modelo Pedagógico en un Contexto No Formal: El Museo. *Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 15, 1-19.

Boulouf de la Torre, F., Irigoyen Camacho, R.M. (2019). *José Ruiz de la Herrán. Constructor del que fue el telescopio más grande del mundo*. AAPAUNAM. Academia, Ciencia y Cultura. pp 8-12). <https://medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2009/pa091c.pdf>

Delval, J. (2012). El método clínico crítico. Descubrir el pensamiento de los niños: introducción a la práctica del método clínico. (pp. 57-88)

Flores Valdés, J. Compilador. (1998). *Cómo hacer un museo de Ciencias*. FCE. Ediciones Científicas Universitarias. México.

Pastor Homs, M. I. (2001). Educació i cultura. *Revista mallorquina de pedagogía*, 14, 87-99. Winner, L. (2008). *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Barcelona, Gedisa.

Ramos, J. M. G. (2012). Fundamentos pedagógicos de la evaluación.

Comunicación de la ciencia y videojuegos serios

Axel Alejandro González Becerril¹³

Contacto: axelgz@ib.unam.mx

Palabras clave: videojuegos, evolución, ciencia recreativa, interactividad

Resumen: Los videojuegos cada vez están más integrados a nuestra cultura, mantienen una relación cercana a la ciencia y tienen un gran potencial para la comunicación pública de la misma.

En este escrito se exploran las relaciones entre la comunicación pública de la ciencia y los *videojuegos serios*, recuperando un caso de análisis de videojuegos serios que buscan comunicar evolución por Selección natural. Con el objetivo de ayudar a reconocer algunas de las características útiles de este medio para la comunicación pública de la ciencia.

Introducción

Los videojuegos cada vez están más integrados a nuestra cultura, su origen puede remontarse a mediados del siglo XX. Los primeros videojuegos reconocidos por muchos autores son “*Tenis for two*” (1958) que precede a las computadoras y funcionaba con un osciloscopio o “*Space War!*” (1962) que se desarrolló para la minicomputadora DEC PDP1 en el MIT. Este último se compartió entre distintas universidades de manera gratuita gracias a la facilidad para replicar archivos digitales. Los videojuegos todavía no eran un negocio.

La historia cambió cuando Nolan Bushnell, fundador de la compañía *Atari*, sacó al mercado el juego “*Pong*” en 1971, este juego fue el primero en generar cantidades importantes de dinero y marcar el nacimiento de la industria de los videojuegos, que desde hace años supera

¹³ Axel Alejandro González Becerril / *Universidad Nacional Autónoma de México*

en ganancias económicas a otras industrias del entretenimiento como el cine (Luzardo, *et al*, 2019, p. 6)

Desde entonces los videojuegos han vendido millones de copias, originalmente en los salones de *arcade*, posteriormente en los hogares con consolas de videojuegos y computadoras domésticas y actualmente también se encuentran en los teléfonos móviles de muchas personas.

Algo relevante de los videojuegos y en general de los medios digitales es su capacidad para replicarse casi sin costo, basta con duplicar el archivo y compartirlo, como ocurrió con “*Space War!*”, por esta razón las compañías productoras de música, películas y videojuegos han buscado poner candados a las copias digitales ilegales. A pesar de esto en algunos casos puede resultar deseable que se hagan copias de los videojuegos, particularmente cuando no se buscan ganancias económicas y se quiere llegar a públicos amplios.

Conforme los videojuegos se han popularizado también lo ha hecho su relevancia cultural y sus representaciones estéticas, mismas que podemos encontrar más allá de los límites de las pantallas; en libros, música, ropa o arte urbano. Encontrando muchos casos donde su influencia es clara, algunos ejemplos son el género musical *chiptune*, libros como *Ready player one* o las obras del artista urbano *Space invader*, sin contar todas las adaptaciones que se han hecho de videojuegos a películas o series.

Los videojuegos también se nutren de la cultura, incluida la cultura científica, utilizando a la ciencia frecuentemente como inspiración en elementos narrativos, estéticos o visuales. Además, los avances tecnocientíficos de las computadoras dictan las posibilidades técnicas de las plataformas digitales de juego. A mayor capacidad de procesamiento y memoria se podrán representar mundos virtuales y sistemas más complejos. Algo interesante y relevante es que los videojuegos también pueden influir en las prácticas científicas y en la comunicación pública de la ciencia como veremos a continuación.

Videojuegos y comunicación pública de la ciencia

Los videojuegos han sido reconocidos por su potencial para comunicar ciencia, tanto videojuegos comerciales (diseñados para entretener y satisfacer al jugador) como

videojuegos desarrollados explícitamente para comunicar un mensaje científico. En el primer caso se pueden analizar las representaciones de la ciencia, los científicos o sus prácticas. Tanto en su historia, narrativa, estética o demás elementos formales.

En el segundo caso los videojuegos son desarrollados explícitamente con el propósito de comunicar un mensaje científico y tienen el reto de hacerlo al mismo tiempo que son entretenidos por lo que los podemos considerar *juegos serios*.

Juegos serios

Todo juego debe ser divertido y entretenido por definición por lo que el término “juego serio” parece una contradicción a primera vista, pero en realidad representa un oxímoron. Fue propuesto por Clark Abt en la década de 1970 para referirse a juegos donde “*se tenga la libertad experimental y emocional del juego libre [junto con] la seriedad de pensamiento y de problemas que requiere*” (Abt, 1970, p. 11).

Este concepto puede adoptarse para denominar a videojuegos que además de ser entretenidos tienen una función adicional, pueden ser educativos, para entrenamientos militares, para generar conciencia de algún tema social, para capacitar empleados de una fábrica o para comunicar ciencia.

Videojuegos serios y comunicación de la ciencia

Existen juegos serios que buscan comunicar ciencia desde los primeros años de la industria, un ejemplo es “*Basic Math*” (1977) videojuego desarrollado para el Atari 2600 que busca enseñar matemáticas, esto lo hace a partir de mostrar operaciones matemáticas como sumas o restas a las que le falta la respuesta, misma que debe ser escrita con ayuda del joystick. Siendo un ejemplo de algo llamado “brócoli cubierto de chocolate”, es decir un sistema interactivo con mecánicas aburridas o triviales etiquetado con el nombre de “juego” para hacerlo más atractivo. Los “brócolis cubiertos de chocolate” no sólo ocurren en videojuegos, sino que también pueden encontrarse en talleres o actividades de ciencia recreativa. Una

forma de evitarlo es buscar integrar el mensaje que se busca comunicar con las mecánicas, estética y narrativa del juego.

Por fortuna también existen videojuegos serios para la comunicación de la ciencia que logran incorporar de manera efectiva el mensaje en el sistema del juego, e incluso otros van más allá y se vuelven herramientas para la construcción del conocimiento científico al ser juegos serios de ciencia ciudadana, como es el caso de “*Eter.Na*” (2010), “*Fraxinus*” (2013) o “*Fold.it*” (2008).

La forma en la que los juegos comunican ciencia está ligada directamente a su diseño, en particular al diseño de las reglas del sistema, las mecánicas del juego, su interacción con la narrativa, representaciones gráficas e interactividad. También las facilidades o dificultades para hacerlo dependerán del mensaje científico que se busque comunicar. Un tema que ha sido reconocido como un reto en la comunicación pública de la ciencia es la evolución biológica.

El caso de la evolución biológica

La evolución es un tema central para la ciencia, es la columna vertebral que articula las distintas áreas de la Biología. Por ejemplo; explica el origen de las especies, la resistencia de las enfermedades a antibióticos, las plagas por especies invasoras, el registro fósil o el origen de la especie humana.

Aunque las ideas de cambio en las especies son antiguas, Charles Darwin y Alfred Rusell Wallace son considerados los padres de la teoría evolutiva moderna al explicarla por medio de la teoría de la Selección natural presentada originalmente en la Sociedad Linneana de Londres en 1858. A pesar de su antigüedad, su teoría sigue siendo reconocida como el núcleo de la teoría evolutiva moderna. Sin embargo, resulta difícil de comunicar por diversas razones que expondré a continuación.

Dificultades para comunicar evolución

Una primera dificultad es el uso del término “evolución”, es que en el lenguaje común suele asociarse a la idea de progreso, algo que no siempre ocurre en la naturaleza. Otra dificultad es el uso del término “Selección natural” que hace parecer que existe una voluntad seleccionadora cuando lo que opera es el azar, el ambiente y otros seres vivos. González (2017, p, 41-42) recuperando a Sinatra (2014) menciona otras dificultades para comunicar este proceso encontrando que: 1) La evolución entra en conflicto con ideas intuitivas principalmente con ideas esencialistas y teleológicas. 2) Existe una mala comprensión del proceso, por ejemplo, que los humanos evolucionamos de los monos modernos. 3) La teoría es conceptualmente compleja para comprenderla hay que tener nociones de sistemas complejos, tiempo profundo o incertidumbre. 4) Puede retar la identidad de los individuos y 5) Puede encontrar obstáculos emotivos y emocionales.

Todas estas razones hacen que comunicar evolución por selección natural sea un reto que los videojuegos, al menos parcialmente, pueden ayudar a superar.

Videojuegos serios y evolución

La evolución ha sido un tema utilizado como inspiración, recurso narrativo y estético en muchos videojuegos, por ejemplo, la saga de “*Pokemon*” o la de “*Spore*”. A pesar de esto no han sido tantos los que han buscado comunicar el proceso de forma adecuada o seria de acuerdo a la ciencia.

Aquellos juegos serios de evolución suelen hacerlo a partir de representar el proceso de Selección natural. Estos suelen ser desarrollados por museos o centros de ciencias, canales de televisión o personas entusiastas, por lo que su presupuesto suele ser mucho menor que el de los videojuegos comerciales ya que frecuentemente son gratuitos.

Análisis de videojuegos de evolución

En el 2017, González analizó cuatro videojuegos serios que buscan comunicar evolución por selección natural: “*El juego de las polillas*” (2008), “*The evolution experience*” (2006), “*Who*

wants to live a million years?” (2008) y “*Genepool swimbots*” (1997). Los dos primeros pertenecientes a exposiciones museográficas, el tercero desarrollado por un canal televisivo de ciencia y el último por una compañía independiente. Encontrando tras un análisis formal de los elementos que los componen, que todos ellos tienen sistemas de juego con una estructura similar, todos muestran el proceso de evolución mediante iteraciones o ciclos de juego, integrando en su sistema una estructura análoga a la de un algoritmo genético que resulta a su vez coherente con el núcleo duro de la teoría evolutiva. Es decir que todos consisten en una población virtual original con variaciones fenotípicas, estas poblaciones pueden ser de unos pocos individuos a cientos. Después la población es sometida a una *lucha por la existencia* donde suele haber uno varios factores seleccionadores como el clima o un depredador hipotético. Finalmente, los organismos mejor adaptados se reproducen de acuerdo a las reglas del juego y heredan sus características con algunas variaciones (mutaciones) a una nueva generación que experimentará lo mismo. Varias iteraciones de este proceso son las que llevan a la población virtual a evolucionar a lo largo de generaciones y del tiempo.

La evolución por Selección natural es un proceso complejo y en los videojuegos puede comunicarse mostrando también procesos donde las y los jugadores son partícipes. La flexibilidad de los mundos virtuales en los juegos analizados hace que el tiempo representado entre una iteración y otra pueda modificarse de acuerdo al diseño y objetivos del juego.

La forma en la que los videojuegos serios de evolución analizados por González comunican el proceso varía principalmente por la manera en la que introducen la agencia del jugador (las mecánicas), dentro del proceso del algoritmo. Describir la metodología de análisis que se utilizó rebasa los objetivos de este escrito pero vale la pena señalar que todos los juegos analizados articulan las mecánicas con la narrativa de los videojuegos. Además de que sus desarrolladores se enfrentaron a los retos para comunicar evolución ya mencionados siendo posiblemente el más complicado de abordar desde el diseño la *lucha por la existencia*, y presentarla sin una voluntad seleccionadora. A pesar de esto, los cuatro videojuegos logran comunicar la evolución de forma efectiva al incorporar las mecánicas a la narrativa y haciendo manifiesto la importancia de las iteraciones en el proceso de variación, *lucha por la existencia* y herencia para que ocurra la evolución por Selección natural.

Conclusiones

Los videojuegos cada vez están más extendidos y como industria cultural cada vez tienen una mayor influencia en nuestras vidas. La comunicación de la ciencia ha aprovechado esto y parece ser que los videojuegos serios tienen un gran potencial en este campo. A continuación, enlistare algunas características reconocidas en videojuegos serios que pueden resultar provechosos para la comunicación pública de la ciencia:

- 1) Su capacidad para replicarse, es decir que es sencillo y relativamente barato realizar copias digitales, lo que permite llegar a públicos amplios.
- 2) Su facilidad para representar sistemas complejos gracias a la capacidad de procesamiento de las computadoras, se pueden representar cientos o miles de individuos en una pantalla interactuando de maneras específicas.
- 3) Su capacidad de representar límites espaciales y temporales flexibles. En un videojuego se puede representar fácilmente algo del tamaño de una célula o una galaxia, al igual que millones de años en un segundo, o un segundo en horas.
- 4) Al ser un medio digital puede subirse a la web y consultarse en cualquier momento o en cualquier lugar, siempre y cuando se cuente con los medios necesarios. Al mismo tiempo, una desventaja de esto, es que, al ocurrir actualizaciones en las páginas web y navegadores, los videojuegos pueden desaparecer o volverse incompatibles.
- 5) Por sus características particulares pueden ayudar a comunicar procesos naturales como la Selección natural de manera efectiva al hacer partícipes a los jugadores en parte de los procesos complejos.
- 6) Todos los videojuegos son necesariamente interactivos lo que ayuda, en el caso de los videojuegos serios, a que las y los participantes se involucren intelectualmente y emocionalmente con los procesos o mensajes que se busquen comunicar.

Estas características hacen que los videojuegos y en particular los videojuegos serios, sean herramientas con un gran potencial para la comunicación pública de la ciencia, por ejemplo, cuando se deben presentar procesos que se alejan de nuestras experiencias cotidianas en

cuanto a magnitudes espaciales o temporales. Siempre teniendo cuidado de no diseñar “brócolis cubiertos de chocolate”.

Referencias:

Abt, C. (1970), *Serious Games*, University Press of America. Baer. (pp. 9 -14)

González, A. (2017), *Comunicación de la ciencia en videojuegos, evolución biológica y juegos serios*, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México

Luzardo, Acebedo, Funes, Pex, Becerra, Santoro, Mateo y Penix-Tadsen (2019), *Los videojuegos no son un juego*. BID. (pp. 5-8). <http://dx.doi.org/10.18235/0001869>

Sinatra G. (2014), *Overcoming the Challenges of Teaching and Learning about Biological Evolution*. <https://evolution-institute.org/article/overcoming-the-challenges-of-teachingand-learning-about-biological-evoluti/>. (03/03/2015)

La comunicación pública de la ciencia en Twitter: Una revisión sistemática de la literatura

Israel Nogueta-Rivera¹⁴

Contacto: israel.noguedar@iteso.mx

Palabras clave: Twitter, comunicación pública de la ciencia, revisión sistemática

Resumen: Actualmente, la ciencia juega un papel fundamental en la sociedad. Por lo tanto, la comunicación de esta y los espacios donde se realiza este proceso han sido de interés por parte de investigadores. El presente artículo tiene como propósito principal presentar una revisión sistemática de la literatura respecto a la comunicación pública de la ciencia en Twitter. A través de la búsqueda en bases de datos como Web of Science (WoS) y Scopus, se presentan 54 textos —mayoritariamente en inglés— en tres categorías de análisis: Posibilidades y creatividad en el uso de Twitter, identificación y consumo de información científica y académica y ecosistema de actores sociodigitales. Los resultados plantean una serie de líneas de investigación posibles lo cual plantea un amplio campo académico en constante expansión.

1. Introducción

Actualmente, la ciencia juega un papel fundamental en la sociedad. No obstante, esta última a pesar de ser impactada —positiva o negativamente— constantemente por la primera, la relación entre estas dos entidades ha sido turbulenta. Una de las labores del científico/académico es la de comunicar los conocimientos y actividades que realiza para un público más amplio, con el objetivo de que se comprenda la importancia, los beneficios y la

¹⁴ Israel Nogueta-Rivera / Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, ITESO

eficacia de la ciencia y la tecnología para resolver los problemas sociales (Rueda Romero & García Cruz, 2021, p. 31).

Un elemento que ha impactado en la comunicación pública de la ciencia es la proliferación del uso de Internet. El incremento del uso de medios digitales —y, por ende, de redes sociodigitales— ha catalizado esta relación dialógica (Füchslin et al., 2019). Esta transición disruptiva propone nuevas formas de crear contenido e interactuar con distintos individuos, dando paso a la creación de contenido digital (Brake, 2014). Por lo que los usuarios que son parte de esta práctica han encontrado un espacio fructífero para sus actividades comunicativas.

Uno de estos espacios sociodigitales es Twitter. Esta es una plataforma de microblogging en la que su popularidad se debe a la posibilidad de publicar mensajes breves, llamados tuits, con un límite de 280 caracteres. Además de texto, los usuarios pueden incluir otros elementos multimedia como fotos, videos, emojis y enlaces (López-Goñi & Sánchez-Angulo, 2018).

Por su popularidad y facilidad de uso, muchos comunicadores han visto en esta plataforma un espacio en el cual poder formar una comunidad y compartir conocimiento dentro de esta. Al mismo tiempo, académicos e investigadores se han interesado en el uso que se le da a esta plataforma sociodigital ligada a la comunicación pública de la ciencia. Con base en esto, realizar un proceso de metainvestigación permite dar cuenta de la producción científica sobre un área particular, en este caso, la comunicación pública de la ciencia y Twitter.

Wentz (2014) describe a la revisión de literatura como una “síntesis de investigaciones previas para así identificar y relacionar temas y artículos clave” (p. 2). Además, la realización de este procedimiento tiene dos objetivos principales: conocer lo que se sabe del tema, lo que se ha hecho y lo que se puede hacer; y dialogar con ese nuevo conocimiento y compartir al lector del texto los hallazgos obtenidos (Wentz, 2014, p. 2).

2. Metodología

La estructura y metodología que tomé en cuenta para la elaboración de esta revisión sistemática de la literatura partió del trabajo elaborado por Page et al. (2021) en donde delimitan ciertos lineamientos para lo denominan como PRISMA. Estos lineamientos surgen

como intento de estandarización en términos metodológicos sobre los trabajos e investigaciones relacionados a revisiones sistemáticas de literatura, para esto, se busca responder a tres cuestiones básicas: por qué se hizo esta revisión, qué se hizo y qué se encontró (Page et al., 2021, p. 1).

Para la búsqueda de documentos académicos, utilicé dos bases de datos académicas reconocidas: Web of Science (Clarivate) y Scopus (Elsevier). Para la selección de términos clave para su búsqueda en dichas bases de datos tomé como referencia los trabajos realizados por T. W. Burns et al. (2003) y por Mariana Rocha et al. (2017).

Finalmente, revisé los textos resultantes en su totalidad para afinar dicho proceso de inclusión y exclusión. Además, en este proceso de revisión total también fueron incluidos algunos documentos citados en estos textos por su relevancia. La muestra final de documentos fue de 54 documentos.

3. Análisis y resultados

3.1. Posibilidades y creatividad en el uso de Twitter

Twitter al ser una plataforma sociodigital, coexiste con otras tantas de mayor o menor popularidad. Dichas plataformas presentan ciertas posibilidades a los usuarios y funciones que configuran su usabilidad (Wolf, 2017), por lo que ciertos estudios han centrado su mirada analítica en investigar algunas de estas y qué impacto tienen en el proceso comunicativo en dicha plataforma sociodigital.

Un ejemplo concreto de lo anterior es la utilización de un hashtag como símbolo principal de una campaña en donde toda la conversación gira en torno a este (Hassan et al., 2021). Las personas involucradas en dicha campaña son las principales receptoras de esta información, pero también es posible que la conversación pueda llegar a mayores grupos sociales (Nawaz et al., 2022), por lo que también los organizadores logran usarla como su principal estrategia de involucramiento con el público general con respecto a una temática importante (Kletecka-Pulker et al., 2021).

En este eje analítico, la principal conclusión es que Twitter ofrece una serie de características generales para los usuarios, lo que resulta en un apropiamiento de estas y una utilización constante en sus interacciones dentro de la plataforma sociodigital. De igual manera, al apropiarse de ciertos elementos, se pueden producir imaginarios y formas creativas con el fin de proveerles sentido en ciertas situaciones o coyunturas particulares, lo que resalta la agencia de los creadores y usuarios de esta red social (Boczkowski & Mitchelstein, 2022).

Con base en el uso y apropiación de funciones y posibilidades de Twitter por parte de los usuarios, el siguiente paso es abordar cómo esas acciones se traducen en la manera en que se producen y consumen ciertos temas relacionados a la comunicación pública de la ciencia.

3.2. Identificación y consumo de información científica y académica

Al ser una plataforma pública, en Twitter se pueden encontrar una gran diversidad de temas y tipos de información relacionada a la ciencia. El imaginario que plantea dicha plataforma sociodigital es que se promueven interacciones multidimensionales entre usuarios, por lo tanto, si se tiene en cuenta que los modelos teóricos más recientes sobre la comunicación pública de la ciencia abogan por una propuesta dialógica entre la ciencia y la sociedad (Brossard & Lewenstein, 2010), parecería que estas dos condiciones (plataformas digitales y comunicación pública de la ciencia) encajarían de forma natural (Davies & Hara, 2017). Sin embargo, ciertos trabajos nos dan luces para cuestionar dicha afirmación respecto a cómo se consume información y cómo el discurso respecto a esta es configurado.

Puedo concluir que las temáticas científicas que se abordan en las redes sociodigitales son (en la gran parte del tiempo) coyunturales o están atados en gran medida a situaciones que aquejan a la sociedad. Aunado a esto, la manera en que está configurado el discurso a través de recursos narrativos y semióticos influye en gran medida en como el público en general recibe esta información e incrementa el flujo de esta.

Hemos visto ciertas estrategias de establecer tendencias y formas en cómo se configura, se percibe y consume información, la última pregunta a responder es ¿qué actores son los que participan en estos procesos? Y, ¿qué fines pueden tener estos actores en el proceso de comunicar ciencia públicamente?

3.3. Ecosistema de actores sociodigitales

En la gran mayoría de los estudios analizados, su principal foco es el análisis de la actividad de ciertos actores dentro de Twitter. Esta plataforma permite que cualquier persona puede acceder a ella e interactuar con los múltiples usuarios que se encuentran presentes. En 2022, Twitter registró aproximadamente 350 millones de usuarios activos (Fernández, 2022), dichos usuarios pueden ser personas, organizaciones, bots, entre otras.

Lo que se puede decir de este eje analítico es que en Twitter coexisten diversos actores que pueden (o no) nombrarse de maneras particulares: científicos, políticos, instituciones, etc. Estos actores buscan posicionarse como nodos centrales de ciertas conversaciones o temáticas objetivas específicas a través de ciertas estrategias discursivas complementadas con el uso de elementos semióticos.

En el caso específico de actores científicos, es interesante destacar una dualidad en el objetivo de su comunicación científica. Estos actores pueden intentar incidir en problemáticas sociales a través de la comunicación de su conocimiento en espacios sociodigitales, pero al mismo tiempo se posicionan dentro de su propia comunidad académica lo cual les consigue beneficios como citas o reconocimiento. ¿Es posible que el académico de la era sociodigital busque alcanzar realmente un impacto social en su entorno o será una estrategia con el objetivo de incrementar su posicionamiento dentro de su propia comunidad epistémica?

4. Conclusiones

En la literatura revisada pude dar cuenta de tres preguntas particulares en relación con la comunicación de la ciencia y Twitter: ¿cómo se usa Twitter y qué imaginarios se pueden dar? ¿Qué se habla en Twitter y cómo se habla de ello? ¿Quiénes son los que hablan y qué fines pueden tener para participar?

Estas preguntas pueden ayudar a analizar la forma en cómo los sujetos configuran discursos dirigidos a comunicar ciencia a un público más amplio en un espacio sociodigital. Por lo

tanto, la revisión realizada da elementos para establecer un fuerte vínculo entre la comunicación científica, las estrategias seguidas para que la información pueda fluir entre más personas (o nodos, en teoría de redes) y el beneficio adquirido de promover una imagen de *expertise* principalmente entre la comunidad académica, por lo que queda en duda si este proceso es realizado con fines de involucrar a la gente con un propósito social o con un objetivo meramente académico.

También es posible destacar algunas líneas posibles de investigación. Gran parte de los textos analizados fueron escritos en inglés, así como presentan situaciones ancladas a un contexto geográfico del norte global. Esto representa un área de oportunidad para investigadores en contextos del sur global para promover investigaciones sobre procesos de comunicación científica en ambientes sociodigitales, particularmente Twitter.

Como toda revisión de literatura, esta se encuentra limitada por sesgos epistemológicos y metodológicos, por lo que no constituye la única imagen completa sobre la producción académica sobre comunicación pública de la ciencia y Twitter. Las principales limitaciones de este artículo se centran en que solamente fueron seleccionados textos en inglés y en español, dejando fuera otros idiomas. Además, las bases de datos escogidas —Web of Science y Scopus— implica dejar fuera a otros textos que no son indexados en estos sitios, por lo que una revisión más a profundidad pudiera utilizar otras bases de datos como Redalyc, Google Scholar, EBSCO, entre otras.

Referencias

Baldwin, P. (2023). *Athena unbound: Why and how scholarly knowledge should be free for all*. The MIT Press.

Boczkowski, P. J., & Mitchelstein, E. (2022). *El entorno digital: Breve manual para entender cómo vivimos, aprendemos, trabajamos y pasamos el tiempo libre hoy*. Siglo XXI.

Brake, D. R. (2014). Are We All Online Content Creators Now? Web 2.0 and Digital Divides. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 19(3), 591–609.

<https://doi.org/10.1111/jcc4.12042>

Brossard, D., & Lewenstein, B. V. (2010). A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science. Using Practice to Inform Theory. En L. Kahlor & P. A. Stout (Eds.), *Communicating Science. New Agendas in Communication* (pp. 11–39). Routledge.

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

Davies, S. R., & Hara, N. (2017). Public Science in a Wired World: How Online Media Are Shaping Science Communication. *Science Communication*, 39(5), 563–568.
<https://doi.org/10.1177/1075547017736892>

Fernández, R. (2022). *Número de usuarios mensuales activos de Twitter en el mundo 2021-2025* [Gráfica]. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/636174/numero-de-usuarios-mensuales-activos-de-twitter-en-el-mundo/>

Füchslin, T., Schäfer, M. S., & Metag, J. (2019). Who wants to be a citizen scientist? Identifying the potential of citizen science and target segments in Switzerland. *Public Understanding of Science*, 28(6), 652–668. <https://doi.org/10.1177/0963662519852020>

Hassan, L., Nenadic, G., & Tully, M. P. (2021). A Social Media Campaign (#datasaveslives) to Promote the Benefits of Using Health Data for Research Purposes: Mixed Methods Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 23(2), e16348.
<https://doi.org/10.2196/16348>

Kletecka-Pulker, M., Mondal, H., Wang, D., Parra, R. G., Maigoro, A. Y., Lee, S., Garg, T., Mulholland, E. J., Devkota, H. P., Konwar, B., Patnaik, S. S., Lordan, R., Nawaz, F. A., Tsagkaris, C., Rayan, R. A., Louka, A. M., De, R., Badhe, P., Schaden, E., ... Atanasov, A. G. (2021). Impacts of biomedical hashtag-based Twitter campaign: #DHPSP utilization for promotion of open innovation in digital health, patient safety, and personalized medicine. *Current Research in Biotechnology*, 3, 146–153.
<https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2021.04.004>

López-Goñi, I., & Sánchez-Angulo, M. (2018). Social networks as a tool for science communication and public engagement: Focus on Twitter. *FEMS Microbiology Letters*, 365(2), 1–4. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx246>

Nawaz, F. A., Barr, A. A., Desai, M. Y., Tsagkaris, C., Singh, R., Klager, E., Eibensteiner, F., Parvanov, E. D., Hribersek, M., Kletecka-Pulker, M., Willschke, H., & Atanasov, A. G. (2022). Promoting Research, Awareness, and Discussion on AI in Medicine Using #MedTwitterAI: A Longitudinal Twitter Hashtag Analysis. *Frontiers in Public Health*, *10*, 856571. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.856571>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Perez, S. (2017, noviembre 7). Twitter officially expands its character count to 280 starting today. *TechCrunch*. <https://techcrunch.com/2017/11/07/twitter-officially-expands-its-character-count-to-280-starting-today/>

Rocha, M., Massarani, L., & Pedersoli, C. (2017). La divulgación de la ciencia en América Latina: Términos, definiciones y campo académico. En L. Massarani, M. Rocha, C. Pedersoli, C. Almeida, L. Amorim, M. Cambre, A. C. Nepote, C. Aguirre, J. N. Rocha, J. C. Gonçalves, L. A. Cordioli, & F. B. Ferreira, *Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos* (pp. 39–58). Fiocruz - COC.

Rueda Romero, X. A., & García Cruz, J. C. (2021). *La comunicación de la ciencia y la tecnología. Herramienta para la apropiación social del conocimiento*. Editorial Porrúa.

Wentz, E. A. (2014). *How to Design, Write, and Present a Successful Dissertation Proposal*. SAGE Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781506374710>

Wolf, J. M. (2017). The Multipurpose Tool of Social Media: Applications for Scientists, Science Communicators, and Educators. *Clinical Microbiology Newsletter*, *39*(10), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2017.04.003>

Workshop "A Journey through the Digestive System": (re)construction, challenges and possibilities

Larissa Mattos Feijó, Viviane Abreu de Andrade, Pablo González Yoval, Naíse Chales
Lins, Luana Linda da Silva, Saulo Hermosillo Marina, Robson Coutinho-Silva¹⁵

Contact: viviane.a.de.andrade@gmail.com

Keywords: Science communication, human digestive system, simulation activity, Science museums and science centers, Science recreation.E

Abstract: The upbringing of critical and engaged citizens involves the command of scientific knowledge. Consequently, scientific literacy plays a central role in citizenship education in the 21st century. In this context, science museums and science centers make a notable contribution since science communication activities developed in these spaces can favor scientific literacy for individuals. However, it is important to consider that such activities should not be an end in themselves; instead, they should be continuously improved to meet the demands of a constantly evolving society. Considering that, the aim of this work is to present the improvement process of an interactive workshop entitled "A Journey through the Digestive System" covering a seven-year period (2017-2023). This workshop is part of the Museu Espaço Ciência Viva' collection, which is located in Rio de Janeiro. This journey is a simulation activity that allows participants to learn about the anatomy and some aspects of the digestive system's physiology, as well as facilitating discussions and reflections on aspects of human health related to the digestive system. The workshop's improvement took place over the specified period and concentrated on theoretical references and the analysis of the activity's applications with different participant groups (including elementary and high school students, undergraduate students, and museum visitors). Throughout the whole

¹⁵ Larissa Mattos Feijó / *Fundacao Oswaldo Cruz*; Viviane Abreu de Andrade y Luana Linda da Silva / *CEFET/RJ*; Pablo González Yoval y Saulo Hermosillo Marina / *ENP, UNAM*; Naíse Chales Lins y Robson Coutinho-Silva / *UFRG*.

process, we considered theoretical assumptions, the objectives of the activity, as well as participants' needs expressed during the workshop, and also feedback from the workshop's facilitators. The various improvements made during the research period and their validation through pilot group applications are presented here. Such improvements cover the inclusion and alteration of materials and a rewriting of the activity's script. Results are discussed regarding scientific communication challenges, and to highlight the potential of the activity for formal science education. In conclusion, we emphasize the importance of revisiting, investigating, and analyzing the activities and/or instruments of scientific outreach and recreational science available in fixed and itinerant museum spaces. It all aiming the development and, if necessary, insertion of improvements for better use by the public.

Introduction

In contemporary times, it is advocated that civic education promotes a critical formation committed to mastering scientific knowledge. As such, scientific literacy plays a prominent role in individuals' formation as it enables effective action and decision-making as well as positive interactions with the world and society (Sasseron, 2015). From this perspective, museums and science centers foster significant collaborations by developing scientific outreach activities, which can enhance individuals' processes of scientific literacy and, consequently, contribute to civic education for the 21st century (Cerati & Marandino, 2013).

Given this scenario and the relevance of museum apparatus, resources, and strategies for science outreach and recreational science in citizen formation, the current study aims to present the improvement process of an interactive workshop at the Espaço Ciência Viva Museum, entitled "A Journey through the Digestive System," from 2017 to 2023 (7 years).

Espaço Ciência Viva museum

The Espaço Ciência Viva (ECV) is a 4th generation participatory science museum, located in Rio de Janeiro, Brazil. It is a unique space equipped with interactive modules covering various scientific themes, welcoming both spontaneous visitors and those arriving through scheduled school visits, with the option for thematic selection. Right at the entrance, a sign

sets the tone for its approach, stating: “Please touch everything, but with care.” Moreover, the ECV hosts a monthly event called “Sábado da Ciência” (Science Saturday) every last Saturday of each month throughout the year. During this Saturday, free of charge, doors are opened to the public for visitation and participation in organized activities revolving around a specific thematic axis. Several universities contribute to the activities and the execution process of this event, as well as to the training of mediators, the development of modules and apparatus, and also the continuous professional development of teachers (Paula, 2017).

The orientation of ECV's modules and apparatus

All activities developed by the ECV aim to disseminate and popularize science in an interactive manner, through active participation of all visitors. Its apparatuses are designed to promote reflection among visitors regarding science and technology in their daily lives, going beyond the conventional practices involving presentation, illustration, and application of scientific concepts (Paula, 2017).

The workshop "A Journey through the Digestive System"

This workshop is part of the activities offered by the ECV and is also the subject of this study analysis. It involves a simulation of the passage of food through the Human Digestive System (HDS) and the digestion and absorption processes that occur within this context. The activity allows participants to (re)discover the anatomy and visualize part of the physiology of the HDS and due to its development mechanics, it promotes discussions and reflections on aspects of human health associated with food digestion and nutrient absorption (Feijó, 2019).

Methodology

This study emerges from a descriptive and qualitative approach (Moreira & Caleffe, 2006). In order to understand the potential, limitations, and possibilities for improvements that could broaden the reach of the workshop "A Journey through the Digestive System," we applied and analyzed such implementations in different contexts from 2017 to 2023. Data collection

was conducted through questionnaires, interviews, observations, audio recordings, and photographic records. Those data are related to moments before, during, and after the workshop's application with audiences (both spontaneous and scheduled) at the ECV, with high school students from CEFET-RJ, together with UFRJ's undergraduate students. Data analysis was performed using the interpretive hermeneutic method, in line with the qualitative approach (Moreira & Caleffe, 2006). For the analysis and discussion of the collected data, we adopted the frameworks proposed by Ferraz and Terrazan (2003) regarding the use of analogies. Additionally, we referred to the studies of Vygotsky (2003) on Socio-interactionist Theory and Bachelard (1996) on epistemological obstacles.

Results and Discussion

The workshop "A Journey through the Digestive System" was introduced to the ECV's collection in 2013. The application dynamics were based on (1) introducing the digestion theme of a specific food; (2) inviting participants to think and verbally express where (which organs) this food passes through the human body during the feeding process; (3) inviting participants to simulate this food path through the HDS by using household objects and substances; (4) proposing to participants to select objects to represent each organ of the HDS; (5) conducting the simulation of food passing through each constituent organ of the HDS, observing phenomena, and discussing the events and processes observed (Figure 1a). The entire activity took place on a laboratory table or bench (Figure 1b).

After data collection, we found that the workshop needed alterations regarding:

- the representation of some other organs neglected in the initial version of the workshop, as the pharynx and the esophagus, as they were unnoticed by participants, rarely being mentioned in their responses to questionnaires as constituent parts of the HDS.

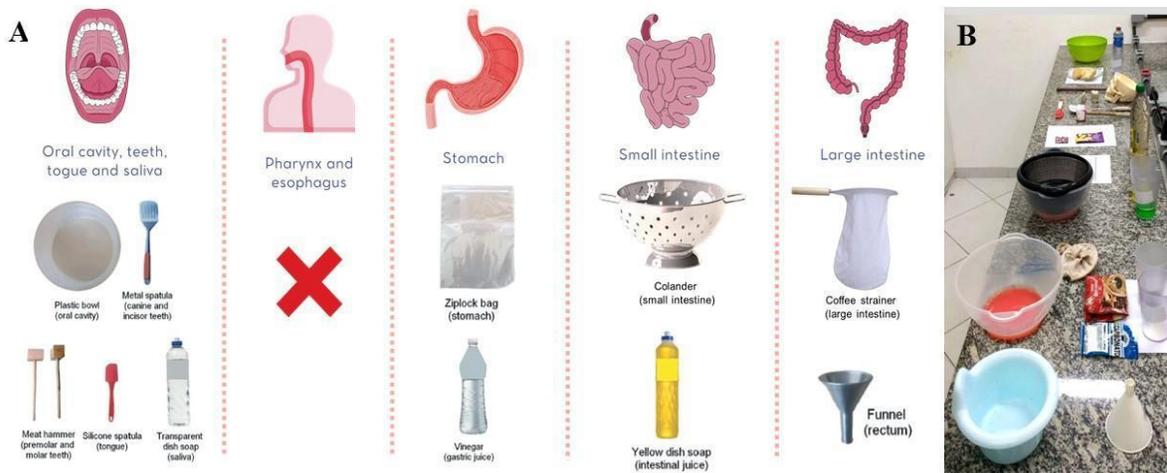


Figure 1. A, Objects provided (analogues) and the respective organs (targets) simulated by them. B, Original arrangement of materials provided for the simulation.

This information was also identified in the recorded speech from the workshop. To address this limitation, a new object (a female condom), was added to the set of analogues offered to participants to represent the pharynx/esophagus complex. This addition was based, as indicated by Ferraz and Terrazan (2003), on the similarities between the object (target) and the organs (analogues), especially the esophagus, due to its thin, elongated, and mucous constitution (Figure 2).

- anatomical location for a more explicit relationship between the organ and simulated process. This demand arose because, during the simulation, participants became fully engaged and sometimes surprised by the simulation, thus not referring to the body part where the simulated event occurs. Also, by the analysis of participants' responses, we noticed a compelling need for anatomical marking in order to establish the correct relationship between organs and main digestive and absorptive events. It was frequently observed the recurrence of erroneous ideas that most part of digestion occurs in the stomach, and that most part of water absorption occurs in the large intestine. As a result, we introduced an image of the HDS that was projected on the wall of the room and/or laboratory. However, we observed that the act of moving the head to reach the projection of the image on the wall and abstractly correlating each moment of the simulation that was occurring on the bench to the organ of the HDS did not work as expected. The results remained similar to those obtained without

using this visual aid. Therefore, we chose to develop two plastic mats/towels to be used as a background for simulation: one dark-colored with linear representation of the human body boundaries; and a transparent one, with the organs and blood vessels associated with the HDS. Such adaptations made it possible to insert an element of anatomical location in the simulated processes in the workshop. Ferraz and Terrazan (2003) emphasize the importance of this marking and subsequent replacement, as the analogical resource can benefit the process of understanding scientific knowledge by combining two topics from different domains, one less familiar to the learner - the target (scientific subject to be clarified) - which will be more understandable by similarity, through the establishment of a relationship with the more familiar domain, the analogue. However, it is crucial to clarify throughout the process of using the analogy that the analogue does not specifically address the target. It is only susceptible to relation by relevant similarities existing between them, but the target and analogues are indeed distinct systems. Thus, in line with this framework, we developed and adopted this new insertion of visual support elements.

- the replacement of objects (analogues) with others that better represented anatomy and enabled better visualization of the simulation of physiological processes of digestion and absorption, especially at the enteric level. This proposal arose due to the difficulty faced by participants in identifying the objects colander and coffee strainer as targets of the small and large intestines (analogues), respectively. According to Ferraz and Terrazan (2003), we suggest that the objects caused confusion because they lack the relevant similarities necessary for establishing anatomical and physiological relationships with the analogues in question. Thus, the objects representing the intestines were replaced by women's stockings of different thicknesses and sizes. This replacement also allowed for better observation, during the simulation, of the absorptive processes carried out by the intestines (Figure 2). Additionally, these new objects enabled the simulation of peristaltic movements and the interaction of a greater number of participants in the simulation activity (Figure 2), as advocated by Vygotsky (2003). The introduction of beakers to quantify the volume absorbed by the small and large intestines separately also allowed a better visualization of the difference in volumes absorbed in each portion of the human intestines. Furthermore, a container was introduced to represent the initial portion of the small intestine, where the bile and pancreatic ducts empty. This insertion enabled the observation of bile and pancreatic juice in the digestive processes that

occur in the small intestine, in addition to the formation of gases that also occur at this level of this digestive tract.

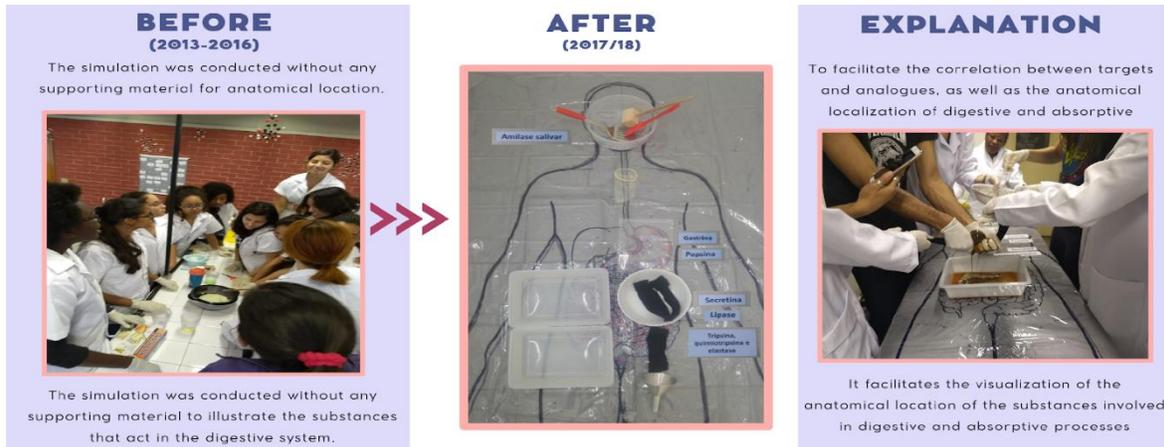


Figure 2. New constitution of objects used to perform the simulation.

We observed that with the modifications made, understanding of how and where the absorption process occurs improved significantly (Feijó, 2020). However, we still noticed a certain difficulty in understanding the role of the stomach in the HDS. Thus, we propose further changes, which are still under investigation, related to the introduction of objects (targets) to represent the accessory organs (liver and pancreas) and a new design for the transparent mat/towel with a more explicit illustration of the region where the products of the liver and pancreas are released into the small intestine. We justify these new changes because our studies, in line with Bachelard (1996), indicate that disregarding the roles of these organs in the digestive process could act as an epistemological obstacle, hindering the understanding of the location where digestion primarily occurs in the HDS (Feijó, 2019).

Final Considerations

Ensuing the development of this work, we emphasize the importance of reviewing and investigating the modules, strategies, as well as the resources used in science outreach

exhibitions and workshops, as well as recreational science activities, to improve their quality, potential, and reach to the intended audience.

References

- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Contraponto.
- Cerati, T. M., & Marandino, M. (2013). Alfabetização científica e exposições de museus de ciências. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 771-775.
- Feijó, L. M. (2019). Uma viagem pelo sistema digestório: análise do uso de oficina como recurso didático-pedagógico para alunos do ensino superior [Master's dissertation, Fundação Oswaldo Cruz].
- Feijó, L. M., Andrade, V. A., & Coutinho-Silva, R. (2020): A journey through the digestive system: analysis of a practical activity's use as a didactic resource for undergraduate students, *Journal of Biological Education*, DOI: 10.1080/00219266.2020.1791227.
- Ferraz, D. F., & Terrazan, E. A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? *Ciência & Educação*, 9(2), 213-227.
- Moreira, H., & Caleffe, L. G. (2006). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. DP & A.
- Paula, L. M. (2017). Para além do apertar botões: a função social dos museus participativos de ciências [PhD thesis, Fundação Oswaldo Cruz].
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 49-67.
- Vygotsky, L. S. (2003). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Martins Fontes.

Inmunolotería: un juego de divulgación científica del tema Inmunología

Viviane Abreu de Andrade, Pablo González Yoval, Naíse Chales Lins, Larissa Mattos Feijó, Luana Linda da Silva¹, Saulo Hermosillo Marina, Robson Coutinho-Silva¹⁶

Contacto: viviane.a.de.andrade@gmail.com

Palabras clave: Juego, lotería, divulgación científica, sistema inmune humano, homeostasis.

Resumen. El tema de la Inmunología se hizo cotidiano de nuevo en la población mundial con la llegada de la pandemia de Covid-19. A pesar de su presencia y recurrencia en diferentes espacios de la sociedad, los procesos inmunológicos se consideran de difícil comprensión. La literatura atribuye esta problemática a la complejidad del tema, la forma y el orden en que se presentan en libros, clases y materiales publicitarios. Ante tal situación, los autores de este trabajo brindamos una opción de divulgación para minimizar parte de los problemas asociados a la comprensión de la temática de la Inmunología, y que permita así, en cierta medida, desmitificarlo. De esta forma, presentamos el recurso titulado Inmunolotería. Este es un juego de azar fundamentado en la Lotería Mexicana. El recurso lúdico presentado está compuesto por una baraja de 54 naipes. Cada carta presenta una imagen con título y descripción que la identifica con los siguientes tipos: componente del sistema inmunológico humano (SIH), elemento que genera una respuesta inmunológica, un producto biológico del sistema inmune, y el nombre de un proceso inmunológico. Además, el juego cuenta con 20 tableros, que contienen cada uno 16 imágenes de las 54 de la baraja. Es de destacar que en cada tablero se presentan imágenes relacionadas con un determinado patrón de acción inmunológica que lleva a cabo el cuerpo humano. En el juego participan los jugadores y el gritón, que es la persona que retira y presenta cada carta del mazo. Las reglas,

¹⁶ Larissa Mattos Feijó / Fundacao Oswaldo Cruz; Viviane Abreu de Andrade y Luana Linda da Silva / CEFET/RJ; Pablo González Yoval y Saulo Hermosillo Marina / ENP, UNAM; Naíse Chales Lins y Robson Coutinho-Silva / UFRG.

la forma en que se extraen y presentan las cartas, así como el alcance de la victoria siguen las normas de la versión original del juego. El jugador que primero complete su tablero y grite “Inmunolotería” será el ganador. Sin embargo, se pueden tener variantes que determinen al ganador del juego, como: el llenado de solo un renglón, de una columna o de una línea diagonal del tablero. De esta manera, se puede agilizar el juego y permitir que más de un participante pueda ganar la Inmunolotería, alcanzando el premio principal o ganar parcialmente el juego, recibiendo premios de menor valor. Por lo anterior, esperamos que, por medio del uso de este recurso lúdico, basado en un juego popular, sea posible difundir y popularizar las principales estructuras y componentes del SIH, además de algunas de sus acciones desde las perspectivas biológica, homeostática y ecológica, evitando así el uso de términos metafóricos de carácter bélico.

Introducción

El tema Inmunología, de acuerdo a la literatura, es considerado difícil, complejo y que exige gran capacidad de abstracción para su comprensión. Como consecuencia de este escenario, se observa que hay negligencia en el tratamiento de los tópicos de Inmunología en las escuelas y en materiales de divulgación científica. Por consiguiente, buena parte de la población desconoce el tema, a pesar considerarse importante para la formación del ciudadano, y, por esta razón, las personas demuestran dificultades para tomar decisiones en situaciones que exigen conocimientos asociados a la Inmunología (Andrade, 2017).

En la historia reciente tuvimos la oportunidad de observar, de manera global, las dificultades relacionadas con la toma de decisiones. Con el advenimiento de la Pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-Cov 2, que asoló nuestro planeta, las personas tuvieron que decidir por usar cubre bocas, por realizar aislamiento social y/o distanciamiento físico, por usar medicinas sin comprobación de su eficacia relacionada a los casos de COVID-19 y, por la aplicación de nuevas vacunas desarrolladas y aprobadas por las agencias reguladoras de este tipo de fármaco inmunológico en el período de la pandemia. Todas esas decisiones pretendieron evitar la diseminación del virus y/o la infección humana de COVID-19.

Así, en consonancia con algunas iniciativas presentes en la literatura (Andrade, 2011), que vislumbran la superación de las dificultades mencionadas anteriormente, este trabajo tiene como objetivo presentar un recurso lúdico, del tipo juego, que permita, de algún modo, minimizar parte de los problemas asociados al reconocimiento del SIH y a la comprensión de tópicos de la temática Inmunología, para que, en la medida de lo posible, puedan ser desmitificados y divulgados.

Marco teórico

Asumimos el trabajo de Huizinga (2008) como marco teórico sobre juegos, una vez que este autor señala que el juego es una actividad, cultural y significativa, de simulación y de preparación para el desarrollo de actividades en la vida. Para estructurar el juego, definir el público y los objetivos del juego (en este caso: presentación de tema, ejercicio, construcción y/o solución de problemas) asumimos los lineamientos de Marcelo y Pescuite (2009) y de Fullerton et al. (2004). En cuanto a los conocimientos específicos de Inmunología, nos basamos en Abbas et al. (2022) y Murphy et al. (2022). Además, consideramos las propuestas de Cunha (1988) y Almeida (2003) acerca de los juegos didácticos.

Metodología

Las fases de creación del juego (Figura 1) fueron definidas de acuerdo con Marcelo y Pescuite (2009). Tomando en cuenta a estos mismos autores, el primer elemento a ser considerado para la creación del juego es el jugador, pues el éxito del juego está condicionado a sus intereses. Así, concomitantemente al proceso de elaboración de la versión alfa (inicial) del juego, la propuesta del mismo fue presentada a un grupo de estudiantes de bachillerato para que fuera posible identificar el interés de los mismos a la propuesta y al producto en desarrollo. Para estructurar el sistema del juego asumimos las indicaciones (Figura 1) presentadas por Marcelo y Pescuite (2009) y Fullerton et al. (2004). La construcción de los elementos del prototipo del juego fue realizada por una ilustradora que usó el ambiente virtual del Sketchbook. Libros clásicos que presentan el tema Inmunología, como Abbas et al. (2022) e Murphy et al. (2022), fueron utilizados para referenciar las ilustraciones elaboradas.

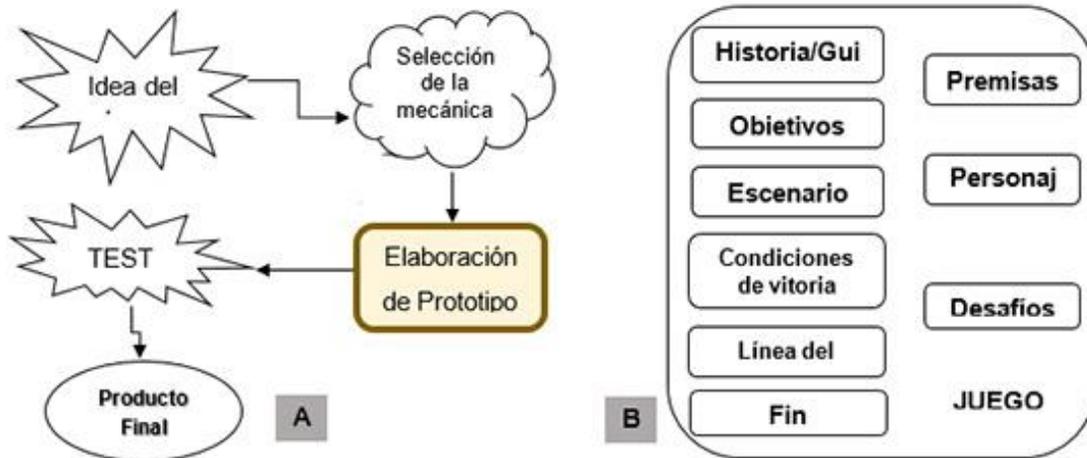


Figura 1. A - Fases de creación del juego. B - Estructuración del sistema del juego.

Resultados y discusión

En razón al desconocimiento y, también, a la importancia del tema Inmunología para la formación del ciudadano, se decidió que los tópicos básicos asociados al SIH, como son: su composición (órganos, tejidos, células y moléculas) y sus acciones en algunas situaciones de interacción consigo mismo, con el ambiente y/o con otros organismos, constituirían los temas del juego. Para idear dichos temas establecemos, de acuerdo con la literatura y con la visión contemporánea de la Inmunología, que el juego se enfocara en presentar la anatomía y la fisiología del SIH desde una perspectiva global homeostática, ecológica, no metafórica ni tampoco bélica. Con la definición y la ideación de los temas, partimos para definición de la mecánica del juego de acuerdo con Marcelo y Pescuite (2009). Optamos por elegir, como base para el desarrollo del juego, una mecánica de un sistema lúdico ya existente, conocido como Lotería Mexicana. Esta selección se debió a la mecánica de este juego que permite: (1) la presentación de conceptos, (2) el establecimiento de relaciones con imágenes representativas de los conceptos y (3) presentar una breve descripción del concepto en el contexto del juego. Todas estas acciones convergen para el objetivo de presentar el tema Inmunología, la composición y algunas acciones del SIH. Así, la estructura (cartas, tableros y reglas) fue reproducida de la versión original del juego Lotería. Se elaboró una ficha de inicialización del juego (Figura 2), con la estructura mínima y la lista de los factores

necesarios para inicialización y el funcionamiento del juego, que fue nombrado INMUNLOTERÍA.

Componentes	Cantidad
Jugadores (individuales y/o equipos)	2 o más
Gritón	1
<i>Deck</i> (baraja)	1 por el grupo de jugadores
Cartas (naipes) del <i>deck</i> (baraja)	56
Frijoles, pelotitas de papel o tapas plásticas	16 para cada tablero
Tableros	1 para cada jugador o equipo

Figura 2. Ficha de Inicialización del juego INMUNLOTERÍA

Se elaboró una baraja con 56 cartas, que presentan conceptos e imágenes relacionadas a componentes del SIH, elementos y/o situaciones que generan una respuesta y/o acción inmunológica, productos biológicos del SIH y procesos inmunológicos. Además, fueron contruidos refranes de presentación para cada carta, 20 tableros con conjuntos de imágenes de 16 cartas y un logotipo para ilustrar el reverso de las cartas (Figura 3).

Con relación a la estructuración el sistema del juego (Figura 1) y sus posibilidades, en consonancia con Fullerton et al. (2004), establecimos que la **historia** y el **guion**, que forman la atmósfera del juego y favorecen la “inmersión” en el mundo temporario y metafórico del juego, que coexisten con el mundo cotidiano (Huizinga, 2008), serían las situaciones en que actúan la composición, los eventos celulares, moleculares y de los tejidos del SIH. Establecemos que las mecánicas: colaborativa, cooperativa y/o competitiva, promotoras de negociación y compartición de significados podrían ser los **objetivos** del juego. Destacamos que los objetivos son elementos que el jugador debe realizar y perseguir para alcanzar la

victoria. Propusimos la posibilidad de construir y desarrollar nuevas cartas, ilustraciones y/o tableros por parte de los jugadores como la **premia del juego**, que es el elemento de adición que busca mantener el involucramiento y la inmersión del jugador con el sistema y la historia del juego.

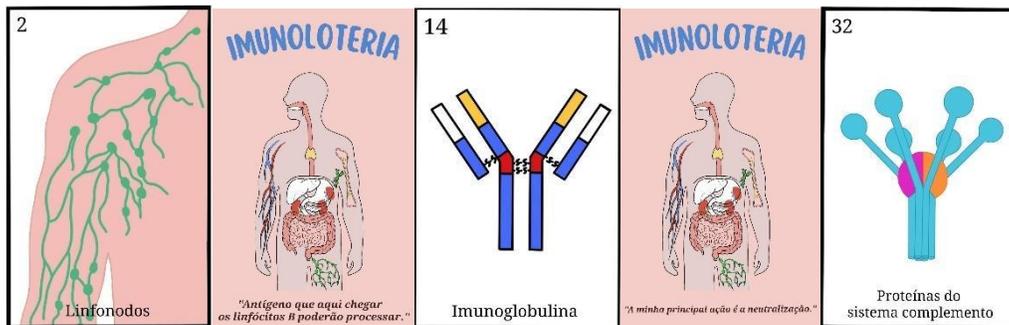
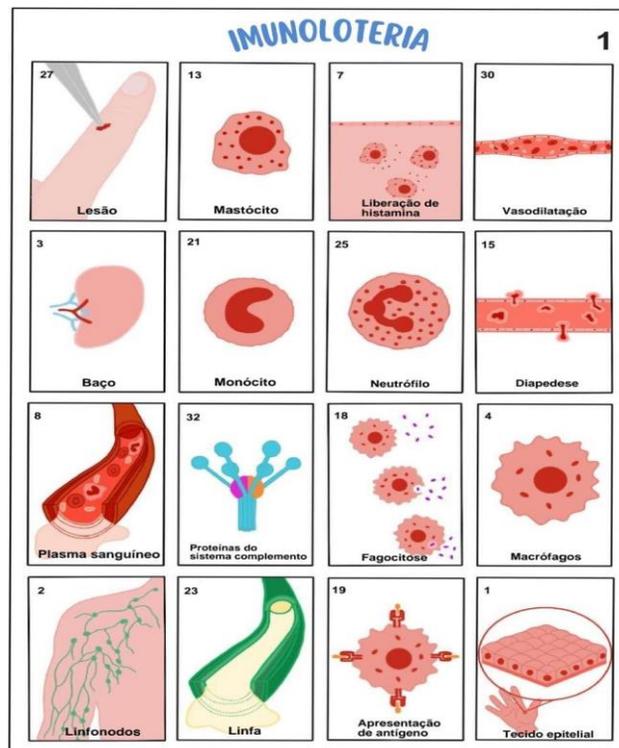


Figura 3. Ejemplos de cartas elaboradas (frente y reverso). Versión alfa en idioma portugués.



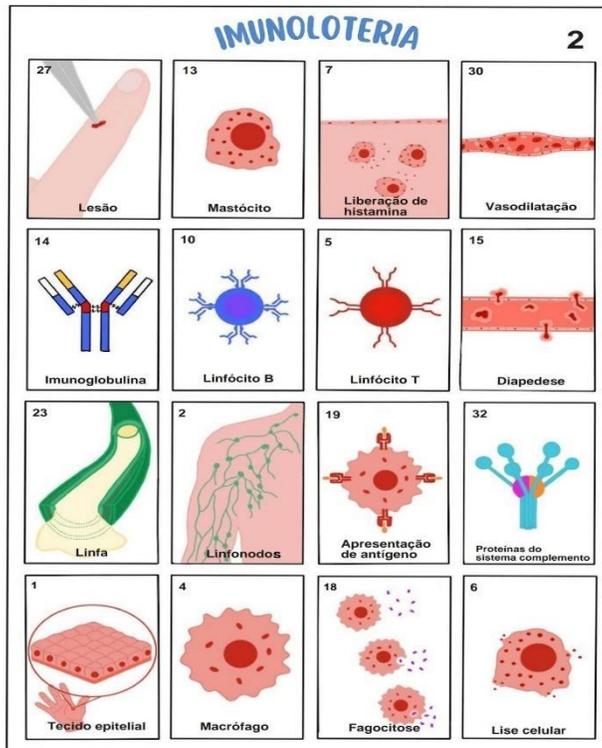


Figura 04. Ejemplo de tableros confeccionados. Versión alfa en idioma portugués.

El **escenario** y los **personajes** del juego fueron definidos como los componentes del SIH y algunas situaciones vividas por un organismo en el ambiente, como una lesión, rasguño, fractura ósea, cáncer etc. Definimos como el **desafío** y la **línea del tiempo** en el juego cuando las cartas presentes en el tablero del jugador o equipo que aspira a ganar hayan sido anunciadas primeramente por el gritón. Y por fin, las **condiciones de victoria** y el **fin del juego** se definieron por las siguientes situaciones: (1) Tener las cartas de su tablero (todas las cartas o las de un renglón, columna o línea diagonal) anunciadas por el gritón. (2) Quién llene primero su tablero, colocando fichas sobre cada una de las imágenes, deberá gritar ¡Inmunolotería!, dando fin a la ronda del juego. Las variables para el alcance de la victoria se justifican pues de esta forma será posible que en una ronda de juego haya más de un ganador. Además, esta estrategia aumentará la velocidad para el alcance de la victoria y permitirá que sucedan más rondas en menos tiempo y sin bloqueo (*lockdown*), saturación o jugada fatal en el juego. Todas estas características son recomendadas por Fullerton et al.

(2004) y Marcelo y Pescuite (2009) para el desarrollo de un juego atractivo y que posea amplio potencial de (re)jugabilidad y explotación de sus recursos.

Posteriormente, se plantearon diferentes posibilidades del uso del juego, más allá de solamente presentar el SIH al jugador por medio del anuncio de las cartas por el gritón. Así, en el caso de que los jugadores ya conozcan el SIH y de acuerdo con los objetivos del usuario del juego, este último podrá ser usado como una forma de ejercicio o hasta evaluación de sus conocimientos. Como ejemplo de lo anterior, el conjunto de situaciones condicionantes de la victoria puede ser ampliado mediante la solicitud de explicaciones y del establecimiento de relaciones entre las cartas del tablero que el jugador o equipo logró llenar un renglón, columna o línea diagonal. También puede ser solicitado al aspirante a ganador que adicione a su explicación una acción directamente relacionada al conjunto de conceptos presentados en las cartas sorteadas presentes en su tablero (completo, renglón, columna o línea diagonal). Otra posibilidad de alcance de victoria sería: tener sus cartas anunciadas por el gritón (tablero total, renglón, columnas o líneas diagonales) + el grito ¡Inmunolotería! + presentación de *explicación de la relación entre las cartas anunciadas + la identificación de la carta distractora, o sea, una que no presenta relación directa con las demás anunciadas* (tablero total, renglón, columnas o líneas diagonales). Todas estas propuestas permiten atender demandas diferenciadas y de niveles de complejidad distintos. Ciertamente, habrá muchas otras vertientes de uso de este recurso en diferentes contextos. Así, dejamos nuestra invitación a todos para pensar sobre el uso de este recurso, para proponer el desarrollo de nuevas posibilidades de utilización de la INMUNOLOTERÍA e investigar sus aplicaciones.

Consideraciones Finales

Esperamos que por medio de este recurso desarrollado sea posible difundir y popularizar las principales estructuras y componentes del SIH y algunas de sus acciones en diferentes contextos. Además, esperamos que, por medio del uso de la Inmunolotería, el tema Inmunología sea abordado desde una perspectiva biológica, homeostática y ecológica, evitando así el uso de términos metafóricos de carácter bélico, y promoviendo el desarrollo de la comprensión de la actuación del SIH más allá de los anticuerpos y vacunas. Finalmente, entendemos que el producto desarrollado presenta limitaciones, las cuales creemos que

pueden ser superadas a través de la interacción del organizador del juego con los jugadores o mediante abordajes distintos y específicos al público que se destinará el juego.

Referencias

- Abbas, A. K., Litchman, A. H., & Pillai, S. (2022). *Imunologia Celular e Molecular*. Guanabara Koogan.
- Andrade, V. A. (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia* [Dissertação de Mestrado, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ].
- Andrade, V. A. Um panorama dos lugares comuns do Ensino de Imunologia na Educação Básica brasileira [Tese de doutorado, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ].
- Almeida, P. N. (2003). *Educação lúdica – Prazer de estudar*. Edições Loyola.
- Cunha, N. H. S. (1988). *Brinquedo, desafio e descoberta*. FAE.
- Fullerton, T., Swain, C., & Hoffman, S. (2004). *Game design workshop: designing, prototyping and playtesting games*. CMP Books.
- Huizinga, J. (2008). *Homo ludens O jogo como elemento da cultura*. Editora Perspectiva.
- Marcelo, A., & Pescuite, J. (2009). *Fundamentos de desing para jogos: um guia para o projeto de jogos modernos reais e virtuais*. Brasport.
- Murphy, K., Walport, M., & Berg, L. J (2022). *Janeway's Immunobiology*. W. W. Norton & Company.

En el linde de la divulgación y la educación de las Matemáticas

Rocío González Sánchez¹⁷

Contacto: gonzalezsanchezrocio@gmail.com

Palabras clave: matemáticas, educación, divulgación, ciencia, recreativa.

Resumen. La comunicación de las Matemáticas realizada por nuestro grupo de divulgación Matemorfosis, del Centro de Investigación en Matemáticas en la sede Guanajuato, está comprometida con mostrar una visión atractiva de las matemáticas. Con talleres, ferias y conferencias, para todo público, buscamos despertar el interés y ampliar el panorama que se tiene sobre las matemáticas, reducir la brecha que separa a la comunidad científica de los distintos sectores de la población, promover una creación pluralista, fomentar la mejor utilización de los talentos y elevar el nivel de vida de la población en general. En esta labor hemos encontrado muchas solicitudes para que sean explicados conceptos y conocimientos básicos de matemáticas, especialmente por parte de estudiantes y docentes de todos los niveles escolares. Es así que el objetivo de la comunicación científica de acercar el conocimiento y acceso a la información a toda la población, se vuelca hacia el área de la educación; traduciéndose en lograr el aprendizaje significativo de conceptos e ideas básicas del currículo escolar.

Introducción

La comunicación de las matemáticas, a diferencia de la comunicación de otras ciencias, se encuentra de inicio con una barrera, el rechazo o miedo que éstas generan en la mayoría de la población., en gran medida provocada por la falsa creencia de que las matemáticas son

¹⁷ Rocío González Sánchez / *Centro de Investigación en Matemáticas*

algoritmos a memorizar, y temibles ecuaciones para resolver. Las matemáticas son mucho más que eso, son un lenguaje preciso para resolver toda clase de problemas; una poderosa herramienta que nos permite, entre otras muchas cosas, describir el universo y sus fenómenos, desvelando así armonía y gran belleza.

Métodos y Resultados

En el grupo de comunicación, Matemorfosis del CIMAT, estamos comprometidos con mostrar una visión atractiva y cercana de las Matemáticas. Es así que nuestros principales objetivos son:

Ciencia recreativa, mostrar el lado atractivo, de descubrimiento y motivación de las ciencias, en particular de las matemáticas. Con ferias, demostraciones, talleres que fomentan el pensamiento matemático a través del juego, y revelan la belleza de las matemáticas que pocas veces se tiene oportunidad de apreciar.



Vinculación, fomentar la colaboración y redes de trabajo, es también otro de los objetivos de Matemorfosis. Considerando que la divulgación que realizamos está enfocada en las matemáticas, es necesario unir esfuerzos con otros grupos orientados a otras ciencias, además de ampliar nuestros alcances, se hacen colaboraciones de gran aprendizaje, como la realizada con la Red Mexicana de Ciencia Recreativa, Recreación en Cadena, A.C.

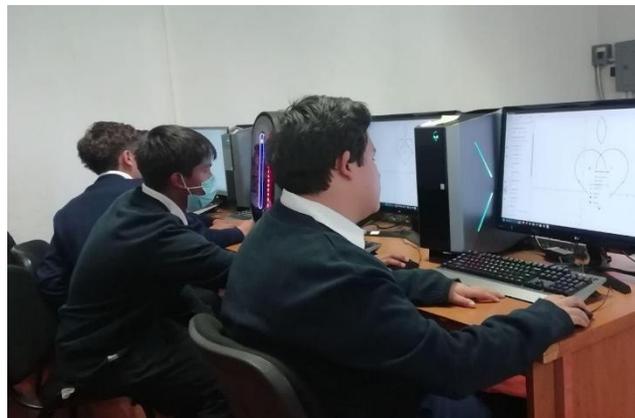


En el transcurso de nuestra labor hemos recibido muchas solicitudes para que sean explicados conceptos y conocimientos básicos de matemáticas, especialmente por parte de estudiantes y docentes de todos los niveles escolares. Es así que el objetivo de la comunicación científica de acercar el conocimiento y acceso a la información a toda la población, se vuelca hacia el área de la educación; traduciéndose en lograr el aprendizaje significativo de conceptos e ideas básicas del currículo escolar, haciéndolos tangibles, intuitivos, naturales y concretos. Es así que por petición y necesidades de la comunidad, los objetivos se vuelven hacia la educación.

Nuestra posición en la educación nos permite informar sobre las diferentes opciones de profesiones, entre ellas la de matemático, científico, e investigador en general, que son poco conocidas por el común de la población, además ilustramos sobre la forma de pensamiento lógico-matemático que se requiere para estas profesiones, sin fórmulas ni algoritmos, mostrando la creación de conocimientos en constante expansión, de manera creativa, lógica y colaborativa.

Apropiación social del conocimiento, es otro de los objetivos educativos con el que tratamos de involucrar a la ciudadanía en general en la comprensión de conocimientos matemáticos y estos sean usados para satisfacer necesidades cotidianas.

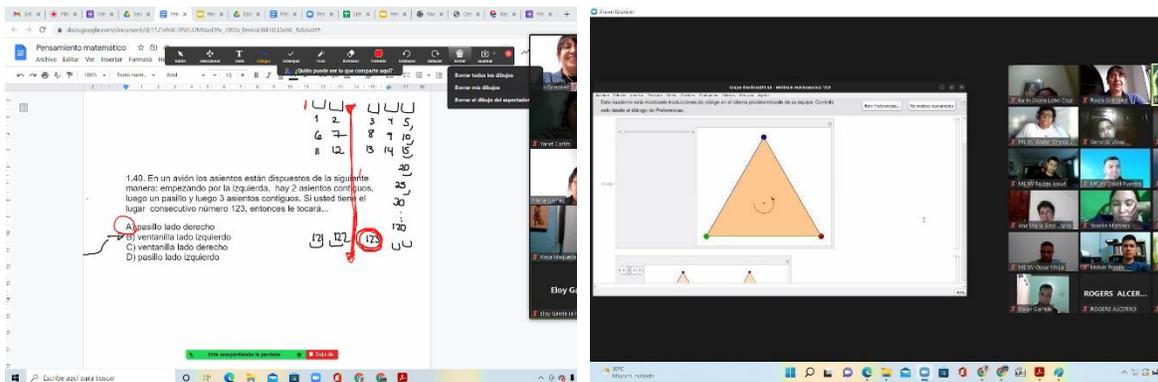
Para esto se imparten cursos regulares de matemáticas y herramientas STEM en la primaria y secundaria de la comunidad de Valenciana, en la que se encuentra localizado el CIMAT. También organizamos regularmente ferias de matemáticas recreativas en diversas localidades cercanas, como la Luz, Santa Rosa, Llanitos de Santa Ana, La Conchita, entre otros.



Educación, el cometido de la comunicación de las matemáticas llega al linde con la educación; y nuestro grupo de divulgación ha tenido que ampliar su radio de acción trabajando en la creación de materiales educativos. Con dos laboratorios en los que se utilizan impresoras 3D, cortadoras láser, y se crean prototipos de material didáctico en materiales como el foami, MDF, PVC, acrílico, entre otros. Estos laboratorios son puestos a disposición del público que los solicita, especialmente a docentes a los que también ofrecemos cursos de formación y actualización, algunas veces por solicitud de la Secretaría de Educación del estado de Guanajuato.



Además colaboramos en la formación de divulgadoras, divulgadores, maestras y maestros para diferentes escuelas y programas de formación, entre ellos el curso “Pensamiento Matemático y Analítico” (Estrategias matemáticas para el examen Exani III). Dentro del Programa de becas de posgrado para indígenas (PROBEPI) del Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social CIESAS-CONAHCYT.



Conclusiones

Todas estas experiencias enriquecen nuestra comprensión de la comunicación de las ciencias en general, y nos hace enfocar nuestras actividades a las necesidades precisas de cada público, mejorando así nuestro desempeño comunicativo. Para esto buscamos implementar herramientas tecnológicas y de Inteligencia Artificial que modernicen y hagan atractivos los talleres.

Además, nos plantean una importante reflexión: la educación de las infancias de nuestro país necesita ser mejorada.

Referencias

Calvo-Hernando, M (2006). Objetivos y funciones de la Divulgación Científica. *Autores Científico Técnicos y Académicos (ACTA)*. España, pp. 99-106.

https://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/040099.pdf

Francescutti, L.P. (2014) Los públicos de la ciencia. *Grupo de Estudios Avanzados de Comunicación. Universidad Rey Juan Carlos*. Fundación Dr. Antonio Esteve

<https://www.esteve.org/capitulos/documento-completo-12/>

González Sánchez, R, (2018) Retos en la divulgación de las matemáticas. En: *Memorias del III Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa* / coord. por García-Guerreo, M; et al.

García Guerrero, M. (2008). *Ciencia en todos los rincones. Manual de divulgación en talleres*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.

García Guerrero, M. (2010). Los talleres de divulgación científica como agentes para el desarrollo de una cultura científica. Tesis inédita de Maestría. Bernal: Universidad de Quilmes.

Storytelling Science Podcasts

Mayra Deltreggia Trinca, Simone Pallone de Figueiredo¹⁸

Contact: mayradeltreggia@gmail.com

Keywords: Podcasts, science communication, storytelling, public

Abstract. Increased popularity of podcasts have been presented as an opportunity to science communication as they are accessible, easy to produce and able to reach broader audiences. But some previous researches have shown that podcasts audiences actually tend to be niche audiences, usually around a specific topic. This study aimed to investigate the audiences of storytelling science podcasts in Brazil, to evaluate what kind of people these podcasts are reaching. We found out that listeners are highly educated, the majority with postgraduate degrees. Even so, they declared an increase of interest in science since they started listening. At last, we discovered that listeners also follow journalistic, politics, society and culture podcasts, indicating that the public is composed of attentive people on science, news and culture.

Introduction

People listen to podcasts to both entertain themselves and as a source of information, but the priority between these two options may change depending on studies and group of people (Chan-Olmsted and Wang, 2020; Craig *et al.*, 2021). When seeking for information or knowledge, they prefer podcasts that present it with in depth analysis and different points of view from theirs (Samuel-Azran *et al.*, 2018; Perks *et al.*, 2019). In the new era of podcasts (Bonini, 2015) listeners also tend to prefer more sophisticated production, with an elaborated sound design that provides a more immersive experience (Lopez *et al.*, 2015).

¹⁸ Mayra Deltreggia Trinca y Simone Pallone de Figueiredo / *Labjob/Unicamp*

Considering that people listen to podcasts in search of information, podcasts present themselves as a promising media to science communication, they are easy to produce and share, capable of reaching basically every person with access to the internet. They usually are listened to while doing manual or daily activities, so listeners do not need to stop what they are doing to listen. But researches on science podcasts have shown that listeners of these shows tend to have high levels of academic education, such as graduation and postgraduation, indicating that – even though podcasts are easy to access – non specialized people are not the majority of the public, both in the U.S. (Gay *et al.*, 2007; Flagg, 2009; Birch; Weitkamp, 2010) and in Brazil (Dantas-Queiroz *et al.*, 2017; Martin *et al.*, 2020).

A possible alternative to reach more broad and diverse audiences is using storytelling techniques to create engagement and facilitate comprehension. The narrative structure, that organizes events in a sequence, creating an effect of cause and consequence reduces the effort of understanding, making complex matters easier to process (Dahlstrom, 2021). Podcasts also have more time available to develop a train of thought that helps guide the listeners through the history. Narratives are also capable of creating a state of flow, when listeners get engaged with the storytelling, feeling like they are inside the story, increasing concentration and thus, comprehension (Moyer-Gusé, 2008; Busselle; Bilandzic, 2009).

Objectives and Hypothesis

Our main goal was to analyze audiences of storytelling podcasts, to evaluate if they are reaching a more generalist or specialized public, especially in terms of levels of education. We also wanted to know if these podcasts are able to increase the listeners' interest in science.

For the first question, our hypothesis was that they would be able to reach broad audiences, connecting to non-expert people outside the academy niche. For the second question, the hypothesis was that they would indeed be capable of increasing interest in science by giving it a more contextualized, immersive and provoking approach.

Materials and Methods

Six Brazilian podcasts were selected for the corpus of the research: *37 Graus*, *Vinte mil léguas*, *A Terra é Redonda*, *Habitat*, *Tempo Quente* and *Ciência Suja*. They all talk about science, environment or health. They also use storytelling techniques during the episodes, such as creating characters and scenes, using immersive sound design, detailed description and hang-cliffs.

An online survey was conducted, shared by the producers of the analyzed podcasts in their social media accounts and in research groups about radio and podcasts. Participants should answer questions about their listening habits, why they listen to these podcasts and other types of podcasts they tend to listen to and about themselves, their age, gender, level of education and profession.

Results and Discussion

Between February and March of 2024, we gathered 163 responses, and the results are discussed below.

Contradicting our first hypothesis, the public of the selected podcasts are predominantly highly educated (Fig. 1), being 33% graduate or under an unfinished post graduation and 57% with a complete post graduation. This result reinforces that listeners of podcasts tend to be higher educated, as shown by other studies that present similar percentages of listeners with high academic degrees of podcasts that discuss topics other than science (Globo, 2021; Newman, 2023). This implies that there is a media barrier keeping people with lower education apart from podcasts, a phenomenon not specific to science podcasts. We could also take into account that people who are highly interested in science are more likely to follow academic careers, so we would see a tendency to higher education in any community of people interested in science, a phenomenon non exclusive to podcasts.

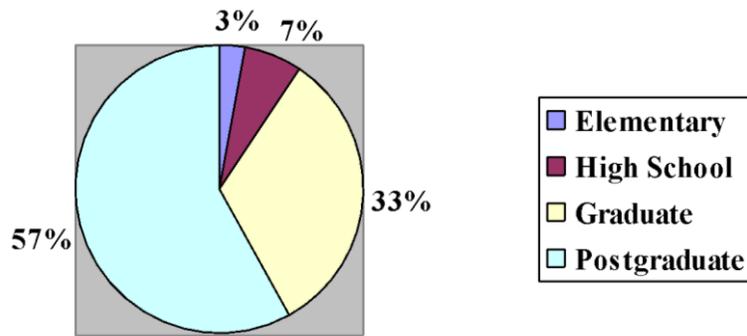


Fig. 1. Education levels of listeners.

In terms of interest in science, 71.27% of participants (129 people) said they are a lot interested in science, marking the highest point in a scale from 1 to 5 – where 1 is not interested at all and 5 very interested. These results reinforce that people are previously interested in science and that interest is what drives them to listen to these podcasts. Even so, when asked if their interest in science had changed by listening to these podcasts, 43.65% (79 people) said their interest increased a little and 25.77% (47 people) that it increased a lot. Showing that, even if people start listening to the podcasts already being interested in science, they could still increase this interest. This is probably related to listening to episodes that bring other areas of science or by presenting the topic from a different point of view, more contextualized and evolving, as presented by Perks *et al* (2019).

When asked about other topics they listen to in podcasts, most people said they listen to journalistic (70.95%), politics (64.25%), culture and society (51.4%) and other storytelling podcasts (40.22%). Other storytelling podcasts being less cited indicate that people are more focused on the topic of the podcasts than their format and that the public are composed of people already attentive to science, news and culture. This leads us to believe that listeners have the desire for information as their main reason to follow up these podcasts, letting entertainment as a secondary reason.

This does not mean that these podcasts are failing in their science communication aims but show us that being a popular and accessible media is not enough to engage with people with none or little interest on the topic. Even if podcasts or other online medias seems like a

passive way of getting information, choices and desires from the public are still the major driver, meaning that audiences will look for specific contents that fill up their original desire and changing approaches – such as using storytelling – may not be enough to attract new publics from outside the bubble.

Acknowledgments

We thank FAEPEX/Funcamp for the fundings provided to the first author to attend the presidential Symposium at Zacatecas.

References

- Birch, H.; Weitkamp, E. (2010). Podologues: conversations created by science podcasts. *New Media & Society*, 12(6), 889-909. <https://doi.org/10.1177/1461444809356333>
- Bonini, T. (2005). La “segunda era” del podcasting: el podcasting como nuevo medio de comunicación de masas digital. *Quaderns del CAC* 41(18), 23-33.
- Bussele, R.; Bilandzic, H. (2009). Measuring Narrative Engagement. *Media Psychology*, 12(4), 321-347. <https://doi.org/10.1080/15213260903287259>
- Chan-Olmsted, S.; Wang, R. (2022). Understanding podcast users: Consumption motives and behaviors. *New Media & Society*, 24(3), 684-704. <https://doi.org/10.1177/1461444820963776>
- Craig, C. M. et al. (2021). Podcasting on purpose: exploring motivations for podcast use among young adults. *International Journal of Listening*, 37(1), 39-48. <https://doi.org/10.1080/10904018.2021.1913063>
- Dahlstrom, M. F. (2021). The narrative truth about scientific misinformation. *PNAS*, 118(15), 1-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1914085117>

- Dantas-Queiroz, M. V. *et al.* (2018). Science communication podcasting in Brazil: the potential and challenges depicted by two podcasts. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2), 1891-1901. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170431>
- Flagg, B. N. (2009). Listeners' evaluation of Radiolab program: Choice. *Multimedia Research*, n. 09-009. Access: https://www.informalscience.org/sites/default/files/Radiolab_Choice_Evaluation.pdf
- Gay, P. L. *et al.* (2009). Astronomy Cast: Evaluation of a Podcast Audience's Content Needs and Listening Habits. *Communicating Astronomy with the Public Journal*, 1(1), 24-29.
- Lopez, D. C. *et al* (2015). A audiência radiofônica: a construção de um conceito a partir da metamorfose do meio. *Ação Midiática*, 10(1), 183-198, jul/dec. <http://dx.doi.org/10.5380/2238-0701.2015n10p181-198>
- Martin, G. F. S. *et al.* (2020). Podcasts e o interesse pelas ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 77- 98. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p77>
- Moyer-Gusé, E. (2008). Toward a Theory of Entertainment Persuasion: Explaining the Persuasive Effects of Entertainment-Education Messages. *Communication Theory*, 18(1), 407-425. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2008.00328.x>
- Newman, N. (2023). News Podcasts: Who is Listening and What Formats are Working? *Reuters Institute: Digital News Report*, 48-52.
- Perks, L. G. *et al.* (2019). Podcast Uses and Gratifications Scale Development. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 63(4), 617-634. <https://doi.org/10.1080/08838151.2019.1688817>
- Podcasts e a crescente presença entre os brasileiros. Globo, 17 jul 2021. Access: <https://gente.globo.com/pesquisa-infografico-podcasts-e-a-crescente-presenca-entre-os%20brasileiros>
- Samuel-Azran, T. *et al.* (2019). Who listens to podcasts, and why?: the Israeli case. *Online Information Review*, 43(4), 482-495.

Estudio del impacto de la exposición científica "Entre Patitas y Antenas" en el estado de Tabasco 2023

Felicia Mairany Jiménez Jiménez, Rosy Karyna Morales Brito Alejandro Félix Hernández¹⁹

Contacto: f.mairany@gmail.com

Palabras clave: Insectos, Divulgación científica, Exposición

Resumen. Las exposiciones destinadas a la comunicación de la ciencia a la sociedad son relevantes en Tabasco, gracias a los esfuerzos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET). En septiembre 2023, el CCYTET presentó una nueva exposición de divulgación científica con el tema "insectos", titulada "Entre Patitas y Antenas." Este evento expositivo tiene el propósito de promover y fomentar la cultura científica entre la sociedad tabasqueña, incentivando el conocimiento y el respeto hacia diversas especies, con un enfoque particular en los insectos.

Quienes realizan exposiciones de divulgación científica pretenden que éstas generen un impacto positivo, por eso el CCYTET trabaja en una revisión constante y sistemática de sus exposiciones, pues esta superación no puede ser alcanzada sin la aplicación de evaluaciones. En el transcurso de la exposición "Entre Patitas y Antenas," se llevó a cabo una encuesta de salida para obtener la opinión de los asistentes y se obtuvieron datos como: la identificación de los módulos que generaban mayor y menor interés, la asimilación de conocimientos específicos por los visitantes e impresiones generales de la exposición. Integrada por tres módulos: infografías del tema, juego de mesa llamado "Ajedrez Colmena", insectos en realidad aumentada, lupas, muestras reales, un diorama, microscopios de juguete y microscopios profesionales para la observación detallada de insectos.

¹⁹ Felicia Mairany Jiménez Jiménez, Rosy Karyna Morales Brito Alejandro Félix Hernández / *Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco*

Con base en las respuestas obtenidas y siguiendo las recomendaciones formuladas por Patiño (2022) en "Evaluación de Acciones y Productos de Divulgación", se interpretaron los datos recopilados. La evaluación se fundamentó en el enfoque de las "tres E" propuesto por Wilson (1993), el cual considera la eficiencia, eficacia y efectividad como criterios esenciales para medir el impacto y éxito de la exposición.

Introducción

Realizar actividades de divulgación científica siempre requiere de un gran esfuerzo, no solo desde el aspecto económico o el acceso a materiales, sino desde la concepción de la idea y la estructura de la dinámica a llevar a cabo, hacer investigación extensa sobre el tema y adaptarla a diferentes públicos.

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) conoce esto muy bien, es por ello que las exposiciones que realiza la institución conllevan un amplio trabajo detrás antes de poder presentarlas al público, con el objetivo principal de fomentar la cultura científica en la sociedad tabasqueña de todas las edades.

En septiembre de 2023, se presentó por primera vez la nueva exposición del CCYTET titulada ‘‘Entre Patitas y Antenas’’, enfocada a divulgar el conocimiento científico sobre los insectos.

Al ser una exposición divulgativa que recibió extensa afluencia de participantes, se aprovechó la oportunidad para realizar un estudio del impacto que este tipo de actividades tiene en la población del estado de Tabasco, cuyos resultados se exponen en las páginas siguientes, destacando aquello que resultó positivo, así como lo negativo y aquellas áreas de mejora que servirán para adaptar ‘‘Entre Patitas y Antenas’’ y otras exposiciones.

Antecedentes

Para hacer divulgación científica existe un gran abanico de posibles temas que abordar, ¿cómo decidir cuál será el correcto o el que tendrá mejor recibimiento?

En septiembre de 2023, el CCYTET fue invitado a participar como parte de las actividades que acompañarán a la exposición fotográfica ‘INSECTUS: Ciencia. Arte. Y Cultura’ en donde el tema central serían este gran grupo del reino animal: los insectos. Por lo que, con esa base, se procedió a escoger las líneas temáticas que se abordarán con cada actividad.

¿Por qué es importante divulgar sobre insectos? Convivir con bichos es cotidiano para tantos, tanto que el propósito de estos pequeños organismos se pasa por alto, así como sus detalles, su comportamiento y sus características. Esta fue la premisa que se utilizó para comenzar a describir el discurso divulgativo que se utilizaría en ‘Entre Patitas y Antenas’.

Diseño de la exposición

Con las líneas temáticas escogidas: descripción, características e importancia de los insectos; el siguiente paso sería diseñar las actividades que forman parte de la exposición. Es así que se optó por contar con siete actividades y/o materiales con los que los participantes podrían interactuar al formar parte: infografías giratorias, juego de mesa, observación con lupa, microscopios de juguete para preescolares, tablets con aplicaciones de realidad aumentada, observación del caparazón de una cucaracha de mar y observación a través de microscopios profesionales.

Se hizo uso de material con el cual el CCYTET ya contaba, como microscopios ópticos y estereoscópicos, siendo de los principales atractivos de la exposición al permitirles al público poder observar muestras como la pata de un insecto. Además, el uso de tablets con aplicaciones de realidad aumentada.

Sobre el diseño del discurso de divulgación, se decidió que en todas las actividades se reiterara a los participantes la idea principal: identificar a un insecto, utilizando gráficos y ejemplos con muestras reales de insectos para mostrar la estructura de su cuerpo, señalando las tres partes principales (cabeza, tórax y abdomen) y se les invitaba a contar el número de patas (este siendo, seis patas en total).

También se destacó la importancia que tienen los insectos con los ecosistemas y los beneficios que proporcionan, como el proceso de polinización, su uso en el control de plagas de cultivos, la opción de ser alimento, entre otros.

Durante la planeación se dejó una idea en claro: “Entre Patitas y Antenas” es una exposición de divulgación científica para todo público. Por lo que, el discurso y las actividades son adecuadas para todas las edades, desde los preescolares hasta los adultos mayores. Así mismo, se contó con dinámicas inclusivas para diferentes discapacidades como el uso de material que se pudiera tocar y escuchar, espacios amplios y adecuados, y por supuesto, una atención dedicada de parte del personal para explicar y que todos los participantes pudieran tener una experiencia agradable.

Dinámica de la exposición

La exposición es visualmente atractiva desde su acomodo y elementos. Al llegar a la exposición el participante puede ver 3 estaciones de aprendizaje. Cada estación consiste en una mesa de madera con sus sillas y dos de ellas con un prisma con carteles informativos.

La primera estación consiste en la explicación de la infografía que describe “qué son los insectos” y diversas características biológicas. La infografía se presenta en un tamaño grande, de 1.5 metros de altura, en formato de prisma rectangular y con bases giratorias. Posterior a la explicación, los participantes se acomodan en la mesa mientras que un guía les explica las reglas de un juego de mesa llamado “ajedrez colmena” en el que se destaca el concepto de simbiosis, puesto que el juego es un ejemplo de “parasitismo” de hormigas rojas con abejas.

En la segunda estación observamos una infografía con el mismo formato mencionado anteriormente, en ella se observan diversos ambientes en los que encontramos insectos, con el que se pregunta a los participantes en qué lugares han encontrado a esos animales. Después, el guía explica a los participantes la importancia de los insectos, mostrando como material didáctico una tableta con dos aplicaciones de realidad aumentada, una que muestra diversas especies de insectos y otra que muestra un enjambre, una migración y a una mariposa polinizando.

La tercera estación cuenta con una pequeña colección entomológica y dos microscopios para hacer observación de estos insectos, el primero es un microscopio estereoscópico que permite poner cualquier muestra de insecto para observar detalles del mismo, y el segundo es un

microscopio óptico binocular con muestras histológicas de una pata de un insecto caminante y un ojo de insecto.

Diseño de instrumento

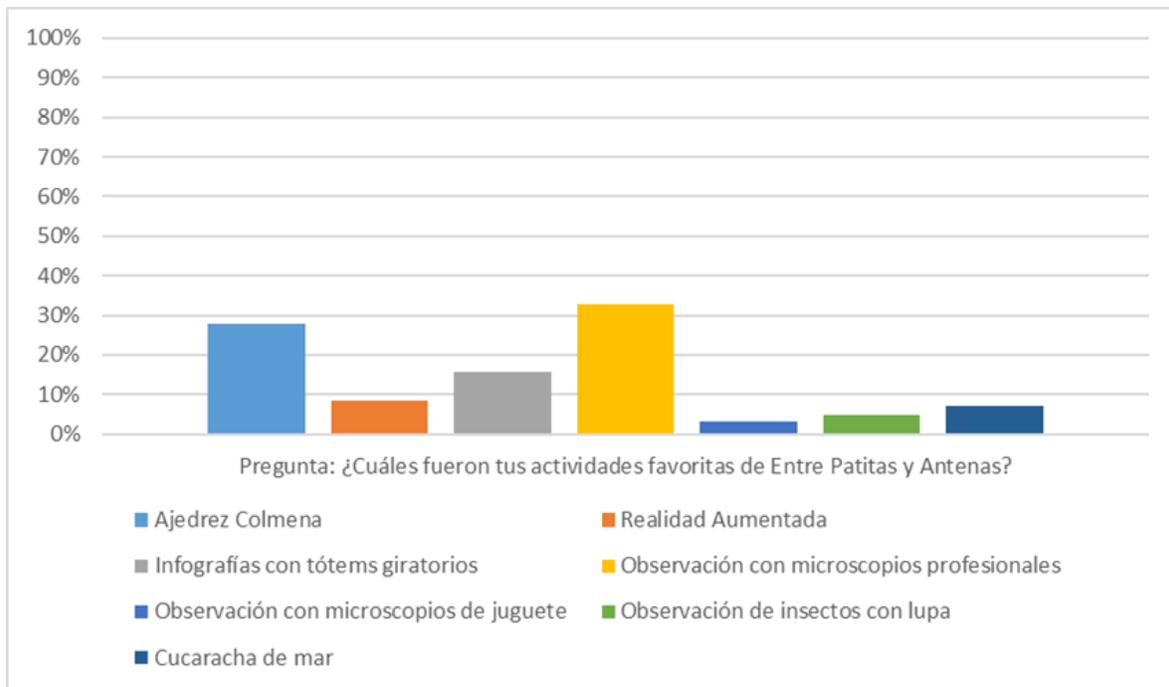
El instrumento que tomó en cuenta eficiencia, eficacia y efectividad fue una encuesta de satisfacción en la que en el presente documento se destacan los tres reactivos que persiguen objetivos como: destacar las actividades que causan más impresión en los participantes, así como las que causan disgusto y sobre todo, “exponer los aprendizajes conceptuales sobre insectos, que los participantes logran enunciar después de la exposición”.

Resultados del estudio

Una vez que los participantes terminaban de interactuar con las diferentes actividades se les realizaba una entrevista, de donde se lograron recabar 455 respuestas, con el objetivo de conocer cuál fue el impacto que los materiales y el discurso tuvo en los diferentes asistentes que llegaron al evento. Después de un análisis de todas las respuestas que se recabaron se extrajeron las preguntas más relevantes y a continuación se presentan las respuestas más populares:

Pregunta 1: ¿Cuáles fueron tus actividades favoritas de “Entre patitas y antenas”?

- Ajedrez colmena
- Observación con microscopios profesionales
- Infografías con los tótems giratorios.



Gráfica 1. Vaciado de respuestas a ¿cuáles fueron tus actividades favoritas de Entre Patitas y Antenas?

Pregunta 2: ¿Hubo algo que no te gustó? Menciónelo

- Todo excelente
- Sin comentarios
- El espacio estaba muy reducido para poder abordar todas las mesas.

Pregunta 3: ¿Qué aprendiste?

- 6 patas y 3 partes (Cabeza, tórax y abdomen)
- Anatomía de los insectos.
- A diferenciar a los insectos y arácnidos.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos de la pregunta número 1 nos indican que las actividades favoritas de las personas fueron las que permitían que los participantes interactuaran de manera directa, además de que la dinámica del juego de ajedrez colmena y las infografías de los tótems fueron originales del Consejo de Ciencia y Tecnología de Tabasco, por lo cual era algo nuevo e innovador, por la cual llamó la atención.

En el caso de la pregunta número 2, se buscaba encontrar los diferentes aspectos en los cuales se podía mejorar para brindar una mejor atención, lo cual nos dejó ver que el aspecto que se podía mejorar era en la distribución en cuanto al espacio, puesto las personas tenían que esperar y cuando el lugar estaba lleno en algún punto las personas podían chocar entre sí, un espacio más grande nos permitirá distribuir de mejor manera los materiales y brindar una mejor atención.

La última pregunta, la número 3, nos indicaba la cantidad de información que los participantes lograban comprender, se puede observar en las respuestas que los puntos centrales de la exposición fueron retenidos por parte del público, donde se puede concluir que en este aspecto se cumplió de manera satisfactoria.

Conclusiones (Recomendaciones)

Debido al periodo de tiempo que se tuvo de planeación, que fueron alrededor de tres semanas, hubo aspectos que se incorporaron a la exposición:

- Un rompecabezas tridimensional de insectos.
- Una caja de arena para público preescolar.
- Cambios con respecto al montaje de la exposición.

Gracias a los comentarios de los asistentes, determinamos que el espacio requerido para la exposición debe ser amplio para la distribución del mobiliario y materiales para una mejor atención al público, procurando mayor espacio para las actividades más populares (por ejemplo, Ajedrez Colmena).

En términos generales la exposición tuvo un impacto positivo en el público que asistió al evento puesto que la mayoría de las personas respondió con uno o dos datos mencionados a lo largo de la exposición, sin mencionar, basándonos en las respuestas, la percepción del público es muy buena con todas las actividades mencionadas.

Referencias

CONABIO. (2019). *La biodiversidad en Tabasco, Estudio de Estado*. México:

CONABIO. Contreras Armas, L. A. (2018).

Moreno, A & López, C. (2017). *Morfología externa de insectos*. Repositorio Institucional de la UNLP.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/72818/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guillermo, R. G. (2008, November 21). *Evaluación de los materiales didácticos*. CDMX; Obtenido de. [Evaluación de los Materiales Didácticos | PPT \(slideshare.net\)](#)

Martinez, R & Roquet, G & Pérez, L & Galindo, E & Gamboa F & Garduño, R & Olmos, A, . (2006). *Modelo Psicopedagógico Para El Diseño y La Evaluación De Materiales Didácticos en La Educación a Distancia*. Academia.edu Obtenido de:

https://www.academia.edu/34427169/Modelo_Psicopedag%C3%B3gico_Para_El_Dise%C3%B1o_y_La_Evaluaci%C3%B3n_De_Materiales_Did%C3%A1cticos_en_La_Educaci%C3%B3n_a_Distancia?hb-g-sw=38954286.

Diseño de kits de química para el apoyo a la tarea docente en educación primaria

Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado, Marcelo Queirolo²⁰

Contacto: fdnipoli@gmail.com

Palabras clave: Kit, Educación, Química.

Resumen.

El programa Química d+, de la Facultad de Química (Universidad de la República, Uruguay) promueve y realiza actividades de divulgación de la Química dirigida a escolares y docentes desde el año 2007 promoviendo la curiosidad y el interés en temas científicos. Las actividades están estructuradas en base a experimentos, juegos y dinámicas grupales para que los estudiantes puedan aprender conceptos complejos de forma lúdica. Las actividades principales del programa se desarrollan a través de visitas de escolares a la Facultad de Química (Montevideo) y en el Departamento de Química del Litoral (Paysandú), en las cuales los escolares asumen el rol de científicos a través de actividades experimentales.

En 2020, y ante la imposibilidad de realizar los talleres del programa de manera presencial, diseñamos las actividades para realizarlas de manera remota. Sin embargo, no podíamos cumplir totalmente con los objetivos de aprendizaje de los talleres, por lo que diseñamos Kits que transformaron los talleres virtuales en una especie de formato híbrido en el cual los escolares tienen una participación mucho más activa.

En esta presentación discutiremos el caso particular de un Kit que surgió en contexto de pandemia, que se rediseñó y continuó utilizando incluso después de retomar las actividades

²⁰ Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado y Marcelo Queirolo / *Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay*

presenciales. El Kit está diseñado para acompañar un taller de química que se dicta en formato híbrido y contiene los materiales y reactivos necesarios para desarrollar en el aula una serie de actividades de complejidad creciente. De esta manera, los niños se involucran activamente, lo que permite el desarrollo de los temas conceptuales, el trabajo cooperativo, el intercambio de ideas y la discusión de problemas.

El trabajo experimental en el aula constituye un componente esencial en la enseñanza de las ciencias naturales. Las docentes poseen amplia formación en pedagogía y didáctica, pero manifiestan que no tienen suficientes conocimientos teóricos ni suficiente experiencia en la aplicación de conceptos científicos para trabajar en clase. Además, suelen considerar a la química como una ciencia difícil de aprender y de enseñar, por la poca disponibilidad de materiales y laboratorios equipados. Así, este Kit busca funcionar como elemento disparador del interés de estudiantes y docentes por las ciencias y las actividades experimentales, y facilitar la realización de estas actividades en clase. Este Kit permite aliviar las presiones que experimentan los docentes de cumplir con la extensa currícula de ciencias naturales, y aumentar el alcance del programa Química d+, más allá de las limitaciones geográficas que experimenta actualmente.

Introducción

El programa: Química d+

Química d+ es un programa de actividades creado en el año 2007 y desarrollado por el Centro de Educación Flexible, de la Facultad de Química, en Montevideo, Uruguay. El programa está dirigido a escolares, docentes y audiencias no especializadas.

Nuestro objetivo general se centra en generar espacios interactivos donde se desarrollen las facultades necesarias que refieren a la química, y se adquieran conocimientos y estrategias de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

Como objetivos específicos, tiene:

1. Promover el interés de los niños por conectar la química con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos cotidianos.

2. Apoyar la labor docente en los niveles educativos de primaria y secundaria
3. Promover el pensamiento crítico y las habilidades comunicacionales de los estudiantes de Facultad de Química a través de formas de aprendizaje alternativas
4. Contribuir a la integración del ámbito académico con la sociedad

El origen de un proyecto

Las actividades del programa se desarrollaron de manera presencial exclusivamente, hasta el año 2020 con visitas escolares, quienes asumen el rol de científicos mediante experimentos realizados en el laboratorio.

El punto de quiebre en esta modalidad de dar los talleres, se dió con la llegada de la pandemia, a mediados del año 2020, cuando tuvimos que reformular la forma de trabajar, y nos vimos enfrentados a trabajar de manera remota con las escuelas.

Se adaptaron las maneras de dar el taller y se superaron los problemas. Los talleres se comenzaron a dar a través de la plataforma Zoom, donde nuestros integrantes realizaban los experimentos, y los escolares estaban de espectadores.

Debido a esta nueva dinámica, la participación de los escolares no era activa, por lo que nos vimos en la necesidad de diseñar algo que lograra la participación activa de los escolares. Fue así que con la ayuda de los Kits, los talleres netamente virtuales se transformaron en una especie de formato híbrido, en los cuales los escolares tienen actividades para realizar en el aula, durante el transcurso del taller.

Los Docentes en Uruguay

Mucho de lo que nos llevó a desarrollar este tipo de actividades, es que si bien los docentes poseen una amplia formación pedagógica y didáctica, nos han comentado que no tienen suficientes conocimientos sobre química, como para abordar los conceptos incluidos en la currícula.

También surge la idea que la química es una materia difícil de enseñar pero también difícil de aprender, y que no logran captar la atención del alumnado o encontrar ejemplos simples para explicar los conceptos. Además, también existe poca o nula disponibilidad de materiales y laboratorios equipados.

Fue así que la versatilidad del Kit fue evidente, ya que incluso luego de la vuelta a la presencialidad con el fin de la emergencia sanitaria, se siguió utilizando como recurso porque permitió aumentar el alcance del programa, dado que se pudo realizar talleres en lugares a los cuales no se habían realizado anteriormente, ya sea por tiempo o problemas geográficos. Uruguay no es un país extenso, pero muchos docentes no pueden realizar el viaje hacia la capital.

El Kit

El Kit contiene todos los materiales y reactivos necesarios para llevar a cabo uno de los talleres que realizamos de manera presencial, con las adaptaciones que contemplan la modalidad virtual:

1. Guía para docentes
2. Materiales y reactivos para realizar la reacción demostrativa
3. Modelos atómicos
4. Materiales y reactivos para el experimento que realizan los escolares
5. Materiales y reactivos para el experimento de cierre

La Guía para Docentes

En esta guía se presentan los materiales y reactivos que se encuentran en el Kit, protocolos para los diferentes experimentos, y una breve descripción para la gestión de los residuos. También se detalla el desarrollo del encuentro virtual, que consta de cuatro partes:

- . Presentación
- . Reacción demostrativa que es guiada por integrantes del equipo de Química d+, pero ejecutada por el docente responsable del grupo
- . Experimento que realizan los niños
- . Último experimento ejecutado por el docente responsable del grupo

Presentación

Durante la presentación, se habla sobre ciencia en general, y sobre la química en particular. Qué es la química y por qué es una ciencia. Se hace hincapié en el concepto de que todo lo que nos rodea está hecho de productos químicos.

Reacción demostrativa

En esta reacción se aprovecha la propiedad de un indicador ácido base como la fenolftaleína para cambiar de color y hablar sobre transformaciones de la materia y así captar la atención de los escolares antes de pasar al experimento que realizarán

Modelo Atómico

Compuesto por palitos de madera que representan enlaces entre los átomos para formar las moléculas y esferas de poliestireno expandido de diferentes colores, que representan átomos. Se usan para desarrollar conceptos como átomos, moléculas y reacciones químicas:

- . Esferas rojas representan átomos de oxígeno
- . Esferas azules representan átomos de nitrógeno
- . Esferas negras representan átomos de carbono
- . Esferas blancas representan átomos de hidrógeno

Experimento a realizar por escolares: Alcohol en Gel

Se les brinda una técnica donde se detallan los reactivos y materiales necesarios junto con los pasos para fabricar alcohol en gel. Es material suficiente para que se realicen cinco grupos

donde cada grupo fabrica una botella de 100 mililitros de gel, el cual posteriormente pueden usar como desinfectante. De esta manera aprenden que la química no es algo lejano que solo existe en las industrias, porque logran fabricar algo de uso cotidiano por sus propios medios

Experimento de cierre: Pasta de dientes de elefante

En la modalidad presencial, desde el inicio del programa se lleva a cabo el experimento de la "Pasta de dientes de elefante" que no es más que la descomposición del peróxido de hidrogeno catalizada por yoduro de potasio. Este experimento es realizado siempre por integrantes del programa.

Al realizar el taller de manera virtual, se llegó a la conclusión de que no es ni llamativo ni atractivo realizarlo nosotros, por lo que se adaptó el experimento para que lo pudiera llevar a cabo el docente encargado del grupo, con los escolares como espectadores presenciales.

Este es uno de los experimentos que tenemos como mascarón de proa, y no podíamos dejarlo de lado, ya que siempre es el que se lleva los aplausos más efusivos.

El Kit sigue siendo una herramienta que enciende mentes, y es un elemento disparador para docentes y estudiantes.

Por último, el Kit permite aliviar la labor docente, ya que se logra cumplir con una parte de la currícula que se deja de lado en la mayoría de las ocasiones.

En conclusión, el Kit, que empezó siendo una herramienta de complemento para los talleres virtuales durante la emergencia sanitaria, terminó siendo una herramienta útil para expandir nuestra labor hacia una mayor parte del territorio uruguayo.

Impacto de factores y prácticas de facilitación en el involucramiento de los visitantes en ámbitos no formales de educación en ciencia

Soledad Machado Corral, Nicolás Veiga, Chantal Barriault, Lucía Otero²¹

Contact: smachado@fq.edu.uy

Palabras clave: aprendizaje no formal, museos y centros de ciencia, herramientas, facilitadores, mediadores

Resumen. El aprendizaje no formal en museos y centros de ciencias ha ganado relevancia como una forma efectiva de promover la educación en ciencias fuera del entorno escolar. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre las interacciones entre visitantes y personal se centran en interacciones estructuradas, como visitas guiadas y presentaciones programadas. Este proyecto de doctorado investiga la intrincada relación entre el involucramiento (“engagement”) de los visitantes y el aprendizaje dentro de espacios de educación no formal en ciencias, con foco en museos y centros de ciencias.

Actualmente existe una brecha en la comprensión de los factores que influyen en el aprendizaje no formal, y en qué grado. Se busca abordar esta brecha al investigar el impacto de distintos factores, entre ellos las prácticas de facilitación (o mediación), en el involucramiento de los visitantes en estos ámbitos. El objetivo general es investigar la relación entre factores contextuales, prácticas de facilitación y el involucramiento de los visitantes, para determinar qué variables tienen un impacto sobre el involucramiento, y así describir los factores que llevan a una práctica de facilitación exitosa. Asimismo, como parte del trabajo de doctorado, se desarrolló una aplicación de código abierto que facilita la recopilación y el análisis de los datos de visitantes, con potencial aplicación no solo para

²¹ Soledad Machado Corral, Nicolás Veiga y Lucía Otero / *Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay*; Chantal Barriault / *Laurentian University*

centros de ciencias con exhibiciones tradicionales, sino también para otras actividades, como jornadas de puertas abiertas o ferias de ciencias con demostraciones interactivas. Los datos e *insights* que surgen del uso de la herramienta se pueden utilizar para desarrollar y mejorar programas y exhibiciones, para que la capacitación del equipo de facilitación sea más efectiva, o incluso para crear o complementar reportes de impacto de diversas iniciativas.

Introducción

El aprendizaje es un proceso activo, profundamente arraigado en la cultura, en el que las personas se involucran con objetos, experiencias y otras personas para construir modelos mentales del mundo. Es un proceso que desafía en gran medida la comprensión y descripción completas. Sin embargo, no cabe duda de que el aprendizaje de la ciencia no se limita a espacios y contextos tradicionalmente reconocidos para esta función. Entre las muchas oportunidades fuera del contexto de la educación formal, los museos y centros de ciencias tienen un lugar especial debido a que sus exhibiciones se desarrollan para tener en cuenta los conocimientos previos de los visitantes y contribuir a dar sentido a los conceptos e ideas científicas (Kirchberg & Tröndle, 2012). Además, la experiencia con las exhibiciones moviliza un conjunto particular de sentimientos, sensaciones y situaciones que están intrínsecamente vinculados al proceso de aprendizaje (Falk & Dierking, 2012). En este contexto se define exhibición como una instalación que provee una experiencia interactiva a los visitantes. Asimismo, se define facilitador(es) como el personal (tanto pago como voluntario) formado para y encargado de interactuar con los visitantes, invitándolos a explorar las exhibiciones y la relación entre la ciencia, la tecnología y su vida cotidiana (Falk & Storksdieck, 2005).

Interacción entre facilitadores y visitantes

Las interacciones informales o no estructuradas entre facilitadores y visitantes de los museos son un área de investigación en gran parte inexplorada. La mayoría de los estudios realizados sobre las interacciones entre los visitantes y el personal se centran en interacciones estructuradas, como visitas guiadas de grupos escolares y presentaciones programadas. Los

estudios sugieren que los visitantes tienen sentimientos positivos sobre la interacción con el personal del museo (Anderson, 2002), y que valoran las interacciones con el personal más que la obtención de información de letreros y materiales de lectura (Mony & Heimlich, 2008). Además, los visitantes informan que aprenden algo nuevo con más frecuencia cuando interactúan con el personal (Lindemann-Matthies & Kamer, 2006). Falk y Dierking informan que “los pocos estudios realizados con visitantes ocasionales sugieren que el personal influye positivamente en la experiencia, particularmente cuando son intérpretes capacitados, lo que ayuda a facilitar y hacer que la experiencia sea significativa para los visitantes” (Falk & Dierking, 2012, p. 163).

El trabajo de Machado Corral (2021) explora las interacciones entre visitantes y el personal facilitador, independientemente de las características particulares de las exhibiciones. Cuando un facilitador está presente, más visitantes alcanzan niveles de involucramiento más altos, independientemente del tipo de exhibición ($p < 0.001$). Estos resultados están de acuerdo con lo esperado considerando los modelos sociales de aprendizaje (Falk & Storksdieck, 2005; Vygotsky, 1980) y apoyan lo que expresaron Falk y Dierking (Falk & Dierking, 2012).

Objetivos

El objetivo de este trabajo es determinar qué variables tienen un impacto sobre el involucramiento de los visitantes a exhibiciones de ciencias, y así describir los factores que llevan a una práctica de facilitación exitosa.

Métodos

Este trabajo se realiza recabando datos de visitantes que interactúan con exhibiciones en distintos centros de ciencia, con un enfoque que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Se utiliza el Visitor-Based Learning Framework, VBLF, (Barriault, 1999; Barriault & Pearson, 2010) para medir el involucramiento de los visitantes, y el Facilitation Framework, FF, (Machado Corral, 2021) para describir y analizar los comportamientos de los facilitadores. Además, se recaban datos de otras variables que pueden influir sobre el

involucramiento, asociadas a características intrínsecas de los visitantes, los facilitadores, las exhibiciones, así como las estrategias y prácticas de facilitación. Algunos ejemplos de variables a estudiar son el género y rango etario de visitantes y facilitadores, su nivel académico previo, el tiempo que pasan interactuando con la exhibición, las estrategias de facilitación, y el tipo de exhibición.

El VBLF es una herramienta práctica, basada en teorías constructivistas del aprendizaje, que apunta a resolver uno de los problemas de la investigación del aprendizaje en centros de ciencias: que es costoso y difícil (Barriault, 1999; Barriault & Pearson, 2010). En el VBLF, la evaluación del aprendizaje que tiene lugar no se centra en las ganancias cognitivas, sino que considera las condiciones, los procesos y la participación que conducen al aprendizaje. Este instrumento consta de siete comportamientos discretos que los visitantes muestran al interactuar con las exhibiciones, que se agrupan en tres categorías de involucramiento o “engagement” (Initiation, Transition y Breakthrough). Estas categorías reflejan niveles crecientes de participación y profundidad de la experiencia de aprendizaje. En la categoría de Breakthrough, es evidente que el visitante está creando significado más allá de la interacción puramente física: se basa en su experiencia previa y se involucra en exploración e indagación (Barriault & Pearson, 2010). Es importante señalar que la herramienta no se enfoca en las características demográficas de los visitantes ni tiene como objetivo evaluar el conocimiento fáctico de los visitantes sobre los conceptos de ciencia presentados en la exhibición (Monteiro, 2018).

Por su parte, el Facilitation Framework (Machado Corral, 2021) describe las estrategias y técnicas usadas por facilitadores cuando interactúan con visitantes, y comprende cuatro Dimensiones de Facilitación: Comfort, Información, Reflexión, y Uso de la Exhibición. Comfort describe comportamientos del facilitador que dan la bienvenida e involucran a los visitantes, haciendo que la interacción con la exhibición sea más placentera. Información incluye estrategias relacionadas con la información fáctica, tanto general como específica, incluyendo información sobre el contenido científico de la exhibición. Reflexión abarca las estrategias y técnicas utilizadas por los facilitadores para invitar a los visitantes a involucrarse más profundamente con la exhibición, a través de la reflexión y la creación de conexiones. Finalmente, Uso de la Exhibición incluye las estrategias y comportamientos relacionados con

el uso de la exhibición, incluidas las instrucciones y los consejos sobre cómo usar la exhibición.

Resultados

El principal resultado del trabajo hasta este momento consiste en el diseño y desarrollo de un software a medida para el registro y análisis de datos, que permite una recolección más eficiente y precisa de información relevante. En la versión actual del software, permite el registro de datos demográficos y datos de observaciones sistemáticas, utilizando el VBLF y el FF, tanto en material audiovisual como en observaciones en vivo. En términos de análisis, el software permite la generación de un Perfil de Involucramiento del Visitante (Visitor Engagement Profile, VEP), una representación gráfica del porcentaje de visitantes que llegan a cada nivel de involucramiento definido por el VBLF. Asimismo, el software permite determinar el grado de fiabilidad entre observadores (Inter-Rater Reliability), a través del cálculo de Kappa de Cohen (McHugh, 2012).

Discusión

Emplear herramientas como el VBLF y el FF, permite estudiar de manera práctica y efectiva las interacciones multifacéticas entre visitantes, exhibiciones y facilitadores. Estas herramientas proveen un enfoque sistemático para comprender los mecanismos subyacentes que impulsan la participación de los visitantes, mejorando así nuestra capacidad para diseñar e implementar intervenciones educativas efectivas en centros de ciencia.

Además, el desarrollo del software atiende las necesidades particulares de los investigadores que trabajan en museos y centros de ciencia, y proporciona una herramienta útil y fácil de usar para la recopilación y el análisis de datos. Su desarrollo y futura implementación representa un avance significativo en el campo de la investigación en entornos de educación no formal en ciencias. Al facilitar la recopilación y el análisis de datos, los investigadores pueden obtener conocimientos más profundos sobre el comportamiento, las preferencias y el potencial del aprendizaje que sus instalaciones proveen a los visitantes. Además, la aplicación es una herramienta valiosa para informar la toma de decisiones, refinar las

prácticas de facilitación y, en última instancia, mejorar la calidad general de las experiencias de los visitantes en estos espacios.

Conclusiones

Los espacios de educación no formal en ciencias, como museos y centros de ciencia, brindan oportunidades únicas para el aprendizaje vivencial, la exploración interactiva y la apropiación de conceptos científicos. Sin embargo, la investigación en estos espacios requiere una comprensión profunda de la interacción entre los visitantes, los facilitadores y el entorno. Este estudio tiene como objetivo cerrar esta brecha, examinando el impacto de las prácticas de facilitación en la participación y el aprendizaje de los visitantes en centros de ciencia.

El uso integrado del Visitor-Based Learning Framework y el Facilitation Framework, junto con el desarrollo de un software a medida para la recolección y análisis de datos, representa un enfoque innovador para avanzar en la investigación y la práctica en entornos de educación no formal en ciencias. Al investigar sistemáticamente los factores que influyen en la participación de los visitantes y los resultados del aprendizaje, se pueden optimizar las exhibiciones y otras intervenciones en museos y centros de ciencia, fomentando la curiosidad, el aprendizaje y la alfabetización científica para diversas audiencias.

Referencias

Anderson, D., Piscitelli, B., Weier, K., Everett, M., & Tayler, C. (2002). Children's Museum Experiences: Identifying Powerful Mediators of Learning. In *Curator: The Museum Journal* (Vol. 45, Issue 3, pp. 213–231). <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2002.tb00057.x>

Barriault, C. (1999). The science centre learning experience: A visitor-based framework. *The Informal Learning Review*, 35(1), 14-16.

Barriault, C., & Pearson, D. (2010). Assessing Exhibits for Learning in Science Centers: A Practical Tool. In *Visitor Studies* (Vol. 13, Issue 1, pp. 90–106).

<https://doi.org/10.1080/10645571003618824>

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). *Museum Experience Revisited*. Left Coast Press.

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2019). Reimagining public science education: the role of lifelong free-choice learning. In *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0013-x>

Falk, J., & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. In *Science Education* (Vol. 89, Issue 5, pp. 744–778). <https://doi.org/10.1002/sce.20078>

Kirchberg, V., & Tröndle, M. (2012). Experiencing Exhibitions: A Review of Studies on Visitor Experiences in Museums. In *Curator: The Museum Journal* (Vol. 55, Issue 4, pp. 435–452). <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2012.00167.x>

Lindemann-Matthies, P., & Kamer, T. (2006). The influence of an interactive educational approach on visitors' learning in a Swiss zoo. In *Science Education* (Vol. 90, Issue 2, pp. 296–315). <https://doi.org/10.1002/sce.20127>

Machado Corral, S., Monteiro, P. H. N., Pisani, K., & Barriault, C. L. (2021, December). Facilitators improve the learning experience of visitors to a science centre. In *Frontiers in Education* (Vol. 6, p. 675124). Frontiers Media SA.

McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia medica*, 22(3), 276-282.

Monteiro, P. H. N., Barriault, C., & Bizzo, N. (2018). The multiple roles of exhibit learning impact assessments in a science centre. In *Educere et Educare* (Vol. 13, Issue 30, p. 10). <https://doi.org/10.17648/educare.v13i30.18426>

Mony, P. R. S., & Heimlich, J. E. (2008). Talking to Visitors about Conservation: Exploring Message Communication through Docent–Visitor Interactions at Zoos. In *Visitor Studies* (Vol. 11, Issue 2, pp. 151–162). <https://doi.org/10.1080/10645570802355513>

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Narrar la ciencia a varias voces: la experiencia de Nuquí vivo, un proyecto de narrativas transmedia en un territorio biodiverso y multiétnico

Marcela Gutiérrez Ardila²²

Contacto: mgutie27@eafit.edu.co, marcelagutierrezar@gmail.com

Palabras clave: Nuquí, narrativas transmedia, co-creación, comunicación pública de la ciencia, público infantil y juvenil

Resumen. Uno de los desafíos de la academia al hacer trabajo de campo es hacer partícipes a las comunidades de un territorio en el proceso de investigación y comunicación. En este texto se aborda la experiencia de crear narrativas transmedia de ficción para niñas y niños con investigadores de diversas disciplinas, comunicadores y comunidades afro e indígenas de Nuquí, municipio del pacífico colombiano.

Introducción

Las narrativas transmedia, que combinan diversos formatos narrativos y que permiten la expansión y prosumo por parte del usuario, han ganado relevancia en la comunicación pública de la ciencia. El proyecto Nuquí vivo, componente del proyecto Saberes de monte, presenta una experiencia innovadora en la co-creación de narrativas transmedia de ficción con comunidades afro e indígenas de Nuquí, Colombia.

Este texto describe el proceso de creación de Nuquí vivo, su diseño narrativo y resultados, destacando la importancia de la co-creación para narrar la ciencia a varias voces: la científica y la comunitaria. El enfoque participativo e incluyente involucró a investigadores, enlaces

²² Marcela Gutiérrez Ardila / *Universidad EAFIT*

territoriales, comunicadores y miembros de las comunidades en el diseño, desarrollo y validación de las narrativas transmedia.

Así mismo, explora el potencial de la co-creación entre academia y sociedad para generar narrativas conjuntas que reflejen la diversidad de saberes ancestrales y científicos. El recorrido temático incluye el origen de Nuquí vivo, el diseño del universo narrativo transmedia y los retos del proceso.

Se espera que esta experiencia contribuya a la comprensión de la co-creación para el diseño de narrativas transmedia entre diversos actores de la ciencia y promueva la participación de las comunidades en procesos de investigación y comunicación científica.

Origen de Nuquí vivo

Nuquí vivo tiene su origen en la investigación “Saberes de monte”, una investigación de Apropiación Social del Conocimiento que nació como iniciativa de las comunidades afrodescendientes e indígenas de Nuquí. La política pública de Apropiación Social del Conocimiento y la Tecnología en Colombia (ASCTeI) se define como un proceso de articulación entre diversos actores sociales en torno a temas de interés científico y tecnológico, donde se fomenta el intercambio de saberes, conocimientos y experiencias. Este proceso se desarrolla de manera transversal a las dinámicas de ciencia, tecnología e innovación, y se enmarca en un modelo participativo y democrático de relaciones entre ciencia y sociedad (COLCIENCIAS, 2010, p. 12).

En esta iniciativa se unió la Universidad EAFIT en cabeza de la investigadora Yuliet Hillón, de la Escuela de Derecho, la Universidad de los niños EAFIT, la Fundación ACUA, el Colectivo EMPUJA y 20 comunidades de este municipio en un diálogo de saberes que permitió crear herramientas pedagógicas y de planeación territorial en el tema de bosques, aguas y siembra para comprender y cuidar mejor el territorio. Por su parte, “Nuquí vivo” nace en el marco de la ejecución de esta investigación como trabajo de grado para la Maestría de Comunicación Transmedia de la misma Universidad. Saberes de monte es el principal antecedente de Nuquí vivo y constituye la base científica y comunitaria que hace viable la construcción de una narrativa transmedia para niños y niñas.

Si bien el proyecto de investigación tenía como resultado la construcción de material educativo, la propuesta de abordarlo desde las narrativas transmedia de ficción surgió de esta sinergia, que permitió además desarrollar un proyecto independiente a la investigación, con posibilidad de expansión y evolución narrativa. El nombre “Nuquí vivo” se inspira en un mural que se encuentra pintado en la cabecera municipal por el Colectivo Florece, en este está la imagen de un jaguar y una frase que dice “aquí todo está vivo”.

Los resultados de investigación de Saberes de monte son material de consulta abierta:

<https://www.eafit.edu.co/ninos/servicios/a-la-medida/saberes-de-monte/Paginas/inicio.aspx>

Universo narrativo de Nuquí vivo

Nuquí es un lugar importante para Colombia y el mundo. Ubicado en el pacífico norte colombiano, Nuquí se encuentra en una zona conocida como el Chocó biogeográfico, un lugar que integra una inmensa cantidad de ecosistemas y hábitats en el que las condiciones especiales de lluvia, sol y aire generan un ambiente idóneo para un gran número de especies endémicas. Asimismo, en este territorio se encuentran dos culturas, las comunidades indígenas Emberá Dobidá, que se ubican a lo largo de los ríos y comunidades afrodescendientes, que se encuentran en la playa, a lo largo del mar.

Este es el escenario de Nuquí vivo, un universo narrativo transmedia de ficción que se compone de diferentes historias basadas en la estructura narrativa del viaje del héroe y que se plasman en diferentes medios y plataformas. Las narrativas transmedia (NT) son una forma particular de narrativa que se expande a través de la multiplicidad de medios y lenguajes, aprovechando las potencialidades de cada uno para construir una experiencia narrativa única y compleja que se complementa y enriquece con cada interacción (Scolari, 2013, p. 21). De todas las fases de diseño de una narrativa transmedia, se pueden destacar los siguientes componentes que involucraron un proceso de co-creación con diversos actores de la ciencia en el marco del desarrollo de la investigación:

1. **Universo narrativo transmedia a partir del Mithos, Ethos y Topos:** Klastруп y Tosca (2004) abordan el concepto de transmedia worlds (TMW) o mundos transmediales en los que se analiza cómo se construye una percepción colectiva de las características distintivas y elementos esenciales del universo narrativo. En Nuquí vivo se describió cada uno de estos elementos: Mithos, Ethos y Topos con el fin de crear unas bases sólidas para el universo narrativo y que fueran fácilmente expandibles por los usuarios, en este caso, las comunidades de Nuquí, investigadores y demás actores participantes de la investigación Saberes de monte.

Mythos: Mitos, historias y rumores que definen la esencia del mundo.

Topos: Contexto espacio-temporal del mundo, incluyendo su época y geografía.

Ethos: Ética y moral del mundo, el código de conducta esperado.

Juntos, estos elementos crean la identidad única del universo transmedia y a partir de allí se crea la descripción narrativa y la sinopsis del universo.



Imagen 1: Elaboración propia

Creación de personajes auténticos y representativos: la construcción de personajes se llevó a cabo con un enfoque inclusivo y participativo, tomando como base la riqueza cultural y la diversidad de la comunidad de Nuquí. A través de talleres de caracterización con niños y niñas, se recopilaron ideas y aportes que nutrieron el desarrollo de los protagonistas: Sol y Yoiver. Sus nombres, inspirados en miembros reales de la comunidad, reflejan la autenticidad del proyecto. De igual manera, la elección de los ancestros, Armando y Cirila, y los animales guía, presentes en la saga "Los viajes de Sol y Yoiver", se basó en la información obtenida durante el trabajo de campo con las comunidades.

Esta metodología participativa basada en la metodología de la Universidad de los niños EAFIT, garantizó que los personajes no solo representaran la realidad de Nuquí, sino que también generaran vínculos emocionales con el público objetivo. Se evitó así caer en estereotipos, revictimizaciones o visiones erróneas de la ciencia, promoviendo una narrativa respetuosa con las historias y singularidades de las comunidades. La elección de Sol, una niña Emberá, y Yoiver, un niño afro, como protagonistas, simboliza la confluencia de ambas culturas y la riqueza cultural de Nuquí.

Journey map y productos finales: una vez definido el universo narrativo, se elaboró un journey map o mapa de usuario para trazar las rutas entre las expansiones narrativas y los medios más adecuados para cada una. Este proceso dio lugar a diversas propuestas, entre las que se encontraban un cuento interactivo, una docuserie, un videojuego corto y una campaña para promover la siembra. Debido a limitaciones de tiempo y recursos, algunos de estos productos no pudieron ser finalizados.

La co-creación se centró en los cuentos de divulgación científica "Los viajes de Sol y Yoiver", una saga compuesta por cuatro cuentos que abordan temáticas de geología y biología de manera lúdica y accesible. Estos cuentos forman parte de un kit educativo distribuido a las 23 escuelas rurales de Nuquí. El kit incluye además una serie de retos y materiales elaborados por artesanos de la comunidad, fomentando el aprendizaje individual y en grupo entre los niños y niñas.

¿Cómo se formaron las montañas de Nuquí? Sol y Yoiver reciben un llamado de Armando y Cirila, sus ancestros, que los llevará de viaje al fondo del mar.

¿Por qué llueve tanto en Nuquí? Sol y Yoiver reciben un llamado de sus ancestros, Armando y Cirila, que los llevará de viaje por las nubes.



¿Por qué hay erosión en los ríos de Nuquí? Sol y Yoiver reciben un llamado de sus ancestros, Armando Hanipe y Cirila Perea, que los llevará a viajar al río.

¿Por qué son importantes las plantas y los animales del bosque en Nuquí? Sol y Yoiver reciben un llamado de sus ancestros, Armando y Cirila, que los llevará a viajar al monte.

Imagen 2. Elaboración propia

Estos cuentos de divulgación científica fueron escritos de manera conjunta entre algunos de los comunicadores transmedia, la diseñadora de experiencias y los investigadores de Saberes de Monte. También se validaron dos veces con diferentes actores de la comunidad: profesores, líderes comunitarios y niñas y niños en talleres de socialización de resultados y ajustes con las comunidades del material a entregar.

La escritura a varias manos, si bien presenta desafíos, se facilitó con la estructura narrativa elegida del viaje del héroe con dos protagonistas que llegan a distintos escenarios. Esta estrategia permitió que todo el equipo participara activamente y aportara a las decisiones narrativas.

Los productos digitales se encuentran en etapa de prototipo de alta fidelidad:

<https://medialab.eafit.edu.co/nuquivivo>

Retos y lecciones aprendidas

El diseño de la narrativa transmedia en co-creación con investigadores, comunicadores y comunidad se da por la posibilidad de sumarse a la investigación en campo en todas las fases. Así se pueden crear vínculos de confianza con la comunidad. Uno de los hallazgos más importantes resaltados por la investigadora principal y el equipo de Saberes de monte es la desconfianza de las comunidades hacia las universidades y la investigación en general.

Al comienzo del proyecto, estas comunidades asociaban la palabra "investigación" con el robo de sus saberes y la palabra "proyecto" con dinero. Para superar esta desconfianza y crear las condiciones necesarias para la co-creación, tanto los procesos de investigación como de comunicación debían basarse en la construcción de confianza a partir de metodologías participativas, en este caso, basadas en las premisas metodológicas de la Universidad de los niños EAFIT: juego, pregunta, conversación y experimentación.

A partir de esta premisa, en la co-creación del universo narrativo se destacan varios retos y lecciones aprendidas:

Planificación e integración: la planificación del diseño de narrativas transmedia es dispendioso y requiere un cronograma independiente al de la investigación. Es por esto, que de integrarse este componente en una investigación es ideal que sea desde la conceptualización de los proyectos de investigación. Así mismo, las convocatorias de investigación deben considerar este aspecto en su cronograma y presupuesto.

Equipo multidisciplinario: para crear narrativas transmedia para la comunicación pública de la ciencia se requiere de un equipo con diversas habilidades, incluyendo diseño narrativo e interactivo, producción audiovisual, ilustración científica, expertos en comunicación transmedia e investigadores, etc. Es importante tener en cuenta este aspecto pues las capacidades del equipo determinarán los productos y medios que se pueden alcanzar.

Valoración de las narrativas transmedia: es necesario difundir el alcance y potencialidad de las narrativas transmedia para que su valor en la comunicación pública de la ciencia sea reconocido.

Procesos creativos y dinámicos: así como una investigación, el diseño de narrativas transmedia es un proceso creativo que evoluciona con el tiempo y los aportes de los actores que co-crean.

Educación y comunicación: las narrativas transmedia pueden cumplir una doble función: comunicar resultados de una investigación y educar. Es importante incluir las voces de diversos grupos, como niños y niñas, para comprender desde otros puntos de vista las dinámicas territoriales y los saberes ancestrales.

Referencias

COLCIENCIAS. (2010). Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología e Innovación.

Scolari, C. A. (2013). Narrativas transmedia : cuando todos los medios cuentan. DEUSTO, ISBN: 978-84-234-1336-2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=556746>

Klastrup, L., & Tosca, S. (n.d.). Transmedial Worlds – Rethinking Cyberworld Design [Manuscript in preparation, Center for Computer Games Research, IT University of Copenhagen. https://www.researchgate.net/publication/4109310_Transmedial_Worlds_-_Rethinking_Cyberworld_Design

Formación de estudiantes de grado como facilitadores en un programa de extensión universitaria

Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado, Marcelo Queirolo²³

Contacto: fdnipoli@gmail.com

Palabras clave: extensión, educación, química

Resumen. La extensión universitaria se define como la presencia e interacción académica mediante la cual la Universidad de la República (Uruguay) aporta a la sociedad los resultados de su investigación y docencia. Esto enriquece y redimensiona toda su actividad, mediante instancias de colaboración, intercambio de conocimiento y crecimiento mutuo.

Dentro del programa Química d+ de la Facultad de Química, Universidad de la República (Uruguay), funciona una propuesta de trabajos de extensión universitaria creditizables para estudiantes de grado. El objetivo específico es promover el pensamiento crítico e independiente, impulsando la aplicación del conocimiento en problemas concretos. Asimismo, implica integrar la extensión con las actividades en el medio, estimulando la capacidad de transmitir conocimiento científico en lenguaje acorde a la audiencia.

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar el enfoque utilizado en la formación de estudiantes para su participación activa en las actividades del programa. Abordaremos cómo este proceso se fundamenta en un aprendizaje vivencial y continuo, que permite a los estudiantes adquirir habilidades prácticas y conocimientos relevantes de manera progresiva. Buscamos ofrecer una visión integral de las estrategias educativas empleadas

²³ Federico Nípoli, Maite Martirena Otero, Agustín Rodríguez, Soledad Machado, Marcelo Queirolo / *Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay*

para empoderar a los estudiantes en su desarrollo, fomentando su involucramiento constante y significativo en el programa.

Los estudiantes se acercan a la disciplina participando en las actividades que se proponen a diferentes actores sociales. Esto implica el desarrollo y adaptación de experimentos, la comprensión de los conceptos teóricos involucrados y la planificación de actividades considerando diferentes audiencias objetivo. Se crea un espacio donde se incentiva la experimentación libre y la búsqueda de formas de aprendizaje alternativas, con la guía de docentes con gran experiencia en actividades de comunicación y divulgación científica.

Desde su inicio formal en 2010, más de 100 estudiantes optaron por esta modalidad y en general evaluaron muy positivamente la experiencia, considerándola muy enriquecedora para su formación e inserción laboral y académica. Los participantes dan especial importancia a la aplicación del conocimiento teórico adquirido en su carrera y la adquisición de fluidez y confianza a la hora de realizar exposiciones orales, además de la habilidad para adaptar contenidos científicos a distintas audiencias. Esta propuesta brinda a los estudiantes una valiosa oportunidad de vincularse con la Facultad con una aproximación que difícilmente se encuentre en la currícula habitual de las carreras de grado de la Universidad de la República (Uruguay) y la posibilidad de concebir la ciencia en el contexto de la sociedad, como dos partes que trabajan juntas y resuelven problemas, y no como entes dicotómicos.

El programa: Química d+

Química d+ es un programa de actividades creado en el año 2007 y desarrollado por el Centro de Educación Flexible, de la Facultad de Química, en Montevideo, Uruguay. El programa está dirigido a escolares, docentes y audiencias no especializadas.

Nuestro objetivo general se centra en generar espacios interactivos donde se desarrollen las facultades necesarias que refieren a la química, y se adquieran conocimientos y estrategias de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

Como objetivos específicos, tiene:

1. Promover el interés de los niños por conectar la química con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos cotidianos.
2. Apoyar la labor docente en los niveles educativos de primaria y secundaria
3. Promover el pensamiento crítico y las habilidades comunicacionales de los estudiantes de Facultad de Química a través de formas de aprendizaje alternativas
4. Contribuir a la integración del ámbito académico con la sociedad

Dentro del programa Química d+ de la Facultad de Química, Universidad de la República (Uruguay), funciona una propuesta de trabajos de extensión universitaria creditizables para estudiantes de grado. Mediante esta propuesta, estudiantes de grado de las diferentes carreras ofrecidas en Facultad de Química pueden adquirir la capacidad de transmitir conocimiento científico en lenguaje acorde a la audiencia.

Como programa de entrenamiento, se debe transmitir dos conceptos paradigmáticos a la hora de realizar comunicación científica:

1. Conocer a la audiencia
2. Evitar el uso de jerga

La principal pauta cuando se quiere comunicar ciencia, es conocer a la audiencia. Esto ayuda a saber cómo transmitir de la mejor manera el mensaje, pero fundamentalmente, asegurar que el mensaje llegue.

De la mano de este concepto, se evita el uso de la jerga. La jerga es el vocabulario especializado utilizado por un determinado grupo de personas, que permite una comunicación efectiva entre ellos, pero puede llegar a ser difícil de entender para aquellos que están por fuera de este grupo.

Cuando no se puede evitar el uso de jerga, lo que se puede hacer es definirla, en términos claros, y solamente a partir de ese punto, la jerga se puede utilizar sin restricciones.

La formación se basa en un aprendizaje vivencial y continuo

El entrenamiento que se realiza con los voluntarios se da de manera vivencial, lo que implica una forma de aprender involucrándose de manera completa, y de manera inmersiva. En cuanto al aprendizaje continuo, permite a los estudiantes adquirir las habilidades y conocimientos de forma progresiva, lo que hace que los conocimientos vayan sedimentando y sean apropiados por ellos.

Los voluntarios se acercan a esta disciplina participando en las actividades con propuestas a diversos actores sociales, lo que permite adquirir y ejercitar una flexibilidad a la hora de poder explicar los conceptos implicados.

Esto implica el desarrollo y adaptación de los experimentos, debido a que se trabaja en entornos de educación no formal, no siempre se realiza en laboratorios. Es necesario realizar modificaciones para que la experiencia sea buena.

En ese sentido, la comprensión de los conceptos teóricos involucrados en las experiencias es vital, porque no es posible adaptar o modificar los talleres sin saber cómo funcionan.

Por supuesto, estas modificaciones vienen con una planificación de las actividades, siempre considerando a la audiencia.

Es así que se crea un espacio donde se motiva a la experimentación y la búsqueda de formas de aprendizaje alternativas. Y por supuesto, esto siempre se realiza con la guía de docentes con una gran experiencia en actividades de divulgación y comunicación científica.

Las herramientas

Circuitos eléctricos: Durante las primeras 3 semanas de entrenamiento que se les brinda a estudiantes voluntarios en su comienzo en el camino de la comunicación científica aportan una mirada fuera de la caja de cómo transmitir o comunicar un mensaje, cualquiera sea este.

Para esto, uno de los primeros recursos que se utilizan son circuitos eléctricos como modelos de comunicación. En una primera instancia, los estudiantes deben construir un circuito eléctrico rudimentario con el fin de comprender las partes mínimas necesarias para hacerlo

funcionar (fuente, conductor, luz LED). Luego, se les pide que dicho circuito sea útil para transmitir un mensaje.

Posteriormente, se les pide que inventen un código para transmitir el mensaje, usando el circuito que construyeron y finalmente, se los divide en dos grupos. Uno de los grupos es el emisor del mensaje, y el otro grupo es el receptor del mensaje. Ambos grupos conocen el código para descifrar el mensaje.

Esto expone problemas que se encuentran en la cotidianeidad a la hora de comunicar, como por ejemplo:

- Si se encuentra listo el receptor para recibir el mensaje
- Si el receptor del mensaje está atento a cada parte del mensaje
- El código puede no tener el suficiente alcance necesario para el mensaje a transmitir
- ¿Qué sucede si me equivoco al enviar el mensaje?

Estos problemas, entre otros, son muchas veces de simple resolución, pero es necesario visualizarlos con ejemplos claros para poder resolverlos, porque están muchas veces demasiado internalizados y los damos por sentado.

Juegos: Usando juegos, se desarrolla la autoconfianza de forma lúdica. Por ejemplo, en el juego que se denominó "Dígalo con Palabras", usamos tarjetas con palabras que pueden ser jerga o palabras de uso común, y los estudiantes, divididos en 2 grupos deben poder describir la máxima cantidad a sus compañeros de grupo, a contrarreloj.

Esto hace dar cuenta de cuán internalizadas tenemos algunas palabras, y ayuda a poder explicarlas o describirlas sin la necesidad de decirlas. El objetivo de esto, es evitar la jerga.

Enfrentar diversas audiencias

Un recurso que se usa hasta el final del programa, porque siempre tiene aspectos importantes para rescatar, es tener que enfrentar diversas audiencias. Naturalmente, esto se da de forma progresiva y escalonada, pero les permite adquirir una flexibilidad que se corresponde con las diferentes personas o grupos de personas a las que se les comunica un concepto. Esto

también permite ganar terreno en el conocimiento mutuo, es decir, la audiencia y el divulgador.

Creditización del Programa

Desde su inicio formal en el año 2010, es decir desde que se otorgan créditos por participar en el programa, más de un centenar de estudiantes optaron por esta modalidad. El programa ha sido evaluado netamente positivo, y se considera muy enriquecedor para la formación académica del estudiante voluntario, e incluso muy valiosa para su inserción laboral.

Se han recibido testimonios que hablan de la superación de miedos al hablar en público, estudiantes que sedimentaron conocimientos que habían adquirido en otros cursos pero no entendido por completo, y como resultado, se les brinda a los estudiantes una invaluable oportunidad de vincularse con la facultad, con una aproximación que no se encuentra en la currícula de las carreras de grado ofrecidas, asimismo se brinda la posibilidad de concebir a la ciencia en el contexto de la sociedad, como dos partes que trabajan de forma sinérgica, y no dos entes dicotómicos.

Confluences in the process of revitalization of the long-term exhibition "*Demasiado Humano*" at the Espaço do Conhecimento UFMG, based on the expography team's experience

Dânia Lima, Marina Aravani, Patrícia Azevedo and Paula Faria²⁴

Contact: danialima@gmail.com, aravani.marina@gmail.com,
patriciaazevedo.br@gmail.com, paulalemosvilaca@gmail.com

Keywords: Exhibition design, long-term exhibition, confluences.

Abstract. This paper aims to share the experience of the *Espaço do Conhecimento UFMG*'s expography team in the process of revitalizing the long-term exhibition "*Demasiado Humano*". Curated by Patrícia Kauark Leite and opened in 2010, "the exhibition aims to highlight the ways in which our civilization sees and constructs the world, in a myriad of ways - poetic, philosophical, scientific and technological, traditional or modern. Thus, the metaphor of a certain path, with its "Origins" (where do we come from?), "Strands" (how did we come?) and "Waters" (where will we go?), will serve as an exercise to describe and question humanity's adventure on earth" (LEITE, 2010). Thirteen years after its inauguration, with a certain accumulated baggage and experience with its public, the museum finds itself facing the opportunity and challenge to approach new narratives in its long-term exhibition, bringing contemporary discussions about humanities from a poetic and sensitive perspective. In this way, the institution reaffirms its commitment to promote and expand discussions about the several forms of knowledge and ways of life, through which dialogue emerged with consultants invited to visit and think about "*Demasiado Humano*" from other points of view. Among them are the indigenous leader Ailton Krenak and the *quilombola* Antônio Bispo dos Santos, who, based on their knowledge and experiences, brought multiple ways of seeing the

²⁴ Dânia Lima, Marina Aravani, Patrícia Azevedo and Paula Faria / *Espaco do Conhecimento UFMG*

exhibition and attempts to answer the questions initially raised. Based on this careful process of research and attentive listening, the expography team gets involved with this project, seeking to articulate and make visible in the expographic space the possible confluences found in this collective construction (internal team and invited consultants), assuming to share this conceptual and projectual strategy with the public. Like a logbook, this paper seeks to document the construction journey of a reformulated “*Demasiado Humano*”, which will be opened again to the public in August 2024.

This paper is dedicated to Antônio Bispo dos Santos, who passed away on March 3, 2023, leaving an important contribution to the *Espaço do Conhecimento UFMG*.

Introduction

The *Espaço do Conhecimento UFMG* was opened in 2010 with the long-term exhibition entitled “*Demasiado Humano*” (“Overly Human”). Curated by Patrícia Kauark, the exhibition was created by a multidisciplinary team of professors and technicians from the University of Minas Gerais (UFMG) who were responsible for creating each of the installations, intending to “point out the ways in which our civilization sees and constructs the world, in a myriad of ways - poetic, philosophical, scientific and technological, traditional or modern. Thus, the metaphor of a certain path, with its “Origins” (where do we come from?), “Strands” (how did we come?) and “Waters” (where will we go?), will serve to the exercise of describing and questioning humanity's adventure on earth” (Leite, 2010, p. 15).

After four years, the second floor of the exhibition (“Waters”) was dismantled to open space for short-term exhibitions and since then the museum has started to offer a more diverse program for its public. Designing and executing temporary exhibitions has become part of the internal teams' routine, an activity that brought many challenges and opportunities to reflect on the museum's role and its purposes. Currently, the *Espaço do Conhecimento UFMG* states itself as a cultural space that combines culture, science and art, and its mission is not limited to the dissemination of scientific knowledge, but also the production of multiple knowledge, working towards presenting languages that combine, innovate and pour content.

After almost ten years since the opening of the first temporary exhibition and a certain background in dealing with the conceptualization of projects of this nature, as well as a certain repertory and experience with the public, the museum proposes to get involved in a project to renew its long-term exhibition. Initially, this project had the intention of updating out-of-date equipment and renewing worn-out items, such as plottings and panel paintings. After internal conversations, especially with reflexions promoted by the Educational team, sparked the desire to take advantage of this opportunity to bring new narratives and more up-to-date discussions in the field of humanities. This desire reveals a certain conceptual alignment of the museum with the UFMG's guidelines itself, which has recently made an effort to host and promote discussions about knowledge other than the scientific one, through actions such as the awarding of Doctorate degrees by *Notório Saber* to 15 artists and mentors of popular and traditional knowledge from Minas Gerais and Bahia. In this way, the *Espaço do Conhecimento UFMG* has also shared the understanding that, historically, universities and museums contribute to forms of symbolic exclusion, and thus has sought to insert itself into the circuit of museums that propose to be a place of experimentation to subvert the dominant logic in producing exhibition spaces. The project for a new version of the “*Demasiado Humano*” exhibition is inserted in this context, and is based on the experience of its team, which in recent years has been assembling shared perspectives and desires. The aim of this report is to present the process of this project from the point of view of the Expography team.

Report on the process of producing the new version

I have no doubt that confluence is the energy that is moving us towards sharing, towards recognition, towards respect. A river does not stop being a river because it meets with another river, on the contrary, it becomes itself and other rivers, it becomes stronger. When we come together, we don't stop being us, we become us and other people – we enhance. Confluence is a force that enhances, that increases, that expands. (Santos, 2023, p. 15)

Once it was came to a decision that the new version's project would cover more than specific interventions, the internal teams met to raise concerns related to the current version, from the concrete state of the installations to the conceptual aspects to content that were considered outdated or that did not appeal to the public nor raised the possibility of reflection. This phase

was called general diagnosis and was an important step to share ideas for a collective understanding. By raising the concerns of the current version, pathways were opened to envision possibilities for a new version. Many concerns arose from this diagnosis, as well as a collective feeling of enthusiasm that seemed to take over the entire museum's team.

The next step was to arrange the wishes taking into account the limitations of the financial resources and the time available for this project. A document was produced with all the issues identified and a first exercise was carried out to establish the priorities and the level of intervention in each installation, ranging from occasional maintenance to updating to total remodeling. At this moment, two wishes raised were fundamental and guided the following steps: returning to themes addressed on the "Waters" floor, dismantled in 2014, seeking to complete the narrative initially proposed by the curator and inviting people with other perspectives - beyond the Western and Eurocentric points of view - to collaborate with the project, in order to bring new narratives and perspectives to the exhibition. A new space arrangement was designed and people were invited. Antônio Bispo dos Santos (popularly known as Nego Bispo), farmer, *quilombola* leader, philosopher, poet, writer, teacher and political activist and Ailton Krenak, indigenous leader, environmentalist, philosopher, poet and writer member of the Brazilian Academy of Letters. Connecting with these new consultants had profound reverberations in the teams and in the project, changing some initial assumptions and promoting the understanding that counter-colonization is a long pathway with beginnings, middles and new beginnings, a cycle. The viable project for this moment is just the beginning of a more complex process that deserves time, new partnerships and longevity for its profound transformations that are desired.

Nêgo Bispo came to the museum in May 2023 and walked throughout each installation pointing out that different narratives and worldviews could - and should - coexist in the exhibition, increasing and expanding the possibilities for coexistence of differences, the idea of confluence. With his wordplay, he reminded us the importance of poetry in activating the sensibilities of those who visit the museum.

The contact with Ailton Krenak, which took place virtually, was equally inspiring and made the team start to perceive the museum as a colonial institution in a more critical way. Ailton Krenak brought reflections on how extremely important it is, in his words, to "subvert the

machinery” of colonialism and “dismantle the superstructures of capitalism”, such as using the museum in favor of counter-colonialism. The writer also brought us, aligned with Bispo's thinking, the concept of cosmophobia in which the so-called homo sapiens does not confluence with nature, but rather, views it with fear and as a resource to be prospected in a predatory way, causing damage without precedents for everyone. Thus, added to Nego Bispo's idea of confluence, Krenak brings the notion of composting and a lovable way to be and imagine a world where nothing is thrown away or excluded, everything is engaged and can become a regenerant of *Gaia*. In this way, it is made clear how restricted the human is in “Overly Human”, which does not include other existences and non-Western humanity.

Other authors and researchers have also brought to light the issue of the colonality of museums, and have represented important sources of inspiration, as is the case of Françoise Vergès, who presents in the book "Decolonizing the museum: program of absolute disorder" several arguments that place the Western museums as places to reinforce the colonialist ideal:

This institution, associated with the greatness of the nation, was born in its current form in the 18th century - the century of revolutions [...]. The 18th century also saw the consolidation of the ideal of whiteness, which supposedly brought together beauty, reason and principles of freedom. But the western museum truly achieved its glory in the 19th century, when it added to its collection thousands of art objects and human remains that soldiers, officers, missionaries, adventurers, merchants and governors brought with them at the end of the imperialist and colonization wars. Paraphrasing Walter Rodney, we can say that the Western museum contributed to the underdevelopment of the South. (VERGÈS, 2023, p. 7-13)

Thus, based on the discussions raised by the meetings with Nego Bispo and Ailton Krenak, the complementary readings of authors who are discussing the role of museums currently, as well as the dialogues between the museum's internal teams, new conceptual guidelines for the project were established with reverberations in the planning of the interventions and the exhibition design.

On the fourth floor, originally titled “Origins”, the proposals for intervention in the physical structure were minimal, maintaining the sectorization and exhibition route as initially conceived. However, the desire arose to reinforce an important concept, present in the initial curatorial thinking of the exhibition, that science as a knowledge is in constant transformation

and dispute, being constructed in specific social and historical contexts, thus considering scientific knowledge not as a unique and absolute perspective, but one of the ways of interpreting the world. An important question pointed out on the diagnosis and discussed internally was the absence of a stronger connection between the floors, due to a supposed unspoken but still noticeable separation between the sciences and the humanities contents of each floor of the exhibition.

Thus, the installations most impacted by this guideline are “Extracts of Time”, in which new information was added about perspective’s shifts that changed the course of the history of modern science, and “The Origin of Life in the Earth's Primitive Atmosphere”, in which it is explained that even with multiple discoveries and widely accepted theories, new answers and new concerns may emerge as our understanding of the Universe and our origins advances. Still on the fourth floor, another guideline that directed the elaboration of proposals was the deconstruction of the idea that humanity first evolved biologically in a homogeneous way and that cultural diversity only emerged later. In historical processes, processes of human diversification and human history itself is not linear. Some of the installations that make this explicit were “The Human Tree”, “Settlement in America” and “Archaeological Research in Minas Gerais”.

Another reflection, also evident on the fourth floor, was that America’s ancient human occupations and the entire human experience in Brazil prior to the European colonial invasion are part of deep indigenous history. Furthermore, the use of expressions such as “prehistoric people” was questioned, as it invalidates the existence of humanity prior to writing. This resulted in the removal of some of the initially existing installations, replacing them with new installations called “A Deep History of Diversity”, “Ways of Burial” and “Parietal Art”. Although the interventions on the fourth floor were more restricted, the expography design was guided by these concepts to promote subtle changes in the experience’s fruition. To subvert an orthogonal space - linked to rationality - curved panels were included, suggesting greater fluidity and diversity of thinking.

On the third floor, initially called “Strands”, larger interventions were proposed. It was suggested to build an even more fluid space, offering the visitor several possible paths to explore the installations. On this floor, it was proposed to associate existing installations into

a new section called “Ways of Existing”, seeking to reflect on how a single narrative contributes to diversity annihilation. The exhibition design plays an important role in materializing the concepts of the installations on this floor. The “Afro-indigenous Confluence Memorial” is an installation located close to the elevators and stairs, which was designed from panels that form an obtuse angle. The idea was to create a more open space that seeks to generate a great visual impact on those who arrive on the floor. In the installation “(Un)involved World and Involved Worlds”, the clash between the space shapes seeks to portray the inherent difference between these two ways of experiencing the world. While the “(Un)involved World” presents narrowed angles, evoking Nêgo Bispo’s idea of “syntheticity”, the “Involved Worlds” is represented through the fluidity of a curved shape, evoking Bispo’s idea of “organicity”.

Still on the third floor, in order to rescue the initial “Waters” section, a new one called “Dreaming the Earth” was proposed, formed by the installations “How to Postpone the End of the World?”, “Sprouting Ideias”, “Letters to the Future ” and “River-Poem”. In this section, the importance of other perspectives of existence is reinforced as a way to dream possible futures in confluence with other groups traditionally erased from Western history. Faced with the diversity annihilation that moves towards a narrative with beginning- middle-end of the world, another possible narrative is proposed based on Bispo’s notion of beginning-middle-beginning, which awakens the public's desires while inviting them to dream the Earth. To represent this space of possibilities, a circular, fluid and disruptive design is proposed, in which the visitor is invited to interact and get involved in the space, activating their own corporeal materiality and no longer being in a position of just an observer. An intimate space that awakens their sensibilities and provides a state of relaxation to dream, play and experience the museum.

Final considerations

Currently, the new version of the long-term exhibition “*Demasiado Humano*” is scheduled to open in August 2024. While before there was an ambition that all established reconfigurations would be finished on this date, today there is already a new prognosis for a second phase of the project, since a new financial resource was approved to be released until

2025. Therefore, it is planned for 2024 the complete inauguration of the fourth floor and the following installations on the third floor: “(Un)Involved World and Involved Worlds” from the “Ways of Existing” section and “How to Postpone the End of the World”, “Sprouting Ideas”, “Letters to the Future” and “River-Poem” from the “Dreaming the Earth” section. The installations “Memorial of the Afro-indigenous Confluence”, “Linguistic Diversity” and “Domesticated/Shared Flora” will be opened in 2025, in a new process in which there will be other opportunities to dialogue with new consultants.

This fruitful and intense process seems to have reinforced the commitment to recognizing the museum's potential to discuss and cover multiple perspectives of knowledge. It also made the internal teams recognize their own role in conceiving a new version of “*Demasiado Humano*”, which proposes to include new narratives and perspectives. The goal, in the end, is to help society recognize its own limitations, its actions to which perpetuate colonialism and continue to destroy the Earth, as well as the debts owed to people who have historically been denied rights and possibilities of existence. By reinforcing these ways of existing, there is an invitation to reflect and glimpse other possible futures.

The process also brought recognition of the project's own limitations, which does not intend to end in itself definitively, is assumed to be inconclusive, may also leave gaps and absences and be, at times, contradictory. Thus, “*Demasiado Humano*” is no longer permanent and static, but an exhibition that carves the way for other new versions, in a movement of constant reevaluation and revision.

References

Almeida, Maria Inês de; LEITE, Patrícia Kauark (orgs.). (2010). *Demasiado Humano*. Editora UFMG.

Krenak, Ailton. (2022). *Futuro ancestral*. Companhia das Letras.

Santos, Antônio Bispo dos. (2018). *Somos da terra*. PISEAGRAMA. Nº 12. p. 44-51.

Vergès, Françoise. (2023). *Descolonizar o museu: programa de desordem absoluta*. Ubu Editora/PISEAGRAMA.

10 científicas hicieron. Las mujeres en la ciencia siempre han estado ahí

Montserrat González González²⁵

Contacto: lacienciaesgegenial@gmail.com

Palabras clave: divulgación científica, perspectiva de género, mujeres en la ciencia, gamificación.

Resumen. En un mundo que avanza hacia la igualdad de género, es esencial visibilizar el trabajo de las mujeres en la ciencia. Este trabajo presenta tres actividades de divulgación científica diseñadas para resaltar los logros y contribuciones de las mujeres científicas: stand up, monólogos y raps científicos, y la experiencia transmedia: **10 Científicas Hicieron**. Las mujeres en la ciencia siempre han estado ahí. Evaluadas mediante cuestionarios, estas actividades demostraron ser efectivas para mantener la atención de las audiencias, estimular el interés por la ciencia y promover una comprensión más profunda de las contribuciones de las científicas. El proyecto @lacienciaesgegenial se enfoca en sensibilizar a los públicos sobre la importancia de la representación equitativa de género en la ciencia. La ciencia recreativa se muestra como una herramienta poderosa para el cambio cultural, promoviendo la inclusión y la diversidad en la comunicación pública de la ciencia.

Introducción.

La comunicación pública de la ciencia y la tecnología juega un papel fundamental en la sociedad al acercar el conocimiento científico al público en general. Históricamente, la comunidad científica ha mostrado una tendencia a favorecer a los hombres sobre las mujeres,

²⁵ Montserrat González González / *La ciencia es genial*

lo que ha llevado a que numerosas científicas, como Rosalind Franklin, vean sus logros subestimados (Rossiter, 1993). Este desequilibrio ha afectado negativamente el desarrollo de sus carreras y las ha marginado de merecidos méritos y oportunidades. Según el reporte de la UNESCO (2024), las mujeres constituyen solo el 30% de los investigadores a nivel mundial y enfrentan significativas barreras en la educación STEM.

En este contexto, la ciencia recreativa surge como una estrategia innovadora para la divulgación científica, especialmente al visibilizar el trabajo de las mujeres en la ciencia y promover la inclusión y la diversidad. Como establece García-Molina (2011), la ciencia recreativa es muy adecuada para capturar la atención y estimular el interés por la ciencia de los estudiantes y del público general. La visibilidad del trabajo de las mujeres en la ciencia es esencial para avanzar hacia la igualdad de género. Según Banchevsky et al. (2016), los estereotipos de género pueden desvalorizar las contribuciones de las mujeres científicas, por lo que hacer visible su trabajo es crucial para desafiar estos prejuicios. Asimismo, Schiebinger (1999) subraya la importancia de reconocer las contribuciones de las mujeres en la ciencia para avanzar hacia una mayor igualdad de género. Si las tendencias actuales continúan, mujeres y hombres estarán igualmente representados en el campo de la biología en 2069. En física, matemáticas e ingeniería, las mujeres no deberían esperar alcanzar la paridad hasta dentro de más de un siglo (Sugimoto, 2023).

En respuesta a esta situación, el proyecto "@lacienciaesgegenial" se centra en resaltar los logros de las mujeres científicas mediante actividades de divulgación que combinan ciencia recreativa y comunicación pública de la ciencia. Estas actividades buscan no solo educar, sino también inspirar y crear un espacio para la reflexión y el cambio cultural.

Estrategias de Comunicación.

En los últimos años, se han adoptado políticas y acciones para dar a las mujeres condiciones equitativas en la ciencia, creando un ambiente propicio para el cambio y la promoción de voces femeninas (UNESCO, 2024, p. 23). En este contexto, presentamos tres estrategias innovadoras de divulgación científica:

- Stand Up Científicos.

Descripción: Eventos que fusionan humor y conocimiento para acercar la ciencia al público de manera amena y accesible

Objetivo: Utilizar el humor como herramienta pedagógica para desmitificar conceptos científicos complejos y hacerlos más accesibles.

Impacto: Estudios han demostrado que el humor puede mejorar la retención de la información y la disposición hacia el aprendizaje (Banas et al., 2011). Estos eventos han mostrado ser efectivos para atraer audiencias diversas y promover un ambiente relajado donde se puede aprender ciencia de manera informal.

- Monólogos, Raps y Stand Up Científicos protagonizados por Científicas.

Descripción: Actividades protagonizadas por mujeres científicas, realizadas en eventos de divulgación y ferias científicas, micrófonos abiertos.

Objetivo: Empoderar a las científicas dándoles una plataforma para compartir sus historias y conocimientos, y desafiar los estereotipos de género en la ciencia.

Impacto: Dar voz a las científicas en estos formatos creativos ayuda a humanizar la ciencia y a presentar modelos a seguir para jóvenes mujeres (Jones et al., 2014). Estas presentaciones han recibido una retroalimentación positiva por su capacidad para conectar emocionalmente con el público y inspirar a la próxima generación de científicas.

- 10 Científicas Hicieron. las mujeres en la ciencia siempre han estado ahí.

Descripción: Una experiencia transmedia que permite a la audiencia interactuar a través de sus celulares y conocer las contribuciones de 10 científicas destacadas mediante actividades lúdicas.

Objetivo: Visibilizar el trabajo de mujeres destacadas en la ciencia a lo largo de la historia a través de una experiencia interactiva y educativa. Busca promover el conocimiento del trabajo realizado en diferentes áreas de la ciencia por estas 10 científicas, utilizando la

gamificación y la tecnología para crear un ambiente participativo y atractivo. Además, pretende inspirar y motivar a los y las asistentes a reconocer el papel fundamental que las mujeres han desempeñado en la ciencia y fomentar la igualdad de género en este ámbito.

Impacto: La gamificación y el uso de tecnologías interactivas han demostrado ser efectivos en la educación científica, aumentando el compromiso y la motivación del público (Deterding et al., 2011). Esta experiencia ha permitido a los participantes no solo aprender sobre las científicas, sino también sentir una conexión personal con sus historias y logros. Más allá de la competencia, se busca informar, inspirar y estimular la curiosidad, busca conocer y reconocerlas, usando el escenario.

Conclusiones y Sigüientes Pasos.

La ciencia recreativa puede ser una herramienta poderosa para promover la inclusión y la diversidad en la comunicación pública de la ciencia. Al visibilizar el trabajo de las mujeres científicas, estas actividades no solo educan al público, sino que también fomentan un cambio cultural hacia una mayor igualdad de género en la ciencia. En conclusión, la divulgación científica es esencial para sensibilizar al público sobre la importancia de la representación equitativa de género y para promover una sociedad más inclusiva y diversa en el ámbito científico.

Las evaluaciones hechas mediante cuestionarios al inicio y al final de las actividades han sido altamente satisfactorias, especialmente en audiencias voluntarias de 17 años en adelante. La retroalimentación de los y las participantes subraya la efectividad de las actividades para mantener la atención, estimular el interés por la ciencia y promover una comprensión más profunda de las contribuciones de las mujeres científicas, así como su deseo de explorar en mayor profundidad su trabajo.

En resumen, estas propuestas no solo educan e inspiran al público, sino que también fomentan un cambio cultural hacia una mayor inclusión y diversidad. La visibilidad del trabajo de las mujeres científicas y la participación activa del público en estas actividades son esenciales para desafiar estereotipos de género y promover un entorno científico más equitativo. La ciencia recreativa se demuestra así como una herramienta poderosa para la

sensibilización y el cambio cultural, promoviendo la igualdad de oportunidades y el reconocimiento merecido de las científicas.

Referencias

Banas, J. A., Dunbar, N., Rodriguez, D., & Liu, S. J. (2011). A review of humor in educational settings:

Four decades of research. *Communication Education*, 60(1), 115-144.

Banchefsky, S., Westfall, J., Park, B., & Judd, C. M. (2016). But you don't look like a scientist!: Women

scientists Women scientists with feminine appearance are deemed less likely to be scientists. *Sex Roles*, 75(3-4), 95-109.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness:

defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).

<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

García-Molina, R., (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka*

sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 8(),370-392.[fecha de Consulta 05 de Mayo de 2024]. ISSN: Recuperado

de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92022427002>

Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. (2014). Gender differences in students' experiences, interests, and

attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180-192.

Rossiter, M. W. (1993). The Matthew Matilda Effect in Science. *Social Studies of Science* 23(2), 325-341.

Schiebinger, L. (1999). *Has Feminism Changed Science?*. *Harvard University Press*.

Sugimoto, C. R.(2013). Global gender disparities in science. *Nature Communications*, 14(1), 1234-1245.

UNESCO. (2024). *Global Education Monitoring Report: Gender Equality in Education*. *Paris: UNESCO Publishing*.

Estrategia de divulgación de la ciencia para chicas rurales

Teresa Ávila , Camilo Kunstek²⁶

Contacto: martha.avila@ucb.edu.bo

Palabras clave: divulgación, ciencia, chicas, rurales

Resumen. El Programa CReA (Comunicad, Resiliencia y Aprendizaje) de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, busca la capacidad de agencia y transformación en poblaciones que se encuentran en situación de vulnerabilidad social y pobreza. Una de estas poblaciones, ubicada a 70 Km de la ciudad de Cochabamba en Bolivia, es Tiraque, con una actividad principalmente agrícola. Los jóvenes de esta población que quieren seguir una carrera universitaria deben trasladarse a la ciudad, lo cual implica gastos importantes para la familia y para los jóvenes, enfrentar nuevos desafíos y riesgos. Un estudio realizado el año 2023 mostró que el 85% de los jóvenes próximos a concluir el bachillerato, deseaban estudiar una carrera universitaria, sin embargo, son pocos los que realmente logran ingresar a la universidad y menos aún, los que finalizan sus estudios. Las carreras de las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés) se encuentran entre las menos elegidas por los jóvenes y las mujeres no muestran en ellas prácticamente ningún interés. En el contexto donde ellas se desarrollan, existen escasas oportunidades para potenciar su vocación científica y tecnológica y han manifestado, además, que no encuentran aprobación en sus padres para estudiar carreras que son consideradas para hombres, existiendo también temor de no encontrar trabajo posteriormente. Se ha diseñado una estrategia para inspirar y promover la participación de las jóvenes de Tiraque en temas relacionados con las áreas STEM, que pretende en primer lugar generar espacios de reflexión para el reconocimiento que la ciencia y la tecnología están constantemente presentes en sus

²⁶ Teresa Ávila, Camilo Kunstek Salinas / *Universidad Católica Boliviana*

vidas y también pueden ser percibidas de manera recreativa, a través de clubes de ciencia y otras actividades extracurriculares que generen experiencias, considerando que en las áreas rurales existe una escasa y a veces inexistente, oferta de este tipo de actividades. Para que una joven quiera ser científica o ingeniera primero tiene que percibirse desempeñando ese trabajo, las jóvenes de Tiraque no tienen referentes en las cuales inspirarse y que les sirvan de ejemplo, por lo tanto, otro propósito de la estrategia es que conozcan la experiencia de mujeres de origen rural que estudian o trabajan en áreas STEM, a fin de potenciar vocaciones científicas y tecnológicas. Toda la planificación, el diseño y desarrollo de los productos y actividades que se realizan en el marco de la estrategia, son con la participación activa y colaborativa de las jóvenes.

Introducción

En la vida de un joven, los últimos años de colegio están caracterizados por muchos cambios y marcados por decisiones que debe tomar para proyectarse al futuro. Esta etapa de transición suele ser vivida con expectativa e ilusión, pero también con temores y dudas, además que la forma como se la transita suele ser diferente si el joven vive en un contexto urbano, periurbano o rural y si es de sexo femenino o masculino.

Asumimos que el concepto de pobreza se limita a la falta de recursos económicos, mientras que el de exclusión social enfatiza el papel de los aspectos relacionales de un conjunto mayor de condiciones de vida y se manifiesta en el ámbito laboral, pero también en los problemas de vivienda, educación, salud, acceso a servicios, lo que afecta asimismo a grupos sometidos a discriminación y segregación social. La vulnerabilidad social, por su parte, sintetiza la articulación de situaciones de pobreza, privación y exclusión social (Brunet y colaboradores, 2013, p.647).

Solo el 28% del personal investigador en el mundo son mujeres, existiendo una gran brecha de género que existe en las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés). Una de las principales causas está en el desinterés de las mujeres por este tipo de materias. Las mujeres no nacen con menos aptitudes que los hombres para este tipo de carreras, sino que su interés por las áreas STEM empieza a perderse en primaria, tal

y como apunta la UNESCO en su informe *Descifrar el código*. Así pues, la clave para superar la brecha de género en estas materias está en generar vocaciones científicas y tecnológicas en las niñas desde temprana edad. Las niñas que viven en entornos rurales lo tienen más difícil, ellas han de hacer frente a una doble desigualdad: por ser mujer y por vivir en áreas alejadas donde existen menos oportunidades para potenciar su vocación científica y tecnológica. Las barreras que acentúan la brecha de género en la ciencia son: estereotipos de género arraigados, falta de referentes y menos oportunidades formativas (Ayuda en acción, 2021).

Metodología

El estudio que ha servido de insumo para el diseño de la estrategia forma parte de un estudio mayor sobre inclusión y exclusión social en los jóvenes del Municipio de Tiraque, que se realizó en el marco del proyecto CReA de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, en la sede Cochabamba, durante el año 2023. Para el estudio se tomó en cuenta la población joven adolescente escolarizada que se encontraba cursando los dos últimos años de secundaria.

Se realizó una investigación de tipo mixta, integrando métodos cuantitativos y cualitativos, con la finalidad de obtener una comprensión del problema de investigación más completa y exhaustiva. Un primer levantamiento de información fue utilizando una encuesta aplicada en todas las unidades educativas del Municipio. En un segundo momento, se realizó un levantamiento de información cualitativa mediante la realización de grupos focales con estudiantes de los dos últimos cursos de secundaria de los colegios y también se realizaron entrevistas a padres de familia y profesores.

Con los insumos proporcionados, tanto por la encuesta como por los grupos focales, se diseñó una estrategia con la finalidad de inspirar y promover la participación de las jóvenes de Tiraque en temas relacionados con las áreas STEM.

Resultados

Según la encuesta, el 85% de los estudiantes asiste regularmente a la escuela. El 75% de las y los jóvenes manifestó que lo que aprende en la escuela le sirve mucho, mostrando la importancia que le dan a la educación como un medio para mejorar sus condiciones y tener un título de bachillerato que habilite a migrar y conseguir trabajo fuera de Tiraque y/o a seguir estudiando.

El 85% de los jóvenes manifestó querer estudiar una carrera universitaria al terminar el colegio. El 17,8% de los hombres y el 21,3% de las mujeres se inclinan por estudiar oficios técnicos (mecánica, peluquería o belleza, corte y confección, gastronomía, repostería, música y secretariado). El estudiar estos oficios es relativamente viable, los y las jóvenes tienen como referentes a familiares o personas de la comunidad que pudieron estudiar en localidades como Punata, que queda cerca de Tiraque, por lo que pueden asistir a clases sin tener que irse a vivir a la ciudad de Cochabamba, ya que el flujo de transporte es relativamente alto entre estas dos poblaciones. De acuerdo con la responsable de la Dirección Distrital de Educación de Tiraque *“Menos del 15% va a institutos técnicos o a universidades después del colegio, de los cuales se profesionalizan muy pocos”*. Según el Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien del Municipio de Tiraque (2021), el 17,4% de la población no tiene ningún tipo de instrucción y a pesar de que saben leer y escribir no han concluido la primaria, el 57% tiene instrucción primaria, el 21,5% tiene instrucción secundaria, el 3,2% tiene instrucción superior.

Los padres de los jóvenes comparten sus aspiraciones ya que quieren que no sean agricultores con limitaciones económicas como ellos, sin embargo, les resulta difícil apoyarlos para que estudien, sobre todo por aspectos económicos. Rojas (2020, p.167) menciona que muchas de las expectativas de los jóvenes de los colegios de Tiraque, apuntan a la migración y a la profesionalización o estudios superiores que desmarcan de su contexto y su realidad, a partir de la idea de que los jóvenes no hereden las situaciones de crisis económica de muchas familias del campo, convencidos de que en la ciudad las condiciones de vida son mejores y el futuro es más prometedor para los hijos. Según la perspectiva de Cabrera (2018) mencionado por Rojas, sobre un estudio realizado también en Tiraque, el discurso institucionalizado de la escuela genera una presión social sobre la necesidad de continuar los

estudios en la universidad, situación que resulta muy difícil de cubrir por la economía familiar en la mayoría de los casos. Aunado a estas altas expectativas, está el acceso a la educación, que, en las zonas rurales, no alcanza o no se ha planificado en función de sentar las bases para un proceso de formación superior que se adecúe a las necesidades y se complemente con los sueños o proyectos de vida de los jóvenes.

Un joven del área rural tiene generalmente responsabilidades asignadas dentro de la actividad económica de su familia, por lo que se asumió al construir la encuesta, que las y los jóvenes realizaban una actividad laboral. La encuesta mostró que más del 90% de las y los jóvenes realizan algún tipo de trabajo, principalmente en la agricultura familiar y solo el 10% afirma que trabaja como jornalero temporal o en otros oficios, lo que implica alguna remuneración.

En la pregunta de la encuesta sobre la elección de oficio o profesión, al ser una pregunta abierta, se tuvieron muchas respuestas diferentes. Al agrupar dichas respuestas se observó que había algunas diferencias en las preferencias entre hombres y mujeres. Las mujeres se inclinaron sobre todo por las profesiones del área de salud y los hombres por ser militar o policía y las profesiones más tecnológicas, esto podría deberse a una reproducción de estereotipo femenino relacionado con el cuidado. Según Vazquez-Cupeiro (2015, p.183) frente al estereotipo masculino, que apuntala la creencia de que los chicos se interesan por cuestiones técnicas y analíticas y están orientados hacia la objetividad y la racionalidad, el femenino asume que las mujeres son afectivas, empáticas, intuitivas y pasivas. Los estereotipos de género adscriben características y roles, definen los esquemas de referencia, influyen en las expectativas y comportamientos de hombres y mujeres y, en última instancia, refuerzan la continuidad de la segregación formativa y ocupacional.

Cuando se discutieron estos resultados en grupos focales mixtos les pareció normal que así sea, manifestaron que eso se da por la educación, porque los roles influyen y porque se tienen diferentes gustos, *“se tiene la costumbre que tal cosa es para la mujer y tal cosa para hombre”*. En los grupos compuestos por solo jóvenes de sexo femenino se discutió bastante sobre el tema y salió lo que realmente piensan las chicas al respecto. A continuación, se reproducen algunos de estos comentarios: *“algunos padres son machistas y dicen que hay cosas que no pueden hacer las chicas”, “los padres de hoy nos dan un trato igual que a nuestros hermanos hombres”, “nos dicen que las mujeres no pueden ser iguales que los*

hombres”, “*no hay trabajo para una mujer en esa profesión*”, “*nos dicen que nos van a ver mal si hacemos eso*”, “*ellos son los que pagan y por eso hacemos caso*” y “*a veces te pueden hacer equivocar*”. Como puede observarse, se tienen opiniones variadas y depende de la familia, no se ve una tendencia clara al respecto.

Las carreras de las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés) se encuentran entre las menos elegidas por los jóvenes de Tiraque y las mujeres no muestran en ellas prácticamente ningún interés, tal como menciona Ayuda en acción (2021). En el contexto donde ellas se desarrollan, existen escasas oportunidades para potenciar su vocación científica y tecnológica y han manifestado, además, que no encuentran aprobación en sus padres para estudiar carreras que son consideradas para hombres, existiendo también temor de no encontrar trabajo posteriormente.

Según el SciDevNet via Zoom “*están cambiando los niños y adolescentes, pero no la institución de la familia y las instituciones educativas. Hay mucha osadía en las nuevas generaciones y es necesaria entonces la transformación de la malla curricular para hacer que las ciencias, aquellas que parecen más duras y hoscas históricamente para la condición femenina, se llenen de mujeres*”.

También se discutió con las jóvenes sobre los roles y los estereotipos, lo que se espera de ser mujer y todas coincidieron que a pesar de que se percibe un cambio con respecto a la situación pasada de las mujeres de su familia, los roles y estereotipos siguen influyendo en las decisiones personales y también en “*como vemos y planificamos nuestro futuro*”. Algo que también se discutió es sobre si los padres apoyan más a hijos varones para lograr profesionalizarse o alcanzar sus metas y sueños y algunas manifestaron que lamentablemente aun es así.

En los grupos focales se habló también de la falta de actividades para percibir la ciencia de manera recreativa, las cuales son prácticamente inexistentes en un pueblo en medio de los Andes como Tiraque y de la falta de referentes que sirvan de ejemplo o inspiración a jóvenes a ser científicos. Todos respondieron que no conocen a mujeres que estén estudiando o ejerciendo alguna carrera relacionada con ciencia y tecnología. Los estudios dentro de la perspectiva del *role modeling* sugieren que las decisiones individuales, formativas y laborales están marcadas por los antecedentes familiares y, en particular, por la disponibilidad de

modelos de rol femeninos de los que se aprende y con los cuales identificarse. Se tiene una necesidad de aumentar la disponibilidad de modelos de rol femeninos y en algunos casos también masculinos para cambiar estereotipos de género tradicionales y, en última instancia, compensar la brecha de género en itinerarios formativos y profesionales (Vazquez-Cupeiro, 2025, p.184).

Con estos insumos se diseñó una estrategia de divulgación de la ciencia que contempla actividades variadas. En primer lugar, se consideró la importancia de tener referentes que puedan contar sus experiencias estudiando o trabajando en el área científica y tecnológica, a través de charlas motivacionales y talleres. Se preguntó a las jóvenes cuales son los medios y plataformas que ellas quisieran explorar para la divulgación de la ciencia y todas estuvieron de acuerdo de hacer pequeños videos en formato vertical que puedan crear, compartir y reproducir en sus celulares. Las narrativas de las referentes también servirán de insumo para estos videos. Un ultimo aspecto que comprende la estrategia son los clubes de ciencia y otras actividades extracurriculares que generen experiencias, para tomar conciencia de que la ciencia y la tecnología atraviesan e impactan sus vidas de maneras no reconocidas actualmente, permitiendo vivir la ciencia de manera recreativa.

Vazquez-Cupeiro identifica entre las estrategias para mejorar la brecha de género, programas dirigidos a las mujeres con el propósito de aumentar su participación y equiparar su representación a la de los hombres (fix the numbers) y reformas en las organizaciones científicas para eliminar barreras estructurales/culturales y aumentar así la participación de las mujeres (fix the institutions).

Finalmente, todo los materiales divulgativos y talleres son planificados, realizados y evaluados de manera participativa y colaborativa con las jóvenes.

Conclusiones

Todas las actividades comprendidas en la estrategia pretenden además abrir un espacio para la reflexión sobre la participación de mujeres jóvenes del área rural en la vida profesional, haciendo hincapié en la ciencia y la tecnología y como se puede enriquecer o incluso modificar su escasa relación con temas científicos y tecnológicos.

La escasa participación de las mujeres en la ciencia supone desaprovechar gran parte de la inversión social e individual en capital humano e ir en detrimento de la formulación de nuevas perspectivas científicas innovadoras y de calidad. Promover la diversidad a través de la participación equitativa de hombres y mujeres no es, por lo tanto, una cuestión únicamente de justicia social sino también de aprovechamiento de talento, desarrollo socioeconómico y competitividad.

Referencias

Ayuda en Acción. (2021). La niña y la ciencia en entornos rurales: la doble brecha. Blog.

<https://ayudaenaccion.org/blog/infancia/nina-ciencia-entorno-rural/>

Brunet, I., Pizzi, A. & Valls, F. (2013). Condiciones de vida y construcción de identidades juveniles. El caso de los jóvenes pobres y excluidos en España. Revista Mexicana de Sociología.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v75n4/v75n4a5.pdf>

Gobierno Autónomo Municipal de Tiraque. (2021). *Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien del Municipio de Tiraque “PTDI 2021-2025”*. Municipio de Tiraque, Bolivia: GAMT.

Rojas, I. (2020). Gramáticas y agencias del “Ser Joven” en Tiraque, Análisis de interacciones entre actores locales y académicos. En: La desinformación, una vulnerabilidad transversal y latent. Producción Intelectual de Investigadores P1 “Vulnerabilidad Social”, Universidad Católica Boliviana.

Vázquez-Cupeiro, S. (2015) Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos. Convergencia Revista de Estudios Sociales.

<https://www.redalyc.org/pdf/105/10536227007.pdf>

Arte, ciencia y comunidad: 10 años promoviendo y comunicando la ciencia en la comunidad rural de Coatlán del Río, Morelos, México

Mario Antonio Flores Saldaña²⁷

Contacto: mario.flores@uaem.mx

Palabras clave: comunidad, arte, Coatlán, comunicación, ciencia.

Resumen. CiriÁN “ciencia + arte = comunidad” es un grupo multidisciplinario de la comunidad de Coatlán del Río, Morelos, cuyo objetivo es recrear la ciencia con la participación ciudadana para la creación de una cultura científica local que emane de la comunidad; de esta forma, y desde 2013, CiriÁN es el organizador, y con apoyo de los habitantes de la localidad, de las Jornadas de Ciencia y Arte que se celebran año tras año el mes de enero en el marco de las fiestas patronales del municipio. Tres días de actividades que combinan a la ciencia con el arte, teniendo como público objetivo a la comunidad de Coatlán del Río y algunas de sus localidades. Todo esto en un contexto de violencia acrecentada en el municipio que va destruyendo el tejido social comunitario por una fuerte presencia de ésta y poca o nula acción del Estado.

Introducción

El fomento de actividades científicas lúdicas junto con actividades culturales, principalmente artísticas, han sido una respuesta inteligente para contrarrestar una ola de violencia que se sufre y agrava en el municipio de Coatlán del Río, Morelos (1).

²⁷ Mario Antonio Flores Saldaña / CiriÁN "ciencia + arte = comunidad"

Este fomento nos ha llevado a poner en práctica que la cultura científica influye en el propio avance del conocimiento, al ayudar a la valorización de trabajo científico (2).

Además de que la incorporación por parte de la sociedad en su conjunto, de los métodos y procesos en los que se basa la ciencia para la generación de conocimientos, por su parte, tienen un impacto exógeno, en tanto contribuye a construir ciudadanía con capacidad de análisis crítico y toma de decisiones basada en conocimientos, es decir, ciudadanos del conocimiento (3).

CiriÁN “ciencia + arte = comunidad”

CiriÁN es un grupo multidisciplinario interesado en la gestión, promoción y divulgación de la comunicación de la ciencia y la cultura de y para el municipio de Coatlán del Río, Morelos, México. Figura 1. El objetivo de CiriÁN es recrear la ciencia y el arte con la participación ciudadana para el desarrollo de una cultura científica.

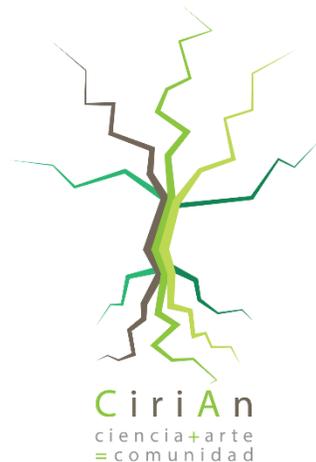


Figura 1. Logotipo de CiriÁN “ciencia + arte = comunidad”.

El interés de CiriÁn es crear una perspectiva diferente de las denominadas ciencias duras, (matemáticas, física, química y biología) en el municipio de Coatlán del Río y utilizar la comunicación de la ciencia; donde el rigor de la ciencia conviva con los saberes y el arte local para contribuir a la formación de una cultura científica en la comunidad.

Jornadas de Ciencia y Arte

En la creación de proyectos comunitarios, muchos se emprenden y no llegan a consolidarse terminando por desaparecer y otros, en cambio, van sufriendo modificaciones a lo largo del tiempo para transformarse en proyectos más sólidos y comprometidos.

Las Jornadas de Ciencia y Arte han sufrido esos cambios a lo largo de estos años, desde el nombre *Jornadas Culturales*, hasta las temáticas y participaciones donde la comunidad participa de diferentes maneras así como las y los participantes se han sumado año con año para formar parte de alguna edición e interactuar con la comunidad.

Esta actividad de comunicación científica no sólo nos ha ayudado a vislumbrar vocaciones científicas o descentralizar las actividades de comunicación científica, en nuestro caso y particularmente las actividades descritas anteriormente junto con diversas actividades complementarias a lo largo del año (presentaciones de libros, cineclub, charlas, entre otras) mes tras mes nos han servido para restablecer poco a poco un tejido social dañado por la violencia incesante donde niños y adolescentes encuentran en la ciencia, y en otras actividades recreativas, opciones identitarias para que la violencia organizada no sea su primera opción en su desarrollo moral y/o intelectual.

Los tres días de actividades se han convertido en un lugar de encuentros entre profesionales de la ciencia y el arte pero también de encuentros que por primera vez, la población, descubre a la ciencia, el arte y todas sus posibles combinaciones.

Es importante señalar que la *creación de necesidades* es un rubro que durante todos estos años se ha promovido desde las actividades de ciencia y arte, actividades significativas que involucren una búsqueda de identidad.

Resultados

Al realizar un recuento de actividades artísticas y de ciencia realizadas en el municipio, los resultados fueron los siguientes; de las **actividades artísticas** del 2013 al 2023 han sucedido con mayor regularidad; destacando 58 presentaciones musicales y 18 presentaciones de libros significando el mayor número de actividades en el gusto de la población asistente; de las **actividades de ciencia** fueron pláticas o charlas de ciencia con 37 presentaciones, así como 24 diferentes talleres científicos. Es importante mencionar que estas actividades se han potenciado a lo largo de 10 años. Tabla 1.

Por otro lado, los resultados de una encuesta a pobladores de las colonias cercanas a las actividades de ciencia y arte que se desarrollan en la comunidad permitieron ver el interés que presentan algunos sectores de la población del municipio en su mayoría jóvenes adultos.

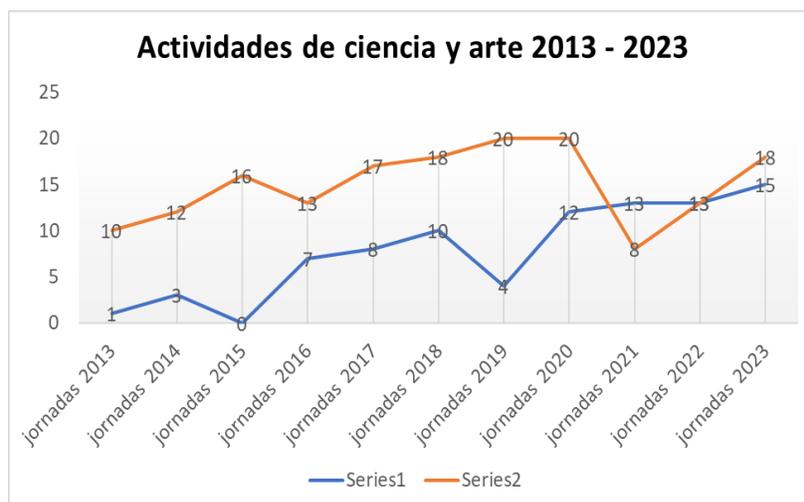
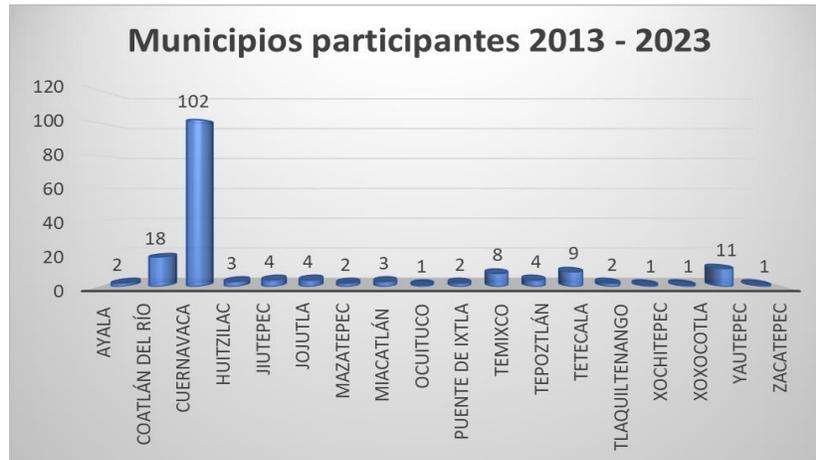


Tabla 1. Actividades de ciencia (azul) y arte (naranja) 2013 – 2023 llevadas a cabo en Coatlán del Río, Morelos.

Por otro lado, 18 de los 36 municipios que conforman al Estado de Morelos, es decir, el 50%, han participado realizando actividades de ciencia y/o arte, algunos con dos o más colaboraciones como el municipio de Cuernavaca con 102 participaciones. Tabla 2.

Tabla 2. Número de participaciones de municipios del estado de Morelos que han colaborado en las Jornadas de Ciencia y Arte.



Conclusiones

- 1.- La oferta de arte y ciencia se ha **incrementado** de manera exponencial desde 2013, siendo la edición de 2023 con más actividades de ciencia.
- 2.- Desde 2013 18 municipios (**50%**), de los 36 que conforman al Estado de Morelos, se han presentado en las jornadas de ciencia y arte.
- 3.- La participación de los(as) **pobladores(as)** como hacedores de ciencia y arte ha sido constante en la mayoría de las ediciones las jornadas de ciencia y arte.
- 4.- Implementación de metodologías que permitan un **seguimiento** constante y una mejor **evaluación** de actividades de ciencia y arte que se desarrollen en el municipio.
- 5.- Creación de **indicadores** que determinen el impacto de las actividades de ciencia y arte que se desarrollen en el municipio.

Referencias

- Castellanos, M. D. (2023). 2023, El año más violento en la historia de Morelos (pp. 7-12).
- Villa, J. (2011). Estancamiento de la Cultura Científica en México. II Congreso Estatal de Difusión y Divulgación de la Ciencia y Tecnología en Michoacán, México.
- García, L. (2020, 24 de septiembre). ¿Para qué un Día Internacional de la Cultura Científica? DGDCUNAM. <http://ciencia.unam.mx/leer/1044/-28-de-septiembre-para-que-un-dia-internacional-de-la-cultura-cientifica->

La comunicación de la ciencia en investigaciones transdisciplinarias

Teresa Ávila Alba y Camilo Kunstek Salinas²⁸

Contacto: martha.avila@ucb.edu.bo

Palabras clave: comunicación, ciencia, investigación, transdisciplinariedad, vulnerabilidad

Resumen. Las problemáticas ambientales, de seguridad alimentaria, de inclusión y exclusión social y productivas, tienen un alto grado de complejidad e incertidumbre, por este motivo, en el Proyecto CReA (Comunidad, Resiliencia y Aprendizaje) de la Universidad Católica Boliviana, se ha planteado un abordaje transdisciplinario en las investigaciones e intervenciones que se realizan con las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad social y pobreza con las que se trabaja. Las comunidades locales para reducir su vulnerabilidad y ser llevadas a un estado de mayor resiliencia, necesitan no solo producir conocimiento sino apropiarlo y que éste sea parte de la toma de decisiones para la resolución de problemas y la transformación de su calidad de vida. La comunicación de la ciencia contribuye en la apropiación del conocimiento producido en las investigaciones. Los diferentes medios, procesos y modalidades que comprenden la comunicación de la ciencia permiten, por un lado, crear canales para escuchar las necesidades y requerimientos de diferentes públicos, contribuyendo a que las investigaciones tengan una mayor aceptación y participación de los actores locales y que los conocimientos producidos tengan una mayor pertinencia y apropiación; por otro lado, permiten una adecuación semántica al momento de divulgar los conocimientos a personas no especialistas. Esto supone un acompañamiento por parte de los procesos de comunicación de la ciencia, en todas las etapas de la investigación o la intervención, contribuyendo a fortalecer el enfoque transdisciplinario del Programa CReA y no solamente tener en cuenta a la comunicación de la ciencia al momento final, en la

²⁸ Teresa Ávila, Camilo Kunstek Salinas / *Universidad Católica Boliviana*

devolución de conocimientos producidos a los diversos actores de la comunidad de aprendizaje.

Introducción

El CReA (Comunidad, Resiliencia y Aprendizaje) es un proyecto de cooperación interuniversitaria entre la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (UCB) y la Confederación de Universidades Flamencas VLIR- UOS de Bélgica, que busca el desarrollo inclusivo y comunitario para transformar la calidad de vida de poblaciones rurales y periurbanas en situación de vulnerabilidad social y pobreza con las que trabaja el proyecto. Con este fin, se han conformado Comunidades Transdisciplinarias de Aprendizaje (CTA), que son espacios dinámicos y de interacción cuya finalidad es el diálogo y la revisión permanente de un mismo objeto de investigación, desde diferentes ópticas disciplinarias con un enfoque multi-actoral conformado por: académicos de la universidad, miembros de las comunidades locales donde se desarrollan las investigaciones y organizaciones de la sociedad (Peres-Cajias, 2022, p.949).

Las temáticas con las que trabaja el proyecto son: sociales (inclusión y migración), ambientales (gestión integral de agua y suelo), soberanía alimentaria e innovación nutricional, derechos de pueblos indígenas y desarrollo productivo.

La primera fase del proyecto tuvo una duración de 5 años. En las evaluaciones que se realizaron sobre la primera fase se evidenció la debilidad de los procesos comunicacionales de los conocimientos científicos producidos en las CTA y se levantaron demandas de los actores involucrados, sobre la necesidad de protocolos de comunicación de la ciencia que faciliten la devolución de la información a las comunidades locales.

Como respuesta a estas demandas se está realizando una investigación sobre la contribución de la comunicación de la ciencia en la apropiación de los conocimientos producidos en las CTA, en el marco del programa doctoral en Comunicación e Información de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.

Consideraciones teóricas

El campo de cada disciplina se vuelve cada vez más agudo, lo cual vuelve la comunicación entre estas cada vez más difícil y hasta imposible (Nicolescu, 1996, p.31). El ideal simplificador maneja la totalidad descomponiéndola en sus partes y especializándose en disciplinas que profundizan en cada componente y minimizan las cualidades que surgen de la interacción de éstos. Por el contrario, la nueva perspectiva no intenta reducir la complejidad universal, sino dar cuenta de ella, construir instrumentos de conocimiento que la acepten, la hagan visible, reconociendo la provisoriedad de todo saber. Supone un acercamiento metodológico diseñado a través de la conexión y la interacción de las partes (Espina, 2007, p.31).

La multidisciplinaria es una forma de colaboración o concurrencia disciplinaria que implica la participación de más de dos disciplinas en una investigación o estudio, sin perder cada una su caracterización o abandonar su metodología propia. Cada disciplina mantiene su autonomía durante la colaboración (Leavy, 2011, p.18). Frecuentemente, se utilizan los términos multidisciplinaria e interdisciplinaria como equivalentes e intercambiables. Es cierto que las dos son formas de colaboración disciplinaria, pero son distintas. La interdisciplinaria es más compleja que la multidisciplinaria, porque exige una integración de la teoría o elementos de la teoría científica de varias disciplinas. Esa integración requiere a su vez, el diseño de una metodología que utilizan de común acuerdo y con la misma estrategia investigadores formados en disciplinas distintas (Leavy, 2011, p.18 y Paoli Bolio, 2019, p.349).

La transdisciplinaria comprende lo que está entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. La visión transdisciplinaria nos propone considerar una realidad multidimensional, estructurada en múltiples niveles y que reemplaza la realidad unidimensional de un solo nivel en el pensamiento clásico (Nicolescu, 1996, p.40). La transdisciplinaria ha emergido en orden de trascender la producción del conocimiento disciplinario (Leavy, 2011, p.20).

Las problemáticas sociales, de salud y ambientales urbanas y rurales, tienen un alto grado de complejidad e incertidumbre, no pueden ser abordadas desde un solo ámbito disciplinario y presentan grandes retos para los comunicadores. Son fenómenos en los que concurren diferentes ciencias y disciplinas para identificar causas, relaciones y procesos que permitan

su comprensión y explicación. El grado de afectación de estas problemáticas es mayor en grupos sociales vulnerables. Las múltiples formas de vulnerabilidad que pueden identificarse en los grupos sociales marginados, generalmente se presentan combinados y en diferentes grados. Aunado a los diferentes y múltiples factores de vulnerabilidad en grupos sociales se identifica una vulnerabilidad común: la falta de acceso al conocimiento científico, que permita la comprensión de su condición vulnerable como un fenómeno multifactorial en el que concurren factores de orden estructural, económicos, políticos y ecosistémicos y otros de orden cultural y subjetivo (Herrera, 2020, p.1).

Herrera propone una comunicación pública de la ciencia centrada en la intelección y comunicación de problemáticas sociales contemporáneas a diversas escalas y perspectivas. Para responder a estas necesidades se propone una vertiente de la comunicación de la ciencia que supone un acompañamiento del comunicador al proceso de investigación desde que éste inicia, que le permita comprender no solo los resultados, sino las formas y métodos de indagación, las interacciones entre actores sociales y las formas y procesos de producción de conocimiento.

Para lograr una apropiación social de la ciencia no se trata solo de adquirir el conocimiento de una determinada disciplina, sino de incorporar ciertos conocimientos específicos en las prácticas productivas. Según García (2019, p.9) algo fundamental es que las comunidades locales incorporen los nuevos conocimientos con plena conciencia de lo que están haciendo y de lo que significa ese nuevo conocimiento científico-tecnológico, para ampliar así su horizonte cultural, expandirlo mediante una apropiación de conocimiento externo y crear en su propio espacio una cultura científico-tecnológica.

Metodología

La primera parte de la investigación doctoral se realizó con la finalidad de construir una idea general del fenómeno investigado. Esta investigación de aproximación al problema tuvo dos momentos. El primero de ellos fue una revisión de los documentos producidos durante la primera etapa del proyecto. Se revisaron artículos, informes, tesis de grado y posgrado,

buscando todo lo que estaba relacionado con la comunicación de los conocimientos producidos, ya sea por medio de la difusión o de la divulgación.

Posteriormente se realizaron entrevistas a investigadores de la primera fase del proyecto en la Sede de Cochabamba, donde se está centrando la investigación. Estos investigadores trabajaron en alguna de las tres CTA de Cochabamba: Tiraque y Carcaje en zona rural agrícola y La Maica en zona periurbana.

Las entrevistas incluyeron además de aspectos relacionados con la comunicación de los conocimientos, las problemáticas que generaron las investigaciones, los temas investigados, el trabajo con comunidades locales en situación de vulnerabilidad, las metodologías implementadas y el enfoque transdisciplinar (incluyendo mono, multi e interdisciplinar).

Resultados y discusión

La revisión de los documentos institucionales mostró que, debido a que los flujos de información están débilmente gestionados, la información no llega o llega incompleta al destinatario, los actores involucrados no tienen claro qué es una CTA y el trabajo que realiza, la población local percibe una falta de trabajo colectivo, se truncan actividades, comunarios que abandonan las actividades, además de que se tiene poco involucramiento, sentido de pertenencia e identificación con el programa, desconfianza, poca credibilidad y una clara brecha cultural entre investigadores y actores beneficiarios, impidiendo de esta manera que existan espacios de transferencia de conocimiento (Avila & Kunstek, 2024, p.42).

Esta revisión documental nos permitió identificar que la comunicación de los conocimientos estaba fuertemente relacionada e influenciada por el enfoque transdisciplinar y basado en comunidad propuestos por los financiadores y por el sentido que tomó la CTA en el discurso académico del investigador, a partir del cual, realizó la comunicación de sus investigaciones y también este discurso se encuentra presente en los productos comunicacionales desarrollados.

Las entrevistas mostraron que se realizaron investigaciones disciplinarias, multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias (Leavy, 2011, p.18 y Paoli Bolio, 2019, p.352). Los entrevistados manifestaron que en la mayoría de los casos, una misma

investigación tuvo momentos disciplinarios y otros transdisciplinarios, dependiendo de la etapa y las actividades de la investigación, además del tipo de investigación. El enfoque transdisciplinar y basado en comunidad fueron entendidos y aplicados bajo la influencia de la mirada, la posición del investigador en la investigación, la formación disciplinar y su experiencia previa.

De igual manera, el acercamiento a las comunidades locales, la construcción de un piso relacional, la utilización de técnicas participativas y colaborativas y el tema de investigación, propuesto o elaborado juntamente con la comunidad y en respuesta a sus necesidades y requerimientos, dependió del investigador y de la temática a investigar.

Según Espina (2007, p.35), el proceso pasa por diferentes etapas y grados de intensidad, que van desde el intercambio entre distintos saberes que se consideran científicos y en igualdad de condiciones de acceder a la verdad, con métodos e instrumentos equiparables sistemáticos (cercano a multi e interdisciplinaria) hasta una etapa que se enfoca hacia la articulación de saberes disciplinarios y extra disciplinarios.

Otro aspecto para recalcar es que en los documentos y en las entrevistas se menciona “*espacios de transferencia de conocimientos*” y no de una construcción conjunta considerando el enfoque transdisciplinario. Además que esta transferencia ocurre luego de la producción de los conocimientos, es decir en dos tiempos diferentes. Esto también fue observado por Herrera (2020, p.3), quien propone un acompañamiento del comunicador en el proceso de investigación desde que inicia.

Los procesos de comunicación social de la ciencia para la apropiación no fueron considerados durante las investigaciones que se realizaron en la primera fase del CReA y tampoco fueron planificados al momento de elaborar los proyectos para las investigaciones de la segunda fase. Si bien se elaboraron materiales divulgativos que apoyaron las devoluciones de resultados, éstos no respondieron a una planificación desde el inicio de la investigación, ni durante el proceso de producción de conocimiento, no se tuvieron momentos de evaluación y tampoco se involucró a las comunidades locales en su elaboración.

Un hallazgo preliminar que debe corroborarse en las próximas etapas de la investigación doctoral, es que dado que las investigaciones son realizadas bajo un enfoque participativo,

colaborativo y transdisciplinario, con participación de las comunidades locales, se ha considerado de manera casi espontánea la ocurrencia del aprovechamiento social del conocimiento y la apropiación, sin realizar una gestión del proceso comunicativo. Según García (2019, p.10) podemos comprender un nuevo papel del comunicador, que es el de ser el encargado de lograr establecer la comprensión entre diversas comunidades (científicas y no científicas) para la constitución de nuevo conocimiento.

Conclusiones

La propuesta de la presente investigación es que la comunicación de la ciencia pueda servir como un puente entre la producción y la apropiación del conocimiento, a través de un acompañamiento de todo el proceso investigativo en las CTA. Los espacios comunicacionales que contribuyan a la apropiación del conocimiento deben ser gestionados, es decir planificados, con seguimiento y evaluados y no solo darse al final del proceso investigativo en momentos diferentes y correlativos.

La comunicación de la ciencia permite crear canales para escuchar las necesidades y requerimientos del público, contribuyendo a que las investigaciones tengan una mayor aceptación y participación por parte de los actores locales y lograr que los conocimientos producidos tengan una mayor pertinencia y apropiación.

Las comunidades locales para reducir su vulnerabilidad y ser llevadas a un estado de mayor resiliencia, necesitan no solo producir conocimiento sino apropiarlo y que éste sea utilizado en la toma de decisiones para la resolución de problemas y la transformación de su calidad de vida.

Agradecimientos

A la Fundación Simón I. Patiño por el financiamiento del presente trabajo y a los investigadores del CReA Cochabamba por su valiosa colaboración.

Referencias

- Avila, T. & Kunstek, C. (2024). Comunicación de la ciencia en Comunidades Transdisciplinarias de Aprendizaje en Cochabamba, Bolivia. Memorias REDPOP 2023. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/63667>
- Espina, M. P. (2007). Complejidad, transdisciplina y metodología de la investigación social. *Utopía y Praxis Latinoamericana, Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, Año 12, No.38.
- García, J.C. (2019). La comunicación de la ciencia y la tecnología como herramienta para la apropiación social del conocimiento y la innovación. *Journal of Science Communication – América Latina* 02(01)(2019)Y02. https://jcomal.sissa.it/article/pubid/JCOMAL_0201_2019_Y02/
- Herrera, S. (2020). El comunicador de la ciencia en el trabajo transdisciplinario con grupos vulnerables. *Revista Mexicana de Comunicación* No.145. <https://www.researchgate.net/publication/343903414>
- Leavy, P. (2011). *Essentials of Transdisciplinary Research*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Nicolescu, B. (1996). La Transdisciplinariedad, Manifiesto. *Multiversidad Mundo Real, Edgar Morin A.C.*
- Paoli Bolio, F. (2019). Multi-Inter y Transdisciplinariedad. *Anuario de Filosofía y Teoría del Derecho*, UNAM, pp. 347-357. <https://www.scielo.org.mx/pdf/paftd/n13/2007-4387-paftd-13-347.pdf>
- Peres-Cajías, G., Bauwens, J., Craps, M. & Loots, G. (2022). A sensemaking perspective on the roll-out of transdisciplinary learning communities in an academic environment from Bolivia. *Development in practice* Vol. 32:7, 947-957. <https://repositorio.ucb.edu.bo/xmlui/handle/20.500.12771/525>

Matemorfosis en las comunidades

Carmen Delia Mares Orozco²⁹

Contacto: mares@cimat.mx

Palabras clave: matemáticas, STEM, ferias

Resumen. El grupo de divulgación de las matemáticas Matemorfosis del CIMAT existe desde hace 13 años en la Ciudad de Guanajuato. Trabajar con comunidades en zonas marginadas y vulnerables es una de las actividades más importantes del grupo de divulgación Matemorfosis del CIMAT ya que es en esos espacios donde más se necesita presencia para hablar del porqué estudiar matemáticas y ciencias en general.

Considerar estudiar una carrera STEM en esos contextos muchas veces es una opción que no se les ocurre por la falta de conocimiento de su existencia, por no ver las posibilidades ni los ejemplos, entre otras razones. En la comunidad de La Concepción, Guanajuato que se encuentra a 20 minutos del CIMAT trabajamos durante 1.5 años yendo en 18 ocasiones a poner actividades de matemáticas recreativas para fomentar el gusto por las matemáticas, y no dejar que la pandemia hiciera tan fuertes estragos en esa población por falta de ir a la escuela, también llevamos tabletas con aplicaciones educativas e impulsar la lectura, pensamiento lógico y el gusto por las matemáticas, igualmente el pensamiento crítico con las y los niños de esa comunidad. Este programa de ferias de matemáticas, lo hemos realizado desde los inicios de Metamorfosis y ahora conservamos una de esas comunidades, y se ha agregado una nueva.

El CIMAT tiene un gran compromiso con la sociedad para ayudar a fomentar el gusto y el saber matemático y más en lugares tan cercanos y vulnerables.

²⁹ Carmen Delia Mares Orozco / Centro de Investigación en Matemáticas

Introducción

Muchos problemas económicos y de inseguridad en México, se deben a la falta de educación que hay en los distintos niveles educativos. Quienes desde hace mucho nos hemos dedicado a la divulgación de las matemáticas percibimos que la falta de interés en aprender matemáticas es debido a que la manera de abordarlas es con un enfoque procedimental, sin relacionarlos con su entorno, con problemas que no son aterrizados en la relevancia para las y los estudiantes, que hacer matemáticas se reduce muchas veces a repetir algoritmos que no quedan claros sus usos e importancia.

Promover el pensamiento matemático en las personas a edades tempranas desde la escuela, o en un espacio lúdico es indispensable para ayudar a tener personas con pensamiento crítico preparados para tomar mejores decisiones en sus vidas.

Las ferias de matemáticas en comunidades proponen apoyar a la cultura matemática y cultura científica en las personas para generar confianza en ellas y ampliar las actividades que realizamos en el campo de las matemáticas.

Planteamiento del problema (objetivo)

El Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT se encuentra en la colonia Valenciana cerca de la Sierra de Guanajuato. Hay muchas comunidades en condiciones vulnerables cercanas al CIMAT con un rezago educativo y una baja asistencia y permanencia en la escuela desde educación media superior y superior. Escogimos tres comunidades donde hemos estado trabajando de manera constante desde hace 4 años con el inicio de la pandemia COVID 19. Los objetivos de ir a estas comunidades a poner ferias de matemáticas son:

- Llevar a comunidades cercanas del CIMAT actividades de matemáticas para despertar el interés en las matemáticas, poder compartir por medio de actividades lúdicas la idea que las matemáticas son una manera de comprender nuestro entorno, y como seres pensantes que somos funcionamos con razonamiento lógico y estructurado.

- Diseñar actividades de matemáticas recreativas que inviten a pensar y querer permanecer de manera voluntaria en las ferias de matemáticas, aumentando la confianza matemática y manejo a la frustración.
- Involucrar a la comunidad del CIMAT para tener responsabilidad social con las comunidades vulnerables cercanas al centro y apoyar en fomentar una cultura científica, en particular una cultura matemática.

Marco teórico

Fomentar una cultura científica en la sociedad tiene la intención de poder interpretar lo que ocurre a nuestro alrededor de una manera clara y usar nuestro pensamiento científico para tomar decisiones informadas que nos afectarán de manera directa en nuestra salud, economía, educación, etc. La intención es que la sociedad en general pueda tomar decisiones sobre situaciones donde la ciencia está presente.

La cultura científica busca corroborar el indiscutible impacto que la ciencia tiene en la sociedad, comprobar que aun con los esfuerzos que se realizan en distintos lugares por comunicar la ciencia, tiende a verse como algo ajeno a la cultura de la sociedad (Sanchez Mora, 2023).

La ciencia se percibe lejana a los problemas cotidianos, incomprensible, tecnicada, especializada. Existe un escaso interés por la ciencia al que se puede hacer frente mediante la educación informal, para lograr el acercamiento a esta rama del saber a personas de todas edades y formaciones, con la idea de continuar con su cultura científica a lo largo de su vida.

La educación informal en ciencia busca el aprendizaje intencional y lúdico de la ciencia, se ha ganado un lugar relevante en la literatura educativa porque en la práctica ha permitido acercar a la ciencia a las personas alejadas de la escuela, pero que requieren los conocimientos científicos para desenvolverse en el mundo actual. Se reconoce como el proceso de transmisión de la ciencia, generalmente mediado, y cuya meta final es generar un aprendizaje informal de la ciencia.

Teniendo en cuenta que las actividades de divulgación son parte de la educación informal, y que en México se tiene un alto índice de pobreza y mala educación debido a la mala repartición de la riqueza, la inseguridad, poco acceso a la salud, y muchas otras razones, llevar ferias de matemáticas a comunidades de bajos recursos es una actividad sustancial de instituciones como el CIMAT que es un centro federal y genera investigación que ayuda a resolver problemas en el país. Es una responsabilidad social acercarnos a las comunidades y encontrar la manera de mostrar las matemáticas como parte de nuestra vida cotidiana.

Antecedentes

Todo el tiempo llegan invitaciones al CIMAT por parte del CONAHCYT, de la SEG, y otras instancias para participar en eventos de ferias profesiográficas, generar vocaciones científicas, ferias de ciencia, compartir algo al público en general para saber qué hace una persona que se dedica a las matemáticas, entre otras. A estas invitaciones asistían las personas encargadas de posgrados para repartir trípticos y contar qué se hace en los posgrados del cimac, asistía algún investigador a impartir una conferencia de su área, asistían también estudiantes interesados en enseñar matemáticas, etc. ante esta necesidad de poder pensar en actividades que apoyen el objetivo de acercar las matemáticas a la población y que la puedan ver como parte de su vida, en 2011 se crea el grupo de divulgación de las matemáticas Matamorfosis. Uno de los proyectos más importantes que surgió desde sus inicios son las ferias de matemáticas donde la asistencia es voluntaria, las actividades tienen el espíritu de hacer cosas con las manos como resolver un acertijo, un rompecabezas, alguna actividad que les fomente la creatividad, paciencia, perseverancia, etc. habilidades que sirven para analizar situaciones de nuestra vida cotidiana y resolver problemas.

Descripción del programa / Experiencia

Selección de actividades

Las actividades seleccionadas son aquellas que permiten a las y los asistentes hacer algo con sus manos, apoyando a fomentar la perseverancia, la paciencia y descomposición de problemas en problemas más sencillos. Escogemos actividades que requieran de creatividad

para resolverse, si es posible el trabajo colaborativo y que puedan adaptarse a trabajar con ellas 5 minutos o dos horas, dependiendo de la disponibilidad de las y los asistentes, edades, etc.

Solemos llevar entre 6 y 7 actividades que se puedan adaptar a distintas edades, que puedan resultar novedosas, al ir frecuentemente a una comunidad tenemos que preocuparnos por ir renovando las actividades para que las y los asistentes no sientan que llevamos siempre lo mismo.

Escogemos diferentes rompecabezas, acertijos, retos que requieran de pensar para ser resueltos. Aprovechamos el momento que las y los niños están en las mesas para platicar de su sentir hacia las matemáticas, que entienden que se hace en esa materia, porque insisten sus padres y maestros en que es importante, y de esas conversaciones vamos generando un diálogo y reflexión.

Contexto/ ¿Cómo llegamos?

Los primeros lugares a los que propusimos llevar ferias de matemáticas son:

- Colonia Valenciana
- Mineral de la Luz
- Santa Ana
- Llanitos de Santa Ana
- Santa Rosa
- Mineral del Cubo

La dinámica era visitar las comunidades dos veces al semestre, pasar a las escuelas de la comunidad para invitarles a la feria, platicarles del CIMAT, indagar qué ideas tienen de las matemáticas y donde las usamos. La feria misma era colocada en un lugar estratégico como frente al templo principal de la comunidad, una plaza concurrida, o algo así.

La comunidad de La Luz es una con la que colaboramos mucho actualmente de distintas maneras, por ejemplo, visitar la escuela una vez al semestre para impartir talleres, tener contacto con estudiantes del Bachillerato que fueron a una competencia de robótica y querían hacer retribución social en la comunidad.

En 2020 debido a la pandemia COVID 19, y que no podíamos asistir a escuelas o comunidades, empezamos a trabajar en una comunidad cercana al CIMAT llamada La Concepción que era un lugar seguro ya que los habitantes de la comunidad no salían de la comunidad y no representaba un riesgo elevado asistir, trabajamos en las instalaciones de lo que estaban construyendo para ser el bachillerato que era un lugar abierto. Asistimos en 18 ocasiones a la Concepción con el objetivo de apoyar en que las y los niños no se atrasaran tanto en la escuela debido a que no había clases.

La última comunidad a la que nos referiremos es Puentecillas, que se encuentra al sur de Guanajuato. En ese lugar hay una asociación civil llamada El Molino que hace mucho trabajo social para fomentar una cultura en la comunidad y nuestra participación es para integrar las matemáticas a su cultura, combatir el rezago educativo y fomentar el gusto por las matemáticas y actividades STEAM.

Resultados (participación)

En las tres comunidades en las que hemos trabajado últimamente los resultados han sido muy positivos, en la Conchita iban alrededor de 50 personas cada visita, en La Luz alrededor de 35 y en Puentecillas alrededor de 15 personas. Casi siempre asisten las y los mismos niños eso requiere que vayamos rotando las actividades para no hacerlo repetitivo y que sigan entusiasmados en asistir.

Conclusiones ¿qué sigue?

Las actividades elegidas para las ferias de matemáticas han sido apropiadas para invitar a las y los asistentes a pensar y encontrar en la perseverancia, paciencia y trabajar con sus manos una manera de hacer matemáticas. Nos gustaría poder saber el alcance de nuestra presencia

en esas comunidades, analizar si lo que hacemos en las ferias se ve reflejado en su desempeño en la escuela, saber cuáles son las razones por las que buscan asistir a las ferias, identificar cuáles son las actividades que más se acercan a su entorno y necesidades.

En la comunidad de La Luz tenemos la intención de acercarnos al Bachillerato Sabes ya que tienen un grupo de niñas que participaron en un proyecto internacional en robótica y tienen interés en compartir experiencias y apoyar a su comunidad.

La colaboración con la comunidad de Puentecillas por medio de la Asociación Civil El Molino Cultura y Educación es muy positiva y busca crear en la niñez de la comunidad un gusto por las matemáticas y una disposición a aprender, encontrando diferentes maneras de resolver problemas y sabiendo que la perseverancia y concentración son herramientas útiles en la vida.

Quisiéramos volver a la comunidad de la Concepción para medir qué tanto recuerdan lo que trabajamos en las ferias, la última vez que hicimos una fue en mayo del 2021, hemos vuelto a dar talleres de matemáticas en los salones de clase pero no a realizar una feria de matemáticas.

Referencias

Sanchez-Mora, M.C., (2023) La necesaria demarcación entre la educación informal y la CPC para el ejercicio de la investigación y la práctica. *Journal of Science Communication*.
https://jcomal.sissa.it/article/pubid/JCOMAL_0602_2023_Y01/#X0-Sanchez-Mora2020

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

Miguel García-Guerrero³⁰

Contacto: miguel@grupoquark.com

Palabras clave: fundamentos de ciencia recreativa, sistematización de actividades, capacitación

Resumen. Las actividades de ciencia recreativa -talleres, demostraciones, charlas y escenificaciones-, han sido caracterizadas como una especie de 'guerrilla' de la comunicación de la ciencia (García-Guerrero & Lewenstein, 2022), por su capacidad de movilizarse rápidamente y realizar acciones a pequeña escala, para acercar al público a la ciencia en una gran variedad de contextos. Esta versatilidad es muy valiosa, pero también puede ser engañosa: al dar la impresión de que es trivial realizar este tipo de actividades, llevando a emprender su desarrollo sin la debida preparación.

El presente trabajo surge de la experiencia de 28 años en la ciencia recreativa, con trabajo directo e interacción con numerosos grupos, que han permitido identificar tres ejes en los que una mayor estructura resulta de gran valor: fundamentos, sistematización, capacitación y colaboración. La discusión de estos cuatro ejes se desarrollará a partir de la experiencia personal en el Grupo Quark, el trabajo en Recreación en Cadena, la Red Mexicana de Ciencia Recreativa, y un par de estudios desarrollados en 2009 y 2019 para conocer mejor a los grupos de divulgación en México.

³⁰ Miguel García Guerrero / *Museo de Ciencias, Universidad Autónoma de Zacatecas*

Introducción

La ciencia recreativa representa un subconjunto específico de actividades dentro del universo más amplio de modalidades de comunicación pública de la ciencia y tecnología (CPCT). Probablemente los talleres son el caso más conocido dentro del abanico de la ciencia recreativa, pero éste también incluye otras opciones como juegos, demostraciones, charlas y escenificaciones. El factor fundamental que distingue estas dinámicas del resto de la CPCT es la interacción directa y sincrónica (García-Guerrero et al., 2022) con los participantes, lo cual contribuye a darle una gran pertinencia con el público.

Aunado a lo anterior, podemos identificar una serie de elementos que distinguen al desarrollo de la ciencia recreativa:

1. Formación de colectivos. En la mayoría de los casos, las actividades son promovidas por grupos de jóvenes, quienes integran auténticas comunidades de práctica que permiten desarrollar sus habilidades para la CPCT. Si bien existen importantes iniciativas individuales, al menos en México, la presencia de los colectivos es mayoritaria: tan solo los datos del Encuentro Nacional de Divulgación Científica (organizado por la Sociedad Mexicana de Física) permiten identificar a más de 65 grupos que actualmente desarrollan actividades en nuestro país.
2. Fuerte componente empírico. Con frecuencia la labor de ciencia recreativa inicia con más pasión que preparación. Los grupos trabajan a prueba y error, o con suerte replican cosas que han visto en otros actores, hasta identificar metodologías y actividades efectivas para su labor de CPCT. Esto conlleva una complicada curva de aprendizaje que podría facilitarse si se tomaran en cuenta los aportes teóricos y metodológicos de las tres últimas décadas en materia de CPCT.
3. Uso de materiales fáciles de conseguir. Generalmente los grupos disponen de pocos recursos para desarrollar su labor, incluso acaban siendo financiados por sus propios integrantes, por lo que se busca usar materiales económicos (o incluso de desecho) para desarrollar experiencias científicas para el público no especializado.

Todo esto convierte a la ciencia recreativa en una especie de guerrilla de la CPCT, tal como lo señalan (García-Guerrero & Lewenstein, 2022) al referirse al caso específico de los

talleres. Así, surge la noción de que es fácil promover iniciativas efectivas en este ámbito, pero debemos ser cuidadosos en este sentido. Es cierto que se pueden realizar actividades de ciencia recreativa con pocos recursos, pero esto requiere una fuerte dosis de preparación y experiencia. A veces las dinámicas se ven tan atractivas y fáciles de hacer que fomentan una réplica improvisada, la cual difícilmente logrará procesos exitosos.

Y es que, todavía, muchas de las personas y organizaciones involucradas en la ciencia recreativa no se dedican a esta labor de lleno. Lo cual se observa en la Figura 1:

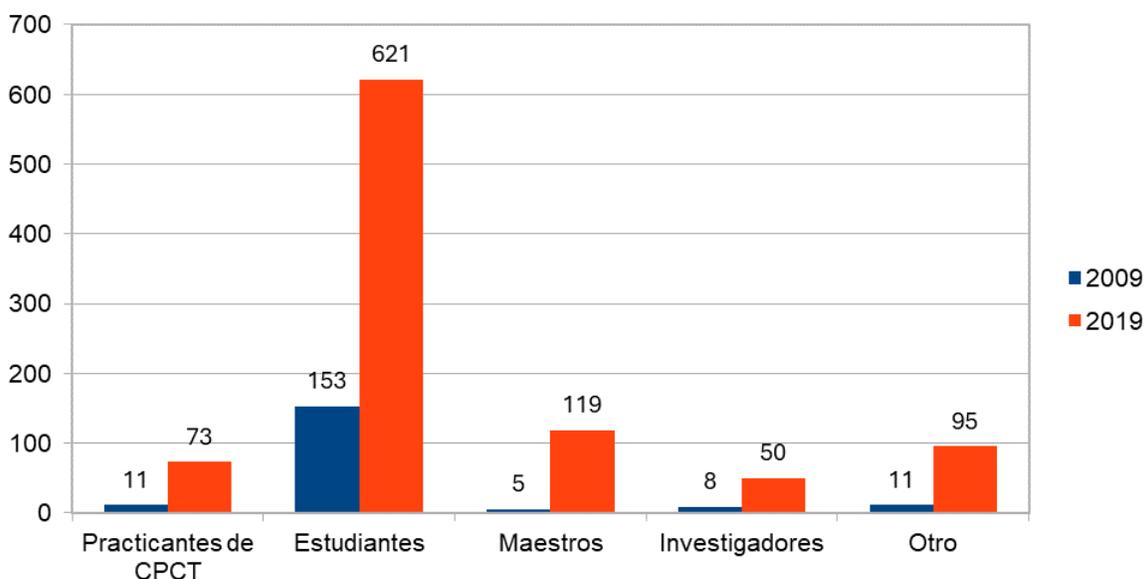


Figura 1. Perfil principal de integrantes de grupos de ciencia recreativa en 2009 y 2019.

Fuente: (García-Guerrero & Lewenstein, 2020)

Para conseguir una consolidación de la ciencia recreativa (en general) y los grupos que la promueven (en particular), es necesario contar con cimientos sólidos: la estructura que brinde a los colectivos las condiciones para un trabajo sostenido y efectivo. En el presente trabajo se proponen cuatro niveles básicos que sirven como base para consolidar el avance de la ciencia recreativa: fundamentos, sistematización, capacitación y colaboración. Su análisis se abordará a partir de la experiencia particular de la evolución de un grupo de divulgación (Quark) y la creación de una red de colaboración (Recreación en Cadena).

Experiencias en búsqueda de estructura: de grupo a red

El Grupo Quark inició su labor de CPCT en septiembre de 2001, integrado desde entonces por jóvenes voluntarios que desarrollan actividades en diferentes espacios como el Club Infantil de la Ciencia (García-Guerrero et al., 2019), talleres a escuelas y en el desarrollo de eventos especiales. En los primeros años de trabajo de Quark, la preparación de sus integrantes y el desarrollo de las actividades con el público estuvieron guiados por elementos empíricos; tanto por la experiencia de grupos previos como de personal del Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

La dinámica empezó a cambiar a partir de la publicación de una tesis de licenciatura, elaborada en 2004, que posteriormente condujo al libro 'Ciencia en todos los rincones. Manual de divulgación en talleres' (García-Guerrero, 2008). Este material, emanado al interior del Grupo, fue el primer texto de referencia sobre la filosofía, bases teóricas y metodología de los talleres de ciencia recreativa. Dicho material sirvió de apoyo para el trabajo de los jóvenes que se capacitaban al interior de Quark. Con este aporte se estableció una base para el trabajo de fundamentos de la ciencia recreativa: se ofrecieron elementos para articular una visión general de la divulgación científica con las teorías pedagógicas que dan fundamento a la metodología de los talleres.

A partir de 2004, la base teórico-metodológica con que se contaba se complementó con el esfuerzo cotidiano de diseñar nuevos modelos para actividades de ciencia recreativa, sobre todo para eventos especiales y el Club Infantil de la Ciencia. Poco a poco, las mejores ideas empezaron a consolidarse en documentos de sistematización de uso interno; para que los integrantes tuvieran una referencia de los elementos clave para el desarrollo de las distintas actividades.

La barrera con el exterior se rompió a partir de 2011 cuando, con apoyo de un proyecto de Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Zacatecas, se publicó el libro 'Para jugar con la ciencia' (García-Guerrero, 2011). Este texto ofreció la sistematización de 35 modelos de actividades recreativas, con el afán de que pudieran reproducirse en diversos escenarios educativos; la distribución se hizo con grupos de divulgación, escuelas, bibliotecas públicas

y centros de ciencias. Ante una respuesta favorable, Quark y el Museo de Ciencias de la UAZ acabaron creando toda una serie de libros con el mismo enfoque: 'Para jugar con la ciencia y la tecnología' (2013), 'Para jugar con las nano: ciencia y tecnologías' (2016), 'Para jugar con la ciencia y el agua' (2018), 'Para jugar con la ciencia y el cielo' (2020), 'Para jugar en clubes de ciencia' (2023) y 'Para jugar con la ciencia en la salud' (2023).



Figura 2. Portadas de algunos libros de colección 'Para jugar con la ciencia'.

El trabajo acumulado en fundamentos y sistematización se complementó al establecer un programa sistemático de formación de jóvenes divulgadores, en 2009, que ofrece desde entonces un proceso estructurado para iniciar a los miembros del Grupo Quark como agentes voluntarios de CPCT. La esencia de este esfuerzo busca prepararlos en el ámbito de la ciencia recreativa y en la construcción de las habilidades necesarias para llevar a cabo sus actividades. Inicia con un curso-taller básico de 8 semanas, seguido de un proceso de tutorías en que los integrantes jóvenes reciben el apoyo y supervisión de un compañero con más experiencia. Un importante punto de énfasis se encuentra en articular práctica y teoría para

darle sentido, significado y utilidad a lo que se trabaja. A lo largo de los últimos 15 años, más de 250 personas han pasado por este proceso de capacitación.

Desde su origen, Quark siempre aprovechó la interacción con otros grupos dedicados a la CPCT para intercambiar experiencias, discutir sobre los fundamentos de su trabajo y compartir modelos de actividades. Inicialmente estos vínculos se establecían de manera informal al coincidir en eventos como el Encuentro Nacional de Divulgación Científica (organizado por la Sociedad Mexicana de Física) y la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT). Conforme el trabajo del grupo se fue consolidando, a través del avance de los fundamentos, la sistematización y la capacitación, se buscó establecer canales de colaboración cada vez más formales.

Así, con motivo de los festejos por el 15 aniversario de Quark, se organizó en Zacatecas el Primer Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa (CNCR). El evento se llevó a cabo del 5 al 9 de septiembre de 2016 y contó con la participación de 9 grupos de divulgación, procedentes de 6 estados de la República Mexicana (García-Guerrero & Martínez-Rocha, 2021). Además, se contó con el aporte magistral de Larry Bell (Museo de Ciencias de Boston), Jordi Diaz (Universidad de Barcelona) y Gerardo Herrera (Centro de Investigación y Estudios Avanzados). En la sesión de clausura, los grupos presentes abordaron la urgente necesidad de fomentar una estructura formal y sistemática para coadyuvar a la profesionalización de las organizaciones dedicadas a la ciencia recreativa. Con esto en mente, se elaboró la ‘Declaración de Zacatecas’ en la que se decidió crear a Recreación en Cadena, la Red Mexicana de Talleristas de Ciencia.

Desde un principio se tuvo la idea de que la Red funcionara como una comunidad de práctica, en los términos planteados por Wenger (1999), por lo que se buscó contar con actividades insignia capaces de integrar a los miembros, darles identidad y ayudarles a crecer en el proceso. Fue así que se buscó darle continuidad al CNCR, se estableció el programa Suma Ciencia (que cada dos meses realiza actividades gratuitas en espacios públicos de las ciudades en que se encuentran los miembros de la Red) y se buscó desarrollar cursos de capacitación sobre ciencia recreativa (García-Guerrero & Martínez-Rocha, 2021).

Inicialmente, la labor de Recreación en Cadena se facilitó por contar con apoyo de la Convocatoria a Proyectos de Comunicación de la Ciencia del CONACYT, en 2017 y 2018. Esto sentó bases sólidas para continuar el trabajo, incluso sin recursos, durante los siguientes años e incluso resistir las complicaciones que vinieron con la pandemia de Covid-19. Todos los programas (Coloquio, Suma Ciencia y Cursos) se mantuvieron gracias a la colaboración de los miembros de la Red, e incluso la discusión interna logró reflejarse en un ‘Manifiesto de la ciencia recreativa’ (García-Guerrero et al., 2022) que da cuenta de la visión que se tiene para esta modalidad de CPCT. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se puede observar la evolución que ha tenido el trabajo del CNCR a lo largo de sus 9 ediciones:

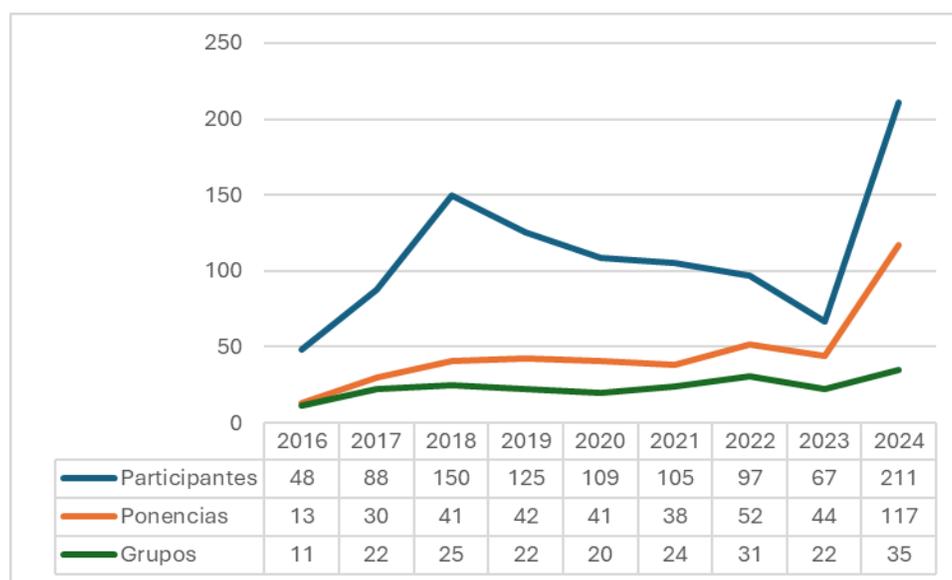


Figura 3. Evolución del Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa

Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra un ascenso marcado en los años en que se contó con apoyo por parte de los proyectos CONACYT, así como una merma en la participación en el periodo de pandemia. Cabe destacar que, a pesar de las dificultades, Recreación en Cadena ha sido una de las pocas redes profesionales de CPCT que ha mantenido activo su evento principal año con año. La información de 2024, con el IX CNCR, marca un drástico ascenso gracias a que

el evento coincidió con el Simposio Internacional de Comunicación de la Ciencia y Tecnología que contó con el respaldo de la Red Internacional PCST y de la RedPOP.

Conclusiones

El recorrido que hemos realizado en el presente trabajo refleja los avances importantes que se pueden conseguir con estrategias construidas de abajo hacia arriba, aprovechando el aporte de cientos de personas que han aportado a la construcción de círculos virtuosos para la mejora en su labor. Los inicios aparentemente sencillos de esta 'guerrilla' de la CPCT sirven como bloques sólidos que, gradualmente, han permitido construir iniciativas más grandes en sus aspiraciones y alcances.

Sin embargo, la situación está lejos de ser ideal: aún falta mucho por construir para alcanzar la profesionalización de la ciencia recreativa. Un paso importante, para seguir mejorando la estructura de los grupos y la red de ciencia recreativa, se encuentra en dejar de depender del financiamiento público para desarrollar las actividades (esto sin negar que se aproveche cuando existan oportunidades): vale la pena prepararnos en el desarrollo de modelos autosustentables o de colaboración con la iniciativa privada.

Por otro lado, sigue siendo un reto en proceso involucrar al grueso de la comunidad de ciencia recreativa en una discusión más formal en la materia; de forma que el desarrollo de conceptos básicos, fundamentos teóricos y avances en sistematización aproveche los aportes más diversos posibles. En última instancia, seguimos buscando que -así como integran práctica y teoría en sus actividades con el público-, los grupos complementen su valiosa acción con una mayor dosis de reflexión que nos permita a todos llegar mucho más lejos.

Referencias

- García-Guerrero, M. (2008). *Ciencia en todos los rincones: Manual de divulgación en talleres*. Universidad Autónoma de Zacatecas, Coordinación de Investigación y Posgrado.
- García-Guerrero, M. (2011). *Para jugar con la ciencia* (1.^a ed.). Texere.

García-Guerrero, M. (2022). *Ciencia en todos los rincones. Guía de divulgación en talleres* (Segunda). Universidad Autónoma de Zacatecas.

García-Guerrero, M., & Lewenstein, B. V. (2020). Science recreation workshops groups in Mexico: A study on an emergent community. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719293>

García-Guerrero, M., & Lewenstein, B. V. (2022). Characterizing science recreation workshops: The ‘guerrilla’ of science communication. *International Journal of Science Education, Part B*, 0(0), 1-14. <https://doi.org/10.1080/21548455.2022.2123260>

García-Guerrero, M., & Martínez-Rocha, C. A. (2021). Recreación en Cadena y la construcción de la comunidad de talleristas en México. En Espacio Ciencia (Ed.), *Compilación de trabajos académicos presentados al XVII Congreso RedPOP. Recalculando: Estrategias de divulgación científica*. (pp. 535-541). Espacio Ciencia.

García-Guerrero, M., Michel-Sandoval, B., Esparza-Manrique, V., Rodríguez-Pinedo, A., Raudales-Hernández, V., Pliego-Madero, A., Bernal-Miranda, D., González-Sánchez, D., Aranda-Gutiérrez, R., Rosales-Valadez, O., Pérez-Padilla, J., & Patiño-De-Santiago, P. (2019). Keeping the Flame Lit: The Value of the Long-Term Permanence of a Science Club. *Science Communication*, 41(1), 132-143. <https://doi.org/10.1177/1075547018814845>

García-Guerrero, M., Ruiz-Villegas, M. F., Báez-Hernández, M. G., Cordero-Rodríguez, A., Martínez-Rocha, C. A., Cerda-Hernández, F. de J., González-Reyes, J. E., Sotelo-Pulido, F. J., & García-Rodríguez, D. E. (2022). Manifiesto de la ciencia recreativa. *Journal of Science Communication América Latina*, 05(02), N01. <https://doi.org/10.22323/3.05020801>

Wenger, E. (1999). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press.

La Renovable: divulgación de las energías renovables

Juan Tonda³¹

Contacto: juantonda@dgdc.unam.mx

Palabras clave: divulgación, revistas, enseñanza, posgrado

Resumen. En 2021, en medio de la pandemia por Covid-19, las clases del posgrado de Ingeniería en Energías Renovables de la UNAM continuaron vía Zoom. Se estableció el proyecto de realizar una revista de divulgación científica con todos los estudiantes de posgrado para ofrecer un acercamiento a las diferentes energías renovables para estudiantes de los últimos años de bachillerato y los primeros años de una licenciatura, con un doble objetivo: 1) incentivar a más estudiantes a estudiar la licenciatura en ingeniería en energías renovables y 2) brindar a los estudiantes de los primeros semestres un panorama general de las diversas fuentes de energía renovable, para que tuvieran una visión integral desde el inicio de la carrera, y que los estudiantes de posgrado pudieran colaborar con los de los primeros años de la licenciatura.

Después de la parte teórica del curso escrito de divulgación para los estudiantes de posgrado, vino la parte práctica en un taller en el que los estudiantes de posgrado trabajaron sus artículos. Y con esto, logramos tener material suficiente para un primer número de la revista.

Posteriormente, se corrigieron los artículos, se accedió a un banco de imágenes y se realizó el diseño de la revista. Este primer número incluyó una presentación tanto del director del Instituto de Energías Renovables de la UNAM como del editor, una entrevista al mencionado director y una sección de libros y películas relacionadas con las energías renovables, misma que se incluiría en números posteriores.

³¹ Juan Tonda / *Universidad Nacional Autónoma de México*

Contar con cursos de comunicación pública de la ciencia en las diferentes carreras universitarias permite a los estudiantes tener una opción más en su futuro trabajo profesional, además de desarrollar compromiso social.

La revista se terminó como una muestra del trabajo que se puede hacer con los estudiantes de posgrado y esperamos que el próximo año el Instituto de Energías Renovables de la UNAM la haga suya, publicándola de manera digital como se pretendía en el proyecto original.

Introducción

A lo largo de varios años he impartido la materia de tutoría de divulgación escrita para todos los alumnos de la maestría en ingeniería en energías renovables del Instituto de Energías Renovables (IER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La materia pretende que los estudiantes, cuando terminen, no solo sepan hacer investigación y enseñar, sino que sean capaces de llevar sus conocimientos al resto de la sociedad, una de las tareas de las que se encarga la divulgación de la ciencia.

La materia de divulgación escrita se da a lo largo de seis meses en un curso de tres horas semanales. Consta de una parte teórica sobre los fundamentos de la divulgación, la historia de la divulgación de la ciencia escrita en México, conocer cómo se hace una revista, un libro y un periódico y, proporcionar algunas sugerencias para hacer artículos de divulgación para revistas y periódicos.

En una segunda etapa del curso se realiza un taller con todos los y las estudiantes en el que se leen y analizan sus artículos de divulgación con la intención de publicarlos en el periódico local *La Unión de Morelos* o en alguna revista de divulgación.

La Renovable

En el año 2021, en plena pandemia de Covid-19, continué con las clases de posgrado de divulgación escrita vía Zoom. Pero en este caso el proyecto final de los estudiantes era hacer una revista de divulgación de las energías renovables, dirigida a los alumnos de los últimos

años de bachillerato y los primeros años de licenciatura. Se trató de tener un triple objetivo. Por un lado, lograr atraer a los estudiantes de bachillerato a la carrera de ingeniería en energías renovables del IER-UNAM y, por otro, proporcionar a los alumnos de los primeros semestres de la licenciatura en ingeniería en energías renovables, un panorama general de todas las energías renovables desde el principio. Finalmente, hacer ver a los estudiantes de la maestría en ingeniería en energías renovables, que además de saber escribir artículos de divulgación en su futuro desempeño, poder tener una fuente potencial de trabajo, si se dedican de tiempo completo a la divulgación de la ciencia.

Fue así como después de la parte teórica de curso, se trabajó con los estudiantes para hacer el proyecto de la revista, así como las secciones de la misma. Tendría un editorial, los artículos de fondo, una entrevista, una página gráfica y, finalmente, una sección de sugerencias de libros, revistas y películas relacionadas con las energías renovables. Además, se clasificarían los artículos por colores dependiendo del tema: energía y sociedad, energía solar, energía eólica, geotermia, biomasa, mini y micro hidráulica, hidrógeno, fusión y energía oceánica, entre otras.

Los estudiantes escribieron los artículos y trabajaron a modo de taller para que los mejoraran. Con ello, se logró tener todos los artículos y secciones de la revista.

Posteriormente, se hizo la corrección de los artículos. Se tuvo acceso a un banco de imágenes y se hizo el diseño de la revista en el programa *InDesign*. Se incluyó una presentación tanto de la directora del IER como del editor (yo), una entrevista con la directora, además de las secciones de recomendaciones y la página gráfica.

La revista quedó terminada como una muestra del trabajo que se puede hacer con los estudiantes de posgrado y esperamos que en un futuro próximo el Instituto de Energías Renovable de la UNAM la haga suya y la publique digitalmente (véase portada de la revista).



Fig 1. Portada de la revista La renovable

Más allá de la revista

Gracias a la iniciativa del doctor Sergio Cuevas, en ese entonces coordinador del posgrado en ingeniería en energías renovables e investigador del Instituto, fue que se abrió la tutoría de divulgación escrita, que supone que todos los alumnos de la maestría lleven obligatoriamente la materia.

Sin embargo, mi propuesta es que en todas las carreras universitarias, se imparta obligatoriamente la materia de divulgación, tanto en la licenciatura como el posgrado, no solo para que los estudiantes aprendan a hacer divulgación práctica, lo cual les beneficiará en muchos aspectos: llevar sus conocimientos a un público no especializado, a través de diferentes medios, ya sea revistas, periódicos, libros, radio, televisión, internet, redes, conferencias y museos, entre otros; aprender a escribir mejor; saber contar historias;

estructurar el pensamiento; despertar vocaciones, y, poder dedicarse de tiempo parcial o total a la divulgación de la ciencia, con lo que podrán tener una nueva fuente de trabajo.

Se debe mencionar que existen muchas áreas de conocimiento en las que se hace poca divulgación o resulta más complejo realizarla, una de ellas es en matemáticas, sin embargo, existen muchas otras disciplinas, en las que se hace poca divulgación, y que permitirían que la población que no tiene acceso a una educación formal posea una cultura científica, entendiendo científico como sinónimo de conocimiento. Por mencionar algunas, filosofía, geografía, odontología o sociología.

Esperemos que en un futuro se pueda impartir en todas las carreras universitarias y posgrados la materia de divulgación de la ciencia.

Referencias

Tonda, Juan, Ana María Sánchez y Nemesio Chávez (coordinadores) (2002), *Antología de la divulgación de la ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencias, UNAM, México.

Ana María Sánchez Mora (2023), *Desde el tercer frente. Memorias de una divulgadora de la ciencia en la UNAM*, Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), México.

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

Carlos Hernández Zarza, Natali Ixchel Téllez Colín³²

Contacto: chernandezz@uaemex.mx, nitellezc@uaemex.mx

Palabras clave: periodismo, ciencia, universidad, mujeres, Matilda

Resumen. Históricamente, las mujeres se han enfrentado a distintas violencias estructurales y simbólicas que les ha impedido desarrollarse de manera íntegra dentro de las sociedades. En la actualidad, aún se enfrentan a desigualdades y se les llega a considerar como un sector vulnerable e incapaz de hacer aportaciones importantes a la humanidad.

Un ejemplo de ello, es que de 1901 a 2021, años en los que se han entregado Premios Nobel, se han concedido 59 medallas a mujeres, mientras que han sido galardonados 888 hombres, lo que representa el 91 por ciento del total de este galardón.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), destacó que el 29.3% de mujeres son investigadoras a nivel mundial. En México, según el Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (IMCO), sólo 3 de cada 10 profesionistas dedicadas a la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son mujeres. De estas investigadoras y científicas, el 42% ocupaba candidaturas para pertenecer al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII).

Ante estas cifras, la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), a través de la Dirección General de Comunicación Universitaria (DGCU), ha consolidado el proyecto laboratorio de Comunicación Pública a la Ciencia “Mujeres en la Ciencia”, el cual tiene como

³² Carlos Hernández Zarza, Natali Ixchel Téllez Colín / *Universidad Autónoma del Estado de México*

objetivo visibilizar el papel de las investigadoras y científicas universitarias de esta Casa de estudios, a través de sus historias de vida y trayectoria profesional.

Introducción

Las mujeres científicas e investigadoras son de los principales grupos de mujeres que han sido relegadas dentro de la historia, sus aportaciones en las distintas ramas en las ciencias y las tecnologías no fueron reconocidas como propias o atribuidas directamente a las mujeres.

No es hasta los años setenta del siglo XX que “el feminismo académico apareció fundamentalmente en las humanidades y ciencias sociales con el fin de examinar lo que se ha dicho de las mujeres, documentar su contribución en diferentes campos y explicar los mecanismos que mantienen su subordinación y marginalización” (Flores, 2018, p. 51).

En el 2021, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), destacó que el 29.3 por ciento de mujeres son investigadoras a nivel mundial. En México, según el Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (IMCO), sólo 3 de cada 10 profesionistas dedicadas a la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son mujeres. De estas investigadoras y científicas, el 42 por ciento ocupaba candidaturas para pertenecer al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII).

1. Efecto Matilda

“A la insuficiente valoración que sistemáticamente se hace de las mujeres en el campo científico y al escaso reconocimiento a sus contribuciones académicas se le conoce como Efecto Matilda” (Saborit, *et.*, 2022). Este, fue nombrado por primera vez en 1870, por la sufragista Matilda Joslyn Gage, quien describió por primera vez la invisibilización de las mujeres científicas en su ensayo *La Mujer como Inventora*.

Posteriormente, en 1993 la historiadora de la ciencia Margaret W. Rossiter “acuñó este término, dando a entender con él la insuficiente valoración que sistemáticamente se hace de las mujeres en el campo científico y el escaso reconocimiento a sus contribuciones

académicas. También se relaciona con el fenómeno por el cual las mujeres y sus aportes científicos se acreditan a los hombres o se pasan por alto ” (Saborit, *et.*, 2022, p.761).

Con su investigación, Rossiter demostró que las mujeres se encontraban dentro del campo de las ciencias desde el comienzo de las mismas “pero participando desde diferentes lugares, por ejemplo, se encargaban de realizar observaciones, compilar datos y muestras” (Flores, 2018, p. 53) el cual no fue tomado en cuenta y fue relegado a tareas domésticas.

Historias como las de Marie Curie y Rosalind Franklin se repiten alrededor del mundo y es por ello que una de las deudas más grandes que tiene la ciencia con las mujeres es reconocer sus historias, voces y aportaciones que fueron y continúan siendo invisibilizadas. Es necesario representar en los medios de comunicación y la agenda pública las aportaciones de las mujeres científicas.

2. La construcción del rol de la mujer científica en los medios de comunicación

La manera en que se representa a las científicas en el ámbito público, a través de los medios de comunicación, importa porque al no contarse las historias, informaciones o noticias que hablen sobre sus aportaciones académicas, científicas o tecnológicas, se cuenta con un panorama incompleto del desarrollo de la ciencia. La presencia de sus trayectorias, opiniones y descubrimientos alimenta la discusión pública, generalmente dominada por figuras masculinas.

Para poder cambiar los arquetipos con los que son representadas las mujeres en la ciencia es necesario partir desde los estereotipos que Eva Flicker (2008) identificó en siete obras fílmicas que narran la vida científica de una mujer, los cuales referenciamos a continuación:

1. ***La mujer soltera o the old maid:*** la investigadora centrada en la ciencia sin ningún interés amoroso o sexual.
2. ***La mujer masculina:*** la cual se desenvuelve en un entorno de hombres y adopta hábitos similares a ellos.
3. ***La experta ingenua:*** que es inteligente, atractiva e inocente.
4. ***La malvada conspiradora:*** que utiliza su inteligencia para manipular y hacer el mal.
5. ***La hija ayudante:*** que se subordina a la figura masculina de la que depende.

6. **La heroína solitaria:** moderna e independiente.

7. **La belleza digital:** resultado de figuras femeninas características del sector de los videojuegos.

(Muñoz, 2023, et; p. 65)

Para lograr la deconstrucción de estos estereotipos en la comunicación pública de la ciencia desde los medios de comunicación tradicionales, digitales y universitarios, retomamos el trabajo de la investigadora, Almudena Muñoz y el académico, José Antonio Jiménez (2023), quienes retoman el *Efecto Matilda* para explicar cómo son representadas las mujeres científicas en el cine a través de tres categorías de análisis. A partir de ellas es posible identificar los indicadores o variables que evitan elaborar un discurso que revictimiza a las mujeres. En el siguiente cuadro se realiza el comparativo respectivo.

¿Cómo se representan a las mujeres en la ciencia en el cine (Efecto Matilda)?	¿Qué aspectos pueden considerarse al elaborar un texto para medios de comunicación?
<i>(Existe) una exploración del comportamiento alrededor de la mujer científica, su estatus profesional, el impacto de sus relaciones personales en sus metas laborales y el origen de su interés por la ciencia.</i>	La primera categoría nos permite conocer las historias de vida de las mujeres en la ciencia desde el origen del interés de la ciencia, es decir, se destaca qué es lo que las motivó a ser científicas.
<i>La mujer afronta el desafío y acredita su potencia intelectual. Apropiación de sus méritos científicos y el conflicto entre la feminidad y sus capacidades intelectuales.</i>	Con la finalidad de no caer en narrativas revictimizantes o que se centren en los conflictos entre la conciliación de la vida familiar, personal y científica es que no se busca retomarlo, sino que se destaca qué legado quieres dejar en la ciencia o qué significan para ellas ser mujeres en ciencia.
<i>(Se busca) especificar en qué rol se encuentra la mujer científica según la clasificación de Eva Flicker y constatar la adaptación de la categorización de los arquetipos a las nuevas realidades de la ciencia.</i>	La tercera categoría la utilizaremos para no replicar los estereotipos que han sido identificados y de esta forma, cuestionar cómo construimos la narrativa, es decir, si lo que estamos relatando en los productos audiovisuales lo mismo para los hombres que para las mujeres.

Fuente: (Muñoz, 2023, et; p. 65)

Estas acciones las hacemos para fomentar una comunicación pública de la ciencia cada vez más igualitaria que fomente la comunicación violeta, la cual se entiende como “aquella comunicación que busca deconstruir los discursos para detectar diversas discriminaciones desde el lenguaje y narrativas que pueden violentar los derechos humanos de mujeres, hombres y personas de la diversidad sexual” (Téllez, 2024, p. 6).

3. Comunicación Pública de la Ciencia: “Mujeres en la Ciencia”

Romper con este discurso, implica, en primer lugar, abrir un mayor número de espacios en medios de comunicación para difundir el trabajo de las mujeres investigadoras y, en segundo lugar, modificar la narrativa mediante el desarrollo de recursos discursivos que incorporen la perspectiva de género.

El desarrollo de esta estrategia de comunicación pública sobre el trabajo de las mujeres científicas actúe como, uno de múltiples catalizadores que impulse su presencia en el espacio público, es decir, en primer lugar superar su invisibilidad; y, en segunda instancia, superar los estereotipos de género e incidir en las vocaciones científicas en infancias y juventudes. Bajo este objetivo se desarrolló el proyecto universitario “Mujeres en la Ciencia” de la Dirección General de Comunicación Universitaria (DGCU) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx).

3.1 Abrir espacios para la difusión de historias de mujeres en la ciencia

El proyecto institucional “Mujeres en la ciencia” consideró la elaboración de comunicados para envío a medios de comunicación, redes sociales institucionales y medios internos como una emisora de radio universitaria (UniRadio 99.7 FM) y una producción televisiva (Enjambre Universitario).

El reporte sobre la producción científica de las académicas de la UAEMéx estuvo a cargo de juventudes universitarias, que al realizar sus Prácticas Profesionales y Servicio Social, se formarían como reporteros especializados en ciencia. Para ello se les ofreció capacitación previa sobre dos aspectos muy importantes:

1. Las particularidades de reportear ciencia, así como el desarrollo de una metodología que incluye pre investigación, pre reporte, reporte, redacción, revisión y verificación de la información.
2. Manejo de la redacción desde un lenguaje incluyente y no sexista.

La participación del estudiantado en este Laboratorio de Comunicación de la Dirección General de Comunicación Universitaria (DGCU) de la UAEMéx permitió el desarrollo de un manual que contempla ambos aspectos. Puede revisarse en línea, a través del siguiente enlace:

<https://docs.google.com/document/d/1S1owKM1-nqp-pECmyrXzeDk2RwmW8qe5n87LJVgkhk/edit?usp=sharing>

Los materiales que se obtienen, producto del reporte institucional son: Comunicado para difusión en redes sociales y medios de comunicación; fotografías, y un vídeo de 90 a 120 segundos.

Este contenido es difundido a través de medios de comunicación digitales y tradicionales en el Estado de México, así como a medios impresos con impacto nacional. La difusión de las entrevistas en video de las científicas universitarias se extiende a otros países, a través de la colaboración con el Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano (NCC). En agosto de 2023 la UAEMéx recibió el reconocimiento del NCC por divulgar las historias de las científicas universitarias, a través de videos cortos.

En el canal de YouTube de UAEMéx TV, el espacio audiovisual de la Universidad mexiquense, se cuenta con una lista que funciona como repositorio de estos videos. Puede accederse, a través del siguiente enlace:

https://youtube.com/playlist?list=PLr9goPmaRdoIekF1tIrJc_CPG8HCBB91O&si=VaJ4-07sBDF7Xb

Finalmente, en el perfil de Facebook de la Dirección General de Comunicación Universitaria de la UAEMéx, es posible acceder a los textos y fotografías de “Mujeres en la Ciencia”. Se puede visitar, a través del siguiente enlace:

https://www.facebook.com/DGComunicacionUniversitariaUAEMex?locale=es_LA

3.2 Desarrollar textos con perspectiva de género

La elaboración de materiales escritos se difunden en las redes sociales institucionales y se envían a medios de comunicación desarrollados bajo un enfoque de género. La narrativa que se ofrece, a través de la elaboración de comunicados coloca en primer lugar su trabajo y aportaciones científicas, por encima de representarlas como “superheroínas” o “súper mujeres”. Se busca visibilizar el papel de las investigadoras y científicas universitarias de esta casa de estudios, a través de sus historias de vida y trayectoria profesional.

Para el desarrollo de la pre investigación, pre entrevista y entrevista se realiza junto con el estudiantado, un *testeo* o evaluación para desarrollar un texto con perspectiva de género, a través de preguntas concretas como las siguientes:

- ¿Estamos destacando su proyecto de investigación?
- ¿Destacamos sus desafíos y resultados en la investigación?
- ¿Nos interesa el impacto de su trabajo?
- ¿Nos permite reconocer sus influencias para dedicarse a la investigación?
- ¿Preguntaríamos lo mismo a un hombre investigador?

3.3 Resultados

Este proyecto ha permitido el desarrollo de un Laboratorio de Comunicación, el cual tras haber comenzado la publicación de comunicados sobre “Mujeres en la ciencia” en enero de 2022, al 15 de mayo de 2024, se han difundido 61 textos elaborados por un total de 17 estudiantes que han participado.

La difusión de las historias sobre la producción científica de mujeres investigadoras, ha permitido en la UAEMéx visibilizar su trabajo y colocar al centro la importancia de su desarrollo profesional y personal en todas las áreas del conocimiento, tanto las STEM como las humanidades.

La UAEMéx, atiende a su responsabilidad social, no solo al difundir mediante la Comunicación Pública de la Ciencia el desarrollo académico de las “Mujeres en la ciencia”,

sino que se encamina a romper el techo de cristal y reconocer la importancia de abordar este tema con perspectiva de género, formando a futuros profesionales que contarán con las herramientas profesionales necesarias para cambiar la narrativa en los medios de comunicación.

Referencias

Flores, A. (2018) Metodología feminista: ¿una transformación de prácticas científicas? Universidad Complutense de Madrid.

Muñoz, A. & Jiménez, J.A. (2023). Ciencia en femenino. La construcción del rol de la mujer científica en el discurso cinematográfico. Foto Cinema.

Saborit, A., Morales, M., De la Caridad, D., Vera, Lutgardo (2022). El sexismo en la historia de las ciencias: efecto Matilda. Revista Médica Electrónica.

Téllez, N.I. (2024). Recuperar las Voces de las Juventudes con Perspectiva de Género en XHUAX 99.7 de FM UniRadio. Universidad Autónoma del Estado de México.

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

Xuksa Kramcsak³³

Contacto: xuksa@ieb-chile.cl

Palabras clave: co-creación, movimientos socioambientales, comunicación científica, socioecología, activismo.

Resumen. Considerando que el lema del Simposio Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología 2024 y IX Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa, ampliaba el espectro de discusión hacia nuevas voces y nuevos conocimientos, mi presentación consistió en incluir a sectores que tradicionalmente no han sido incorporados a la discusión sobre comunicación pública de la ciencia desde el sur global. Mi eje temático es la inclusión en la comunicación pública de la ciencia para aumentar la participación de grupos infrarrepresentados en estas actividades, en este caso a organizaciones populares y movimientos socioambientales de la localidad de Hualpén en la Región del Biobío de Chile, quienes trabajan por proteger el Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, el cual es un pulmón verde del territorio que encuentra actualmente amenazado por proyectos extractivistas.

La creación del libro Guía de Campo: Árboles del Parque Botánico de Hualpén, el cual fue lanzado en agosto del año 2023, involucró la co-creación de la academia, científicos del área de botánica y biodiversidad, un equipo de arte que incorpora a una ilustradora, diseñadora, fotógrafo y comunicadora,

³³ Xuksa Kramcsak / *Instituto de Ecología y Biodiversidad, Chile*

y a agrupaciones populares y movimientos socioambientales del territorio, con el objetivo de proyectar el uso del libro en la educación y divulgación científica para su protección y conservación.

En su contenido, es posible conectar con el lugar a través del reconocimiento de sus agrupaciones locales, del territorio a través de una cartografía sobre las diversas actividades bioculturales y amenazas del lugar, del reconocimiento a pueblos indígenas a través de la traducción de especies de árboles nativos reconocidos por el pueblo mapuche, organizaciones de turismo sostenible de la zona, infografías que explican procesos científicos y una historia ilustrada sobre el recorrido del sendero, el cual fue realizado por el equipo de creación del libro al iniciar su edición.

El lanzamiento tuvo una alta convocatoria, reunió a distintas agrupaciones locales, agrupaciones socioecológicas y a la comunidad hualpenina, fueron alrededor de 200 personas quienes participaron de la actividad en donde conocieron el proceso de creación, reflexionaron sobre el proceso de protección y la proyección del trabajo comunitario en torno a la educación. Entre las acciones posteriores se encuentra la donación de libros a bibliotecas de escuelas y jardines públicos de la comuna y otras aledañas, el trabajo directo con la Escuela Popular Wallpén y la campaña Salvemos el Santuario Hualpén para realizar senderismos guiados y otras actividades de educación al aire libre, y la formación de profesoras y profesores de la comuna en educación ambiental, específicamente en la metodología de enseñanza de ecología en el patio de la escuela, entre otras acciones.

Introducción

Este trabajo surge de una necesidad académica de divulgar conocimiento científico desde la ciencia, específicamente desde el área de la botánica. El profesor Dr. Carlos Marcelo Baeza de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción-Chile, le planteó al Centro Basal del Instituto de Ecología y Biodiversidad Chile -IEB- editar un libro el año 2022 con carácter de divulgación científica basándose en un documento realizado hace algunos años atrás con carácter formativo por los autores Carlos Marcelo Baeza, Roberto Rodríguez, Eitel Thielemann y Gabriela Kottirsch para los estudiantes de la

misma Facultad señalada. En este documento se encontraba una guía de campo de los árboles del Parque Botánico de Hualpén, con sus respectivas claves para identificar los árboles y fichas por especies con sus respectivas fotografías con información botánica sobre cada una de ellas.

En este contexto, la Unidad de Comunicación de la Ciencia -UCC- del IEB, decidió tomar y desarrollar este proyecto con un carácter divulgativo, territorial y educativo desde y para la comunidad de la Región del Biobío, integrando a grupos que históricamente han sido desplazados e ignorados por la ciencia, en este caso, los movimientos socioambientales que se han conformado orgánicamente en el territorio para proteger y salvaguardar el Santuario de la Naturaleza de Hualpén, el cual se encuentra en una zona que también es de interés para la industria e intereses extractivistas, comerciales y turísticos en el centro sur de Chile.

En este contexto, la Unidad de Comunicación de la Ciencia -UCC- del IEB consideró importante abarcar las artes como una herramienta vital para divulgar este conocimiento y hacer partícipe al movimiento socioambiental en la creación de esta nueva versión del libro. La co-creación artística del conocimiento fue una experiencia a resaltar en el proceso de creación de este libro, el cual consideró la formación de un equipo creativo entre su editora, en conjunto con una diseñadora gráfica, una ilustradora, una dirigente del movimiento socioambiental “Salvemos el Santuario Hualpén” y de la “Escuela Popular Wallpén”, un fotógrafo local y también parte del movimiento socioambiental, y un académico científico e investigador botánico.

Desde las comunicaciones, McMillan (2006, pág. 209) señala que la co-creación de contenidos donde la audiencia es la fuente primaria de contenido así como el receptor, se expande la definición y uso de medios de comunicación de “uno a muchos” de “muchos a muchos”, siendo un partícipe activo y co-creador responsable de sus aportes, en este sentido es necesario reforzar este trabajo colectivo a través de técnicas y sistemas de soporte para la toma de decisión grupal. De esa forma, realizar comunicación científica en un territorio que presenta una serie de problemas complejos requiere una nueva visión desarrollando una planificación colaborativa y transdisciplinaria (Elbers, 2013).

Importancia biocultural

El Santuario de la Naturaleza de Hualpén, ubicado en la Región del Biobío, en el centro sur de Chile, es un refugio natural de gran importancia ecológica. Esta área se encuentra en la zona de transición entre las regiones mediterránea y templada de Chile, con una notable influencia oceánica y alta humedad. Gracias a su microclima, se ha desarrollado una notable biodiversidad que se refleja en sus diversos ecosistemas, incluyendo acantilados, quebradas, bosques, praderas, humedales y playas. La relevancia ecosistémica de este santuario se manifiesta en su rica diversidad de flora, fauna y hongos. Con una extensión de 2.662 hectáreas, alberga especies únicas como el monito del monte, y árboles en peligro de conservación como el queule y el pitao, además de múltiples aves que nidifican en el área. (Baeza et al., 2022).

En este santuario se encuentra el “Parque Botánico de Hualpén”, el último relicto del bosque esclerófilo costero que originalmente poblaba esta zona ribereña del país. Actualmente, este parque pertenece a la Universidad de Concepción de Chile, que lo utiliza para realizar actividades educativas y de investigación científica. La guía de campo del parque proporciona información sobre la vegetación original, incluyendo un bosque maduro que se busca conservar a través de la educación ambiental y la investigación. Se espera que este espacio sea accesible a la comunidad para fomentar una coexistencia armoniosa con la naturaleza. (Baeza et al., 2022).

Por otro lado, existen diversas actividades bioculturales y elementos que componen la península, en este sentido, se destaca el trabajo de identificación elaborado por el movimiento socioambiental “Salvemos el Santuario Hualpén” que integra a zonas industriales, basurales clandestinos, erosión ganadera, monocultivos forestales, pesca extensiva, obras de un puente industrial, perros abandonados o asilvestrados, presión inmobiliaria, pesca artesanal, privatización de espacios públicos, turismo responsable y turismo irresponsable, ex-ballenera, faros, ex-ballenera, estuarios y humedales, bosque nativo, caletas, miradores, playas.

Aunque la península y sus alrededores enfrentan diversas amenazas, el equipo editorial espera que al compartir este conocimiento territorial se enriquezca el trabajo de personas,

comunidades y movimientos socioambientales. La meta es proteger la zona mediante una gran red de acción y conciencia ecológica. (Baeza et al., 2022).



Figura 1. Guía de Campo: Árboles del Parque Botánico de Hualpén, página 18.

Proceso creativo y formación de equipo

Una de las inquietudes que surge en la Unidad de Comunicación de la Ciencia del Instituto de Ecología y Biodiversidad, particularmente con este desafío local de comunicación científica, es descubrir si es posible que la academia y los movimientos socioambientales trabajen en conjunto por la protección del territorio, articulando la comunicación científica a través de las artes, en este caso mediante la ilustración y el diseño gráfico.



Figura 2. Equipo transdisciplinario de creación de la Guía de campo: Árboles del Parque Botánico Hualpén, en terreno en invierno del año 2022.

En este sentido, fueron importantes seis elementos en el trabajo de co-creación artística: 1. Identificar a las personas claves desde su rol particular que trabajen en el proyecto divulgativo, 2. Compartir la proyección y anhelos del uso de este libro, 3. Acordar que la ciencia y su divulgación se encuentra al servicio de la comunidad, 4. Alinear discursos y fortalecer las confianzas entre el equipo sobre la comprensión de la protección a través de la comprensión de la información y el conocimiento, 5. Que el contenido y el lenguaje fuera cercano y local para alcanzar diversos públicos, y 6. Que los recursos artísticos y gráficos de su contenido y diagramación estuvieran acorde a su proyección educacional.

Para ello, fue vital la construcción del equipo transdisciplinario entre la editora, la activista y educadora local, el fotógrafo local, la diseñadora especialista en comunicación científica, la ilustradora especialista en naturaleza, científicos del área botánica, guardaparque, y traductores del dialecto mapudungun. En este sentido, fue importante otorgar roles específicos a cada uno de ellos, con reuniones esporádicas para compartir los avances. A su vez, fue clave realizar -entre la mayoría del equipo- un sendero en terreno iniciando el proyecto para conocer el “Parque Botánico de Hualpén” y a través de ese recorrido vislumbrar los hitos que sería importante canalizar a través de narrativa gráfica del libro: el avistamiento desde el humedal, la contemplación del boldo, el paso por la pradera, el encuentro con el queule y el sendero final. De esta misma forma, fue importante darle espacio al movimiento “Salvemos el Santuario Hualpén” para plasmar su trabajo territorial en la zona, infografías explicativas sobre botánica, y mapas que permitieron comprender la complejidad de intereses bioculturales e industriales del territorio, los cuales fueron respaldados por el movimiento y su comunidad, y a la vez por los científicos involucrados en el proyecto. Uno de los requerimientos que el mismo movimiento solicitó en el trabajo en equipo por la proyección del libro, fue la inclusión del dialecto mapuche en la guía de campo considerando la historia biocultural de las familias y del territorio, e integrar datos de turismo local sustentable para promover la economía local en la península.

En este punto es importante señalar que se mantuvo un feedback grupal para el tratamiento del contenido ya sea visual o narrativo, con el objetivo de acercarse a la sensibilidad del público interesado por la protección de esta zona y del público cautivo visitante del lugar, a través de conocimiento de interés socioecológico. Promover la horizontalidad en estos procesos creativos, agrupando lo riguroso y tradicional de la comunidad científica, con lo flexible y orgánico que es el trabajo de organizaciones y movimientos sociales, es una tarea que la comunicación científica requiere fortalecer a través de las confianzas y vínculos más allá de lo institucional, recordando que somos personas y comunidad unidos por un anhelo territorial en común. Considerando la ciencia holística y la necesidad de información y conciencia, Elbers (2013) señala que la alfabetización ecológica es vital para entender y sentir los principios básicos de la ecología y de organización común de los sistemas vivos para aprender a vivir de esa forma, en comunidad.



Figura 3. Imágenes del lanzamiento del *libro Guía de campo: Árboles del Parque Botánico de Hualpén*, donde 200 personas asistieron en busca de su libro y participaron de las actividades organizadas por la misma comunidad.

Entre las acciones en conjunto, el lanzamiento del libro fue organizado en conjunto con movimientos socioambientales de Hualpén en agosto del año 2023, incluyendo a la agrupación Salvemos el Santuario Hualpén, Fundación Malvarrosa, Escuela libre y popular de Wallpencillo, la Fundación Educación Popular en Salud - EPES, la Agencia audiovisual local Cormorán y el Instituto de Ecología y Biodiversidad. Más de 200 personas se reunieron en el evento que tuvo un carácter comunitario y territorial con música local en vivo, stand de organizaciones socioambientales, instancia de diálogo del proceso de investigación y co-creación de la guía, donación de libros, y comida y bebestible local en el invierno sureño en una sede comunitaria de la comuna de Hualpén.

Proyección y acciones futuras

A raíz del trabajo colaborativo y la proyección educacional del libro guía de campo se consideró la donación a escuelas y bibliotecas públicas de las comunas de Hualpén, Talcahuano y Concepción de la Región del Biobío. A su vez, se ha participado en la organización y colaboración de diversos talleres que perpetúan la protección y educación ambiental del Parque Botánico Hualpén, entre ellos: el taller de bitácora de ilustración naturalista en la estación biológica, el taller de restauración ecológica comunitaria con organizaciones socioambientales del territorio, y prontamente el taller de enseñanza de ecología en el patio de la escuela para profesoras y profesores de los departamentos de administración de la educación municipal de las comunas de Hualpén y Talcahuano.

Por último, han surgido dos proyectos artísticos vinculados al territorio y a la proyección educacional que posee el libro guía de campo, con el objetivo de divulgar este conocimiento desde otros formatos, en este caso un documental denominado Arte y Ciencia para la conservación de la Estación de Biología Terrestre de Hualpén y el libro de narrativa gráfica Micaela en el Reino Macera, los cuales se encuentran en proceso de creación. Sin duda, como señala Lopez de Oliveira y Lewenstein (2023), las y los divulgadores científicos han visto su práctica como una herramienta de educación incluyendo la participación pública incluyendo la gobernanza de la ciencia y colaborando en que la ciencia se utilice para ejercer más ciudadanía de forma independiente y autónoma. Recalcando que “instituciones científicas y ONGs locales apoyan la participación pública utilizando la ciencia como herramienta de persuasión. Este cambio hacia la vinculación de la comunicación científica con el activismo, especialmente relevante para el mundo en desarrollo” (López de Oliveira y Lewenstein, 2023, pág. 2)

Referencias

- Baeza, M., Rodríguez, R., Thielemann, E., Kottirsch, G. (2023). Guía de campo Árboles del Parque Botánico de Hualpén (pp. 71). Editorial IEB.
- Elbers, Jörg (2013). Ciencia holística para el buen vivir: una introducción, Quito, Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.

Lopes de Oliveira, D., & Lewenstein, B. V. (2023). Supporting Activism in Latin America: The Role of Science Communication, Science Journalism, and NGOs in Socio-environmental Conflicts. *Journalism Studies*, 1–17.

<https://doi.org/10.1080/1461670X.2023.2241076>

McMillan, S. J. (2006). Exploring Models of Interactivity from Multiple Research Traditions: Users, Documents and Systems. En *Handbook of New Media: Social Shaping and Social Consequences of ICTs*, (pp. 205-229). SAGE Publications Ltd.

<http://dx.doi.org/10.4135/9781848608245.n13>

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

Karen Yoczely Cruz Cortez, Diana Martínez Ordóñez, Virginia del Carmen Bernal Cordero, Benjamín Jiménez Méndez, Miriam Areli Velázquez Aquino³⁴

Contacto: karenyoczy96@hotmail.com

Palabras clave: ciencia recreativa, divulgación, comunitario.

Resumen. A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de la convocatoria “Divulgador científico comunitario” realizada en una comunidad de Tabasco, México, con altos índices de vulnerabilidad social y mínimo reconocimiento de los derechos de los habitantes. La convocatoria surgió ante la inquietud de niños, niñas y adolescentes (NNA) que participaron en una serie de talleres y actividades de ciencia recreativa (TACR) en su comunidad, desarrollados por divulgadores científicos capacitados. Esto ha inspirado a NNA participantes a considerar la posibilidad de convertirse en divulgadores científicos en el futuro. Para canalizar adecuadamente este interés de los NNA, se realizó un programa de capacitación centrado en "cómo un NNA puede convertirse en un divulgador científico para su comunidad". Esta capacitación proporcionó herramientas y conocimientos necesarios para desarrollar su potencial en este campo específico de la comunicación científica. La evaluación de esta iniciativa retoma los principios establecidos en el texto de Lourdes Patiño Barba, "Evaluación de acciones y productos de divulgación". Esta metodología, fundamentada en principios académicos sólidos, contribuirá para garantizar la calidad y el impacto de las actividades de divulgación científica en la comunidad, y puede servir como modelo para futuros esfuerzos de detección y formación de divulgadores científicos en

³⁴ Karen Yoczely Cruz Cortez, Diana Martínez Ordóñez, Virginia del Carmen Bernal Cordero, Benjamín Jiménez Méndez y Miriam Areli Velázquez Aquino / *Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco*

diversos contextos. Impulsar la cultura científica en la población es importante para incidir en la toma de decisiones para su futuro y en el fortalecimiento de la resiliencia en contextos vulnerables. Los TACR y la capacitación fueron realizados por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) en coordinación con la Fundación del Empresariado Tabasqueño A.C., y esta última lanzó la convocatoria.

Introducción

Cuando se habla de divulgación científica las interpretaciones que emergen entre los diferentes actores que participan y propician esta compleja misión pueden ser muy diferentes, Ana María Sánchez Mora (2002) define a la divulgación científica como una “labor multidisciplinaria, cuyo objetivo es comunicar el conocimiento científico, utilizando diversos medios, a diversos públicos voluntarios recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible”. Este compromiso requiere poder definir estrategias que resuelvan el ¿cómo?, ¿dónde? y ¿para quién? se desarrollan los talleres y actividades, en este caso, de ciencia recreativa (TACR) con el fin de contribuir y brindar experiencias únicas y diferentes de un contexto escolar a los participantes. Como objetivo la Dirección de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (DASCT) del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco (CCYTET) busca establecer un acercamiento confiable de la población a temas científicos y de interés social con un enfoque indiscriminado hacia las poblaciones vulnerables, en comparación con otros miembros de la comunidad.

No son de aquí, ni de allá.

El Fracc. Cd. Bicentenario es una localidad del municipio de Centro, en el estado de Tabasco. Surge como consecuencia de las inundaciones del 2007, considerados una comunidad reubicada de zonas vulnerables y con presencia de actividades ilícitas. En el año 2021 el CCYTET establece una vinculación con la Fundación del Empresario Tabasqueño A.C. quienes manejan el Programa de Intervención para el Desarrollo Comunitario Integral (Integra-T) con el objetivo de fortalecer el tejido social en el fraccionamiento. El CCYTET

a través del área “Ciencia en Movimiento” (CM), desarrollan TACR dirigidos a NNA, con temas de interés e importancia curricular de los participantes.

Metodología.

Las presentaciones de CM se realizan (casi) semanalmente los sábados por la mañana. La cantidad de participantes en estas actividades oscila entre 10 a 40 NNA de entre 6 y 15 años. Algunos de ellos expresaron interés preguntando ¿Cómo puedo hacer lo que ustedes hacen? Esta inquietud da lugar al proyecto “Divulgador científico comunitario” el cual consistió en la publicación de una convocatoria dirigida a todos los NNA participantes de las actividades semanales con el objetivo de *fomentar que niños del Fraccionamiento Ciudad Bicentenario inicien una formación básica para divulgar la ciencia y desarrollar un proyecto de divulgación científica a fin de compartir conocimiento y concientizar a su comunidad sobre diversos temas*. La convocatoria incluyó una capacitación de 7.5 horas distribuidas en 5 sesiones para los NNA interesados en participar. La participación en la convocatoria fue de 4 participantes (3 hombres, 1 mujer).

Los temas abordados en las sesiones fueron los siguientes:

1. ¿Qué es la ciencia?
2. ¿Quiénes hacen ciencia?
3. El método científico.
4. Compartir el conocimiento.
5. Comunicación pública de la ciencia.
6. Formas de divulgar ciencia.
7. ¿Dónde puedo obtener información confiable?
8. La receta de mi actividad de divulgación científica (sistematización de actividades de divulgación científica).

Además de la capacitación, la convocatoria consideró una presentación de una demostración que se realizaría como parte del programa de la 3a Semana Nacional del Conocimiento y la Innovación Tabasco 2023: la ciencia en la vida cotidiana. En el evento los NNA presentaron

sus demostraciones ante un jurado integrado por 4 evaluadores de CM y personal de la Fundación del Empresariado Tabasqueño.

Los temas participantes fueron:

1. El sol.
2. El plato del buen comer.
3. El transporte público.
4. Volcán Popocatepetl.

Se premió a los 3 participantes con mayor puntaje; cabe mencionar que el primer lugar lo obtuvo la única participante mujer con el tema “El sol”.

Con la finalidad de evaluar de manera cualitativa el impacto que la convocatoria “Divulgador científico comunitario” tuvo en los NNA participantes, se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos grupos objetivo:

- Grupo 1: NNA inscritos en la convocatoria (4 participantes).
- Grupo 2: NNA que tiene un mayor índice de participación en las actividades semanales (14 participantes).

Las entrevistas se realizaron en un lapso de 4 sábados, después de las actividades de CM y fueron realizadas por los guías participantes de la sesión en cuestión.

Tabla 1. Divulgador Científico Comunitario del Fraccionamiento Ciudad Bicentenario.		
NOMBRE DEL PROYECTO		Divulgador científico Comunitario
NOMBRE DE LA PERSONA EVALUADA		Participante 1
Evalúe los siguientes aspectos del 1 al 5. Donde 1 es insuficiente o regular y 5 es suficiente o muy bueno.		
SOBRE EL CONTENIDO EXPUESTO EN LA CAPACITACIÓN		
ASPECTO QUE EVALUAR	PUNTAJE	OBSERVACIONES
Define de manera correcta el concepto de ciencia	2	El entrevistado ha tenido contacto con algunos divulgadores, pero no tiene claro el concepto de ciencia.
Identifica profesiones con afines científicos	3	No tiene claro qué clase de profesiones pueden hacer ciencia, pero menciona de manera correcta que cualquier persona puede hacer ciencia puede ser que se deba a que no conoce muchas profesiones.
Explica de manera clara que es el método científico	2	Si bien no define de manera clara en que consiste, menciona un punto importante el cual es que genera un conocimiento nuevo.
Identifica y describe de manera adecuada los pasos del método científico	1	La persona no tiene claro los pasos del método científico, no mencionó ninguno.
Reconoce su público objetivo	2	El entrevistado no define de manera clara cuál es su público objetivo, pero si tiene claro que los temas no son para todas las personas y que se debe transmitir de manera adecuada a las mismas.
Define de manera correcta que es la comunicación pública	2	El entrevistado no define el termino de manera correcta, pero menciona un punto importante el saber expresarse para poder llegar a la audiencia.
Explica de manera correcta que es divulgar	2	El entrevistado menciona un aspecto relevante, el cual es que el divulgador debe informarse bien faltando solo agregar la información aprendida debe ser adecuada para ser transmitida a todo público.
Comprende que es un divulgador científico	3	El entrevistado presenta algunas dificultades para entender que es un divulgador científico, pero se resalta que debe ser una persona que se prepara que se debe expresar de manera clara.
Identifica las formas de divulgación científica (da ejemplos)	2	La persona presenta dificultades para dar ejemplos claros las diferentes formas de divulgar ciencia, pero con su respuesta se identifica que tiene claro que la forma verbal es el medio que usaría.
Reconoce fuentes de información confiable	3	La persona menciona una de las fuentes de información que puede ser muy confiable, la cual es preguntarles a expertos en el tema, pero requiere de mayor variedad en las fuentes de consulta o identificarlas de manera clara.
Realizó correctamente la sistematización de la actividad	2	La persona muestra que tiene aspectos en a mejorar en la sistematización que realizo, pero se observan puntos que dejan entre ver que si hubo una preparación para el producto final.
COMENTARIOS EXTRA		
TOTAL	24	Durante la entrevista el sujeto se mostró algo indeciso en su respuesta y presento algunas dificultades para poder expresar de manera clara los diferentes cuestionamientos.
NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN EVALUA		Alejandro Félix Hernández.

Para el grupo 1 se hicieron 9 preguntas según los temas vistos en las capacitaciones de “divulgador científico comunitario”, de igual forma se agregó el llenado de una rúbrica (Tabla 1), realizada por los entrevistadores, para la evaluación de aspectos como fluidez, reconocimiento de conceptos y más, así como 10 preguntas relacionadas con el interés y apoyo en casa por los temas proporcionados en las capacitaciones.

Para el grupo 2 se destinaron 10 preguntas para evaluar el interés y apoyo en casa por los temas proporcionados semanalmente en los talleres de CM.

De manera general, a los 18 participantes, se le realizaron 2 preguntas para conocer la idea que tienen sobre cómo es o debe de ser un divulgador científico y si conocen a alguno.

Resultados

Se realizaron 18 entrevistas en total de los participantes de edades entre 8 y 15 años, con mayor tendencia del género masculino (14 hombres, 4 mujeres).

1. ¿Cómo imaginas que debe de ser un divulgador científico? (Imagen 1)
2. ¿Conoces a alguien que divulgue ciencia?

El 50% de los entrevistados menciona no conocer a ningún divulgador científico y el otro 50% reconocen a los guías que realizan semanalmente actividades con ellos, como divulgadores de la ciencia.



Grupo 1. Entrevista dirigida a los participantes de la convocatoria “Divulgador Científico Comunitario”

¿Qué te motivó a participar en la convocatoria “Divulgador científico comunitario”?

- “Desde hace mucho tiempo quería participar exponiendo un cuento”.
- "Pues la verdad para poder investigar y aprender más cosas sobre el sol, eso busqué no sabía su temperatura y de qué estaba hecho, primero quería saber acerca de la teoría del Big bang pero era mucha información porque lo consideré importante”.

¿Qué habilidades esperabas desarrollar en el proyecto?

- Tener más confianza y no ser tan penosa y grabarme tanto al hablar.
- Aprender más sobre el tema.

¿Fueron de tu agrado los temas impartidos en la capacitación?

- Los 4 participantes consideran que los temas impartidos fueron de su agrado “porque hubo temas que no sabía y los aprendí o temas que, si sabía, pero iban diciendo cosas nuevas que no había escuchado antes”.

¿Tuviste apoyo de tus padres o familiares durante el proceso el proyecto?

- Los 4 participantes expresaron contar con apoyo en casa, en su mayoría con la mención de sus mamás o una figura femenina.

Para la elaboración del producto final ¿Qué tema te interesó y por qué?

- Del sol, porque fue una maqueta con foco que hablaba del sol.
- El tema que me interesó fue el sol, pues había algunos datos que me parecen importantes y que no sabía, como su edad, temperatura, etc.
- Transporte público, para enseñar cómo se debe usar los transportes públicos y cómo viajar en estos.

¿Cómo te sentiste durante el desarrollo del proyecto?

- Me sentí bien, algo nerviosa por el hecho de no decir bien la información, y qué muchas personas me estuvieran viendo.
- Bien pero cuando lo presentamos me puse nervioso.

¿Cómo te sentiste durante la presentación de tu producto final?

- Me sentí bien, dije todo lo que quería decir y después de pasarlo me sentí feliz porque creo que sí entendieron lo que traté de transmitirles.
- Nervioso, de repente se me olvidó lo que había estudiado.

¿Cómo te hubiera gustado aprender a ser un divulgador científico?

- Haciendo y aprendiendo de muchas cosas de ciencia.
- Que me lo explicaran y haber tenido alguna interacción con algún divulgador científico.

¿Te gustaría seguir aprendiendo más acerca de cómo ser un divulgador científico?

- Sí, porque si se hace otra convocatoria estaré haciéndolo cada vez mejor y con mucha mayor experiencia.

Preguntas de acuerdo con el contenido recibido en la capacitación (Imagen 2).

1. ¿Qué es la ciencia?

- a) Dónde descubren muchas cosas como por ejemplo ir a la luna y encontrarse un marciano.
- b) La ciencia es como la naturaleza, es el saber de las cosas.
- c) Es inteligencia que aprenden algunas personas, capacidad para aprender.
- d) Una forma de enseñar de los científicos.

2. ¿Quiénes hacen ciencia?

- a) Los humanos.
- b) Todos podemos hacer ciencia.
- c) Todas las personas, las personas inteligentes, los científicos.
- d) Los científicos.

3. ¿Qué es el método científico?

- a) No lo sé
- b) El método científico sería como una técnica para aprender alguna información.

4. ¿Cuáles son los pasos del método científico?

- a) No
- b) No lo sé, no me acuerdo de eso.

5. ¿Qué aspectos debes de considerar para compartir el conocimiento de algún tema de interés?

- a) Saber de qué tema estás hablando, expresarte bien con las personas que te observan y poder especificarte bien y no dejarlos con dudas y saber acerca del tema que estás hablando.
- b) Los materiales para usar como lupas, muestra de un animal, hongo, etc.
- c) Que te guste el tema.

6. ¿Qué es la comunicación pública de la ciencia?

- a) No sé.
- b) Saber expresarte hacia las personas.
- c) Comunicar para que las otras personas lo entiendan.

7. ¿Qué es divulgar?

- a) Compartir una historia con un público.
- b) Comentar algo hacia las personas, como compartir temas que no sabían y saber decirlos bien y expresarlos bien hacia el público.
- c) Presentar un trabajo de diferentes temas para que otras personas lo entiendan.
- d) Compartir lo que hacen los científicos.

8. ¿Qué es un divulgador científico?

- a) Una persona que habla de ciencia.
 - b) Aquel que realiza una investigación con respecto a información para que algunos niños de cierta edad puedan entender, no serían temas como por ejemplo de matemáticas para niños de preescolar porque no lo van a entender.
 - c) Aprender y enseñar de ciencia.
- Un científico.

9. ¿De qué formas divulgarías ciencia?

- a) Haciendo una maqueta.
- b) Haciendo mímicas y especificando bien mis palabras.
- c) Con actividades.

10. ¿Qué medios utilizarías para consultar información confiable a usar en tu divulgación científica?

- a) Google.
- b) Preguntarle a ciencia en movimiento o buscar un sitio confiable en Google.

Imagen 2. Preguntas de acuerdo con los temas de la capacitación “Divulgador Científico Comunitario”.

Grupo 2. Entrevista dirigida a los participantes de los TACR.

¿Qué te motiva a participar en las actividades de ciencia cada sábado?

- Los participantes mencionan que asisten a las actividades para: aprender (50%), aprender y divertirse (18.75%), divertirse (18.75%), porque es muy interesante (6.25%) o porque me obliga mi mamá (6.25%).

¿Has desarrollado alguna habilidad por participar en las actividades?

- “A hacer aviones de papel y a saber quiénes son científicos”, “Aprendí como ver un eclipse solar”, “Creatividad y valores”, “Ver las estrellas”, por mencionar algunos de los ejemplos proporcionados.

¿Han sido de tu agrado las actividades? Si/no ¿Cuáles fueron tus favoritas?

- El 100% de los entrevistados comentan que las actividades han sido de su agrado, siendo los talleres de ajedrez colmena, ábaco maya y cubo Rubik las favoritas (Imagen 3).

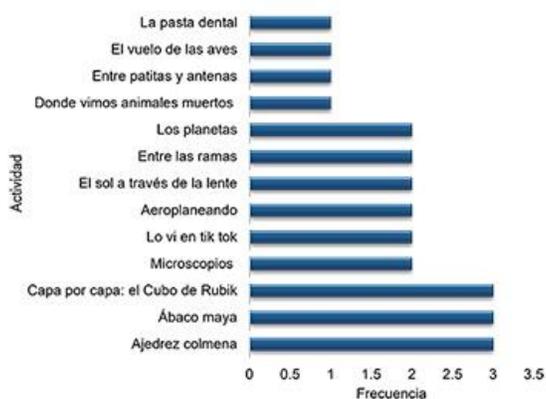


Imagen 3

¿Has repetido en casa o en otro lugar alguna de las actividades que aprendiste? Sí/no ¿Cuáles y en dónde?

- El 55% de los participantes compartieron haber repetido algunas de las actividades como el avión de papel y el ábaco maya, mientras que el 44% comentó que no y algunas de las razones fueron “He querido hacerlo, pero no consigo los materiales” o “no me da tiempo”.

¿Algo de lo que has aprendido, lo has aplicado en tu vida diaria? Sí/no ¿Qué?

- El 50% de los participantes mencionaron haber aplicado en su vida diaria lo aprendido en los talleres, por ejemplo: “usar lupas”, “lo de las estrellas” y “cuido más aspectos como no mirar el sol”.

¿Tuviste el apoyo de tus tutores para acudir a las actividades?

- El 100% cuenta con el apoyo de sus tutores para realizar las actividades semanales, desde otorgar el permiso, hasta darles desayunos para que asistan en las mejores condiciones.

¿Has tenido alguna dificultad para participar en las actividades? Sí/no ¿Por qué?

- El 50% de los participantes comentan haber tenido algunos problemas para asistir a las actividades: “porque me dejan mucha tarea”, “no me da tiempo”, “tengo que hacer limpieza” o “porque me quedo dormido”.

¿Sobre qué otro tema te gustaría que te divulgáramos?

Existe una gran diversidad con los temas de interés de los participantes teniendo una gran presencia el interés por la naturaleza y actividades de destreza. (Imagen 4).

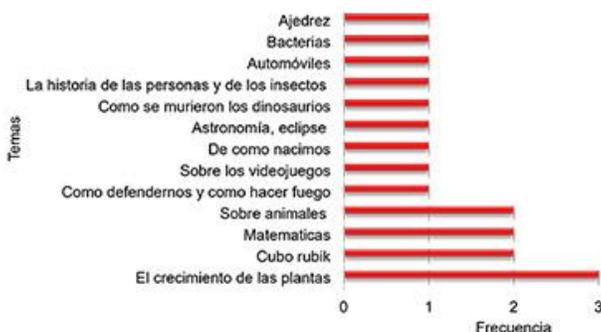


Imagen 4

¿A ti te gustaría aprender a divulgar ciencia? Sí/no ¿Por qué?

- 88% de los NNA entrevistados muestran un interés positivo por ser parte del gremio científico de la divulgación ya que “porque así voy a ayudar a los niños a aprender”, “me gusta la ciencia y el arte” o “porque se ve que es chido aprender cosas”.

¿A partir de la asistencia a los talleres con cuales de los siguientes enunciados te identificas más?

- “Ahora sé que tanto los hombres como mujeres pueden hacer ciencia” y “Ahora busco más información cuando algo me interesa”, fueron algunos de los enunciados que reconocieron con mayor facilidad los participantes (Imagen 5).



Imagen 5

Conclusión

La evaluación de la convocatoria “Divulgador Científico Comunitario” expone el interés de los participantes en esta actividad, así mismo se identifican áreas de oportunidad como el reforzamiento de algunos temas en las sesiones de capacitación y en la duración de estas.

Al respecto y en coordinación con la FETAC, se decidió tener una segunda convocatoria que tendrá como objetivos reforzar la comprensión y diferenciación entre educación formal y divulgación científica; la integración y seguimiento de los participantes para la elaboración y presentación de actividades de divulgación, impulsándolos a que apliquen las herramientas y habilidades obtenidas en la capacitación, de la mano de los integrantes del área de Ciencia en Movimiento del CCYTET. En lo que respecta a la participación, se prevé invitar a los participantes iniciales y sumar nuevos participantes.

Como ya se mencionó, uno de los motores que impulsó este proyecto es el interés genuino de los participantes en la convocatoria por compartir el conocimiento, y que demostraron al participar como apoyo en las actividades de observación de los 2 eclipses solares de los meses de octubre 2023 y abril 2024, en donde pudieron mostrar a los asistentes la manera correcta de realizar la observación y explicarles lo que estaba ocurriendo.

Referencias

Sánchez M., A. M. (2002). "Guía para el divulgador atribulado I: Enseñanza y aprendizaje de la divulgación". *El Muégano Divulgador* (17), 4-5.

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

María Isabel Quinn Cervantes³⁵

Contacto: maria.quinn@iteso.mx

Palabras clave: análisis del discurso, cambio climático, comunicación pública de la ciencia, narrativas de consenso-disenso científico.

Resumen. El cambio climático, además de un fenómeno físico, se construye como objeto discursivo en condiciones históricas específicas. En esta propuesta para el Simposio Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y Tecnología de 2024 y el IX Coloquio Nacional de Ciencia Recreativa doy cuenta de las continuidades, discontinuidades y disputas sobre cómo se colocan las narrativas de consenso-disenso científico y se construye el cambio climático como objeto discursivo en la comunicación pública, a partir de reconfiguraciones que hacen los medios de comunicación hegemónicos (en una muestra conformada por *The New York Times*, *The Guardian*, *Fox News* y *El País*).

Baso el marco teórico en la teoría del discurso de Foucault, el discurso periodístico, y la construcción discursiva de la ciencia. La perspectiva teórico-metodológica es el análisis crítico del discurso, que busca dar cuenta de relaciones de poder, construcción de objetos discursivos, redes conceptuales, posiciones de enunciación, estrategias discursivas y construcción de sujetos. Para aproximarme al problema de investigación, construí cinco acontecimientos discursivos a lo largo de seis años: los Acuerdos de París, las elecciones estadounidenses de 2015 y 2016, las huelgas climáticas, el *Green New Deal*, y la agenda legislativa de Biden en 2021. Esto me llevó a analizar cómo la ciencia se construye como el conocimiento verdadero; cómo la ciencia del cambio climático se disputa políticamente en

³⁵ María Isabel Quinn Cervantes / Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, ITESO

el Partido Republicano y entre otros actores que obstaculizan o retrasan la acción climática; el disenso en las maneras de hacer frente al cambio climático; y la fragilidad de la construcción de la esperanza.

Las conclusiones de esta investigación exploran las relaciones entre ciencia y política – construidas de histórica y contingentemente en el discurso a través de la contraposición de la unidad del consenso y la conflictividad del disenso–, los efectos diferenciados del cambio climático –en términos intergeneracionales, entre países y con respecto a grupos marginales–, los desplazamientos de la incertidumbre científica y política, las narrativas de consenso-disenso científico –urgencia, innovación tecnocientífica, resiliencia, inevitabilidad y desestimación de la gravedad–, y los horizontes que quedan abiertos.

Introducción

El cambio climático es in *issue* complejo que no se agota en su carácter físico –es decir, en el aumento de la temperatura promedio y las consecuencias meteorológicas que eso tiene–, sino que también se construye como un objeto discursivo en condiciones históricas específicas que no están dadas de antemano. La ciencia es un espacio donde distintas disputas acerca del cambio climático tienen lugar. La presente investigación, producto de la Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura por el ITESO, da cuenta de un problema de investigación que se coloca en la intersección de la ciencia como construcción discursiva, el cambio climático como objeto discursivo, y el discurso noticioso, con las narrativas sobre consenso y disenso científico acerca del cambio climático como telón de fondo. Parte de un entramado teórico que abreva de la perspectiva discursiva de Michel Foucault y otros autores influenciados por él: Jäger (2003), Carvalho (2008 y 2009), Wodak (2003) y Charaudeau (2003). Desde lo teórico-metodológico, se sitúa en el análisis crítico del discurso. El muestreo, llevado a cabo por etapas, se conformó de 119 piezas periodísticas de medios de comunicación del norte global (*The Guardian*, *The New York Times*, *Fox News* y *El País*).

Como parte de la estrategia analítica de esta investigación, construí cinco acontecimientos discursivos, emanados del contacto con el referente empírico para la construcción del corpus de análisis: los Acuerdos de París, las elecciones estadounidenses de 2016 (tanto las primarias

de cada partido como las elecciones generales), las huelgas climáticas, el *Green New Deal* y la agenda legislativa de la presidencia de Joe Biden. Por motivos de espacio, no es posible desarrollar estos acontecimientos a detalle.

“No lo digo yo, lo dice la ciencia”. La ciencia como un arma en la disputa por la verdad

En un primer eje analítico, doy cuenta de cómo la ciencia se construye como el conocimiento verdadero y absoluto. Sin embargo, no es la misma ‘ciencia’ a la que acuden los *think tanks* ultra liberales, ni las juventudes climáticas, ni Trump, ni Biden, ni la ONU. Además, se construyen sujetos que se asumen desde la racionalidad y la inteligencia, lo cual resulta en la construcción de un ‘otro’ desde sistemas y dinámicas de exclusión. Por ejemplo, quienes coinciden la urgencia del cambio climático, construyen a un ‘otro’ que se deja manipular por los intereses de las empresas de combustibles fósiles. Quienes se denominan como ‘escépticos’ cuestionan que los ‘otros’ se dejen influenciar por agendas progresistas que emplean a ‘científicos alarmistas’.

La manera en la que se trata la incertidumbre también ofrece pistas acerca de las narrativas de consenso-disenso científico. La naturaleza misma del cambio climático se caracteriza por cierto grado de incertidumbre, por ejemplo, a partir de las proyecciones a futuro del aumento de la temperatura y las consecuencias precisas que esto tendría. Sin embargo, esta incertidumbre se politiza. La certeza científica acerca de la existencia y causas del cambio climático además se articula con la innegabilidad de sus efectos, en particular a través de la intensificación de eventos climáticos extremos.

Hay una tensión entre la autonomía (por lo menos relativa) de la ciencia con otras esferas, como la política o la económica. Estos límites entre la esfera científica y otras esferas son difusos, se superponen y se desdibujan. Por una parte, hay instituciones científicas financiadas por el gobierno federal de Estados Unidos (por ejemplo, NASA, NOAA y EPA) que están relacionadas con producción de conocimiento científico y con el uso que se le da a ese conocimiento para el planteamiento de políticas públicas a diferentes niveles. También hay una relación recíproca en la que las organizaciones de la sociedad civil amplifican la voz de los científicos que suenan la alarma ante el cambio climático y en la que los científicos

declaran públicamente su apoyo a las movilizaciones ciudadanas climáticas. Por último, los *think tanks* forman parte de las posiciones de enunciación a partir de las cuales se construye al cambio climático como objeto discursivo, donde destaca el financiamiento de grupos científicos y científicos individuales por parte de intereses ligados a los combustibles fósiles.

La disputa política por la ciencia del cambio climático puede verse de manera particularmente clara en la historización de las posturas sobre el cambio climático en el Partido Republicano. Por ejemplo, durante la cobertura de las elecciones primarias del Partido Republicano en 2015, hubo un marcado énfasis en los distintos grados de negacionismo de los candidatos. La negación de la existencia, gravedad o causas humanas del cambio climático se sedimentó como parte de la polarización política en Estados Unidos, donde las posibilidades para hacer concesiones y buscar un punto medio son cada vez más difíciles. Otros políticos republicanos admitían la existencia del cambio climático e incluso sus causas, pero colocaban las soluciones (particularmente aquellas basadas en la innovación científica y tecnológica) alineadas con las posturas de su partido respecto al libre mercado. Otras estrategias discursivas en torno al cambio climático incluyen la ambigüedad y la contradicción. Es decir, en lo que concierne el periodo del corpus de esta investigación, el espacio para el consenso desde el Partido Republicano es sumamente específico: si acaso, se limita a admitir que la temperatura de la Tierra es cada vez mayor. La velocidad a la que aumenta, las causas – particularmente las humanas–, las responsabilidades, las consecuencias y –sobre todo– las soluciones forman parte de un terreno donde encuentran espacio para el disenso.

La intensificación de eventos climáticos extremos se presenta como una de las razones para el cambio en las posturas de algunos republicanos de rango medio, quienes reconocen la existencia del cambio climático y que buscan soluciones bipartidistas. También se usa la ciencia para desestimar las soluciones propuestas, argumentando que son disruptivas para la economía sin tener realmente efectos –cuantificables y ‘científicos’– en las emisiones de gases de efecto invernadero, o que no detendrían los huracanes y otros eventos climáticos extremos, por lo que simplemente no vale la pena implementarlas.

Otro aspecto que forma parte de la disputa política en la construcción del cambio climático como objeto discursivo es la fijación de los objetivos climáticos a limitar los umbrales del calentamiento progresivo del planeta a los objetivos de 2° C o 1.5°C por encima de los niveles

preindustriales para evitar los peores escenarios del cambio climático. La decisión de un objetivo u otro se trata, en el fondo, de una disputa por el umbral de lo vivible.

La disputa con respecto a la construcción discursiva del cambio climático es en el fondo si se trata de un problema científico o un problema político. Hay una pugna entre lo que ‘dicta la ciencia’ que *debe* hacerse para evitar las consecuencias más catastróficas del cambio climático y lo que economistas y politólogos dicen que *puede* hacerse.

La disputa por las soluciones al cambio climático: el litigio por la esperanza

Aunque hay un consenso científico –inestable y sujeto a relaciones de poder– respecto al cambio climático como objeto discursivo en sí mismo, hay otros donde hay más espacio para el disenso. Tal es el caso de las maneras de hacerle frente, que en ocasiones se construyen como ‘soluciones’ o como estrategias de adaptación y de mitigación. La manera de aproximarse a las soluciones da pie a la posibilidad de tener esperanza, o por lo menos una perspectiva optimista sobre las capacidades de la humanidad para evitar los escenarios más catastróficos del cambio climático. El acto mismo de nombrar los elementos como la captura de carbono, los sistemas de *cap and trade*, la energía nuclear o los impuestos sobre las emisiones como ‘soluciones’ (aunque sea de manera parcial) tiene implicaciones en la configuración del cambio climático como objeto discursivo. Para quienes aceptan a regañadientes la existencia del cambio climático como amenaza, es preferible la posibilidad de poder hacer ajustes parciales a una revolución drástica en la generación de energía. Estos ajustes son presentados como si, por sí mismos, pudieran solucionar la crisis climática. Es decir, los impuestos sobre las emisiones de carbono o iniciativas como el *cap and trade* se colocan en la esfera pública como una manera de forzar al mercado a poner las condiciones para la innovación tecnológica. Basar la esperanza en el mercado supone una comprensión específica de la realidad –relacionada con la racionalidad neoliberal como razón única– y una jerarquización de los valores en las sociedades –donde el ‘bienestar económico’ tiene un peso mayor por encima de otras cuestiones como la justicia ambiental–.

No obstante, el objeto discursivo ‘esperanza’ se puede construir de formas muy distintas. Por ejemplo, los activistas y los manifestantes –en el marco de las huelgas climáticas– irrumpen

en la configuración discursiva desde la desesperanza y la rabia, desde la zozobra y el desasosiego. Ante una situación tan compleja, la esperanza puede ser la discusión sobre si *puede* o no ‘solucionarse’ el cambio climático. El ímpetu de los movimientos climáticos tuvo características específicas al estar enmarcado en un momento donde la esperanza de poder hacer frente a la crisis climática no era evidente.

Por otra parte, podemos recurrir al concepto del litigio de Rancière (2002), en el marco de la división de lo sensible, como un recurso argumentativo para entender a las huelgas climáticas y otras manifestaciones de movimientos sociales. Este concepto puede dar cuenta de la posición desnivelada en la que los sujetos participan en la construcción del cambio climático como objeto discursivo. Al ser excluidos del logos y conectar con esa dimensión de exclusión, el litigio nos ofrece una forma de comprender cómo los que no tienen parte deciden interrumpir el orden para ser parte de la conversación. Las juventudes climáticas se han convertido en una fuerza política que ha obligado a gobiernos, empresas y organismos internacionales a sostener la conversación sobre el cambio climático desde una perspectiva distinta a otras posiciones de enunciación.

Además, esta construcción de la esperanza resulta compleja cuando no es claro un punto de llegada, es decir, no hay una línea de meta donde pueda decirse inequívocamente “se evitó lo peor”. En este sentido, podemos preguntarnos acerca de cómo las diferentes construcciones de la esperanza como objeto discursivo pueden movilizar o desmovilizar la esperanza. Es decir, si depositamos la esperanza en las soluciones al cambio climático desde una perspectiva economicista y tecnocientífica, ¿cuál es el punto de llegada y quién lo decide? Si se instala el pesimismo y la desesperanza al no lograr hacerle frente a la crisis planetaria desde perspectivas distintas a la economicista y tecnocientífica, ¿se desmoviliza la acción por el fatalismo? ¿Cómo atraviesan las relaciones de poder a estas cuestiones y qué lugar ocupa la ciencia en ellas?

Conclusiones

A partir de la investigación presentada anteriormente, podemos llegar a algunas conclusiones relevantes. El cambio climático se construye como un objeto discursivo que es ambivalente

y contradictorio. La ciencia es precisamente uno de los espacios donde se disputa la legitimidad de las construcciones discursivas del cambio climático. Además, hay relaciones específicas entre ciencia y política que dependen de contextos históricos con condiciones de posibilidad particulares. En éstas, destaca la importancia de observar cómo confluye lo científico y lo político, y cómo se desplaza la incertidumbre en cuestiones como la fijación de objetivos climáticos o la evaluación de propuestas de ‘solución’.

La ‘unidad’ de este consenso científico –o, por lo menos, la apariencia de unidad– coexiste con la conflictividad del disenso político. Este disenso puede observarse parcialmente en la negación ocasional de la existencia del cambio climático o su carácter antropogénico, pero es más agudo y permanente –aunque sea de manera tácita– en otras cuestiones como el sentido de la urgencia, la atribución de responsabilidades específicas, y la imbricación entre las soluciones y la esperanza.

También hay efectos diferenciados del cambio climático, que pueden verse entre diferentes generaciones, diferentes países y distintos grupos vulnerables al interior de cada país. La apelación a la justicia a través del llamado a la acción es más evidente en la cuestión intergeneracional, cuando la calidad de vida de las generaciones futuras es el estandarte de sujetos como las juventudes climáticas y funcionarios públicos que impulsaron distintos tipos de legislación climática. Por otra parte, los efectos diferenciados del cambio climático entre diferentes países tomaban un papel más central en la internacionalización de ciertos acontecimientos mediáticos, como los Acuerdos de París.

Toca problematizar a la ciencia y cuestionar su carácter aparentemente monolítico y consensuado. Es decir, no es la misma ciencia la que aboga por soluciones tecnocientíficas al cambio climático que la que llama a la suspensión definitiva de los procesos de extracción de hidrocarburos.

Uno de los hallazgos que me resulta más significativo es la disputa y la inestabilidad en la que se construye la esperanza. La esperanza de que seremos capaces de que como humanidad seremos capaces de hacer frente a la crisis no es obvia, pero puede –y debe, con urgencia– construirse y defenderse.

Referencias

- Carvalho, A. (2008). MEDIA(TED) DISCOURSE AND SOCIETY: Rethinking the framework of Critical Discourse Analysis. *Journalism Studies*, 9(2), 161-177.
<https://doi.org/10.1080/14616700701848162>
- Carvalho, A. (2009). Culturas ideológicas y discursos mediáticos sobre la ciencia: Relectura de noticia sobre cambio climático. *Infoamérica: Iberoamerican Communication Review*, 1, 25-47.
- Charaudeau, P. (2003). *El discurso de la información. La construcción del espejo social*. Gedisa.
- Jäger, S. (2003). Discurso y conocimiento: Aspectos teóricos y metodológicos de la crítica del discurso y del análisis de dispositivos. En *Métodos de análisis crítico del discurso* (1ª edición, pp. 61-100). Gedisa.
- Rancière, J. (2002). *La división de lo sensible*. Consorcio Salamanca.
- Wodak, R. (2003). El enfoque histórico del discurso. En *Métodos de análisis crítico del discurso* (pp. 101-142). Gedisa.

Mediator Training and Certification Program

Adán Cuitláhuac Fuentes Meléndez³⁶

Contact: adan.fuentes@papalote.org.mx

Keywords: interpretative mediation, training and certification.

Summary. In México, most museums have a highly valuable human resource made up of their mediators. They represent the museum in front of its visitors, receive them and attend to them by facilitating interpersonal communication processes based on the resources that the museum offers and the messages it aims to communicate. At Papalote Children's Museum we develop a Training and Certification Program for Mediators with the purpose of contributing to the professionalization of those who carry out this work.

Background

Papalote Children's Museum, located in the Second Section of the Chapultepec Forest in Mexico City, opened its doors to children, their families and teachers on November 5, 1993. From 1995 to 2006, the Papalote Mobile also operated, a project that came to have three mobile museums operating simultaneously in different locations in the country. In 2008 Papalote opened a second fixed headquarters in Cuernavaca, Morelos, and in 2018, a third, in Monterrey, Nuevo León.

Papalote's mediators, most of whom are women, are known as *Cuates*. The word Cuate is used in Mexico to refer to a friend, it comes from the Nahuatl word "*cóatl*" which means "twin brother". It is certainly an appropriate name for our mediators because the *Cuates* are playmates and learning partners of the children, who attend the Museum accompanied by their families, schoolmates and teachers. In keeping with Papalote's mission, the *Cuates* use play as their main tool to encourage discovery, imagination and participation in visitors.

³⁶ Adán Cuitláhuac Fuentes Meléndez / *Papalote, Museo del Niño*

Papalote Children's Museum has trained an average of 700 mediators each year, counting its three permanent museums, its mobile museums and the museums it has advised throughout its 30 years of existence. The experience gained has allowed us to consolidate the Mediator Training and Certification Program.

Training and Certification Program

Starting in 2012, in the context of the second renovation of Papalote Chapultepec, we adopted the principles of interpretation proposed by the National Association for Interpretation (NAI) for its proven effectiveness in natural parks, historical sites, archaeological zones, as well as museums of all kinds. According to the NAI (2021), interpretation "is a purposeful approach to communication that facilitates meaningful, relevant, and inclusive experiences that deepen understanding, broaden perspectives and inspire engagement with the world around us". The concept of interpretation was first used by the pioneering naturalist of interpretation John Muir in the context of the now declared natural parks of the United States of America to allude to the techniques that interpreters still use today to inspire commitment to the natural and cultural environment.

Because the term mediation has been used for decades in Mexican museums to refer to the processes of dialogue and reflection that are triggered between a mediator and a mediated subject around a resource to be mediated, I propose the term interpretative mediation with the intention of making evident the integration of both approaches in the methodology that we currently apply in the Museum. The *Cuates* who collaborate in Papalote Children's Museum participate in the Mediator Training and Certification Program, developed by the mediation training management. The Program has a competency-based approach, that is, its intention is to develop the knowledge, skills and attitudes that mediators must demonstrate when attending to the Museum's visitors. It begins with the Initial Training and is maintained during the time they remain in the Museum through Continuous Training sessions in which specific needs detected are addressed through a supervision scheme by their trainers, who with the support of a rubric observe the performance of the mediators and provide them with immediate feedback.

The competencies that mediators develop during the Mediation Training and Certification Program are:

Communication. The mediator's ability to convey the museum's messages to visitors clearly and in a structured way, using their verbal and body expression appropriately.

Interaction with the audience. It involves taking the initiative to establish contact with different types of visitors by demonstrating an assertive and adaptable behavior when managing the group during each interaction.

Use of resources and techniques. It is to use the elements to be interpreted in the museum by applying techniques such as dialogue through questions and playful techniques to generate emotional and intellectual connections when interacting with visitors.

Mastery of content. It involves achieving the goals of your mediation using verified information in a structured way.

Mastery of the operation. It refers to the ability to meet and enforce service, safety, and operational standards and protocols in a timely manner.

To achieve the development of these competencies, four strategies are applied: Initial Training, Continuous Training, Mediation Supervision and Mediation Certification.

Initial Training

During this stage, the *Cuates* get to know the mission, vision and values of the Museum, identify the competencies they will develop as mediators, recognize the different types of visitors they will attend, understand the principles of interpretative mediation and are evaluated with an exercise in which they develop a first mediation process, which allows them to receive personalized feedback. After this first evaluation, they are assigned to one of the Museum's thematic areas to specialize in the mediation and operation of each educational experience.

Continuous Training

This stage of the Program allows you to reinforce and deepen the topics and skills that were addressed during the previous stage. Three weekly sessions are held with a duration of twenty-five to thirty minutes each. To plan these sessions, the team responsible for the training of the *Cuates* takes as a reference the results of the evaluations applied during the Initial Training and the information provided by the application of the mediation supervision rubric. Mediation Supervision This strategy consists of those responsible for training observing the performance of the *Cuates* with the support of the mediation supervision rubric, an instrument that develops each of the five competencies at four levels: deficient, basic, intermediate and advanced. The information is uploaded to a digital form that allows indicators to be obtained in the form of graphs to identify strengths and areas of opportunity in a personalized and group way. This information makes it possible to verify that the *Cuates* are gradually developing their competencies as mediators and to attend to any eventuality through immediate feedback and attention to common needs of the *Cuates* team in the Continuous Training sessions.

Mediation Supervision

This strategy consists of those responsible for training observing the performance of the *Cuates* with the support of the mediation supervision rubric, an instrument that develops each of the five competencies at four levels: deficient, basic, intermediate and advanced. The information is uploaded to a digital form that allows indicators to be obtained in the form of graphs to identify strengths and areas of opportunity in a personalized and group way. This information makes it possible to verify that the *Cuates* are gradually developing their competencies as mediators and to attend to any eventuality through immediate feedback and attention to common needs of the *Cuates* team in the Continuous Training sessions. Certification in Mediation At the end of their one-year stay at the Museum, most of the *Cuates* reach the advanced level in the development of their skills as mediators according to the rubric of mediation supervision. Then the process to certify them begins. A diagnostic knowledge assessment is applied and an alignment session to the Competency Standard is given to ensure that the Friends are very clear about what requirements they will have to meet

during their evaluation to be declared competent. They are assigned an evaluator with whom they agree on their evaluation date. Once the assessment is completed, they are given feedback and informed whether or not they managed to get certified. If so, the certificate will be processed and subsequently delivered.

Conclusions

Each museum trains its mediators according to the resources available to it. Unfortunately, it is not always possible to have a team that gives a timely follow-up to the work carried out by mediators. Often this is partly due to the lack of importance given to the mediator's work as the museum's educational representative. This has a negative impact on the quality of the experiences offered to visitors. I believe it is necessary to carry out evaluations on an ongoing basis to verify that mediators are carrying out their work in line with the objectives of the institution in which they collaborate. The Mediation Training and Certification Program is a modest contribution that has allowed us to train, evaluate and certify 200 people who collaborate in museums and other cultural spaces.

References

National Association for Interpretation (2021). www.interpnet.com

Papalote Museo del Niño (2021). Programa Formación en Mediación de la Experiencia, documento rector.

Papalote Museo del Niño (2020). Manual de Capacitación Inicial.

Papalote Museo del Niño (2020). Rúbrica de supervisión de la mediación.

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

José de J. Guridi Colorado, Daily Rodríguez Ramírez³⁷

Contacto: jesusguridi@iteso.mx, daily.rodriguez@iteso.mx

Palabras clave: Com100CIA, comunicación pública de la ciencia, diálogo de saberes, interdisciplina

Resumen. Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una apuesta del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Universidad de inspiración jesuita ubicada en Guadalajara, México. Constituyen un espacio de formación de carácter interdisciplinar, orientado a mejorar las condiciones de vida en una comunidad, a través de la aplicación de saberes socio-profesionales a la resolución de problemas sociales. Los alumnos obtienen una experiencia vivencial, reflexiva y crítica al entrar en contacto directo con la comunidad e impulsar posibles soluciones. Com100CIA es un PAP de Comunicación de la Ciencia, sustentado en una concepción sociocultural de la comunicación y de la ciencia como actividades humanas, sociales y complejas. Atiende el problema de la desconexión de temáticas, metodologías y procesos de producción científicas/académicas con las necesidades concretas de las comunidades marginadas. Sus estudiantes exploran el nexo conocimiento científico-acción social transformadora desde el entendimiento de un contexto específico, mientras desarrollan competencias para la comunicación de la ciencia. En su planteamiento, convergen el diálogo horizontal con la comunidad, propiciado en talleres de prácticas narrativas, y el diálogo de saberes resultado de la interdisciplinariedad y del contacto respetuoso con saberes locales, el método de Com100CIA se ha construido a partir

³⁷ José de J. Guridi Colorado y Daily Rodríguez Ramírez / *Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, ITESO*

de la reflexión y mejora sistemática, convirtiéndose en una experiencia que vale la pena compartir.

De esta manera los estudiantes que se unen al proyecto desde diferentes disciplinas, aprenden a aplicar sus saberes socio-profesionales en torno a un escenario/problema concreto. En sus reflexiones resaltan que el diálogo con la comunidad y la posibilidad de aplicar en su favor sus saberes disciplinares, es una experiencia enriquecedora que dota de sentido su quehacer como universitarios. Además, al hacerlo de manera sistemática, siguiendo y adaptando una metodología específica, comprenden la importancia del diálogo y del método en su actuar profesional.

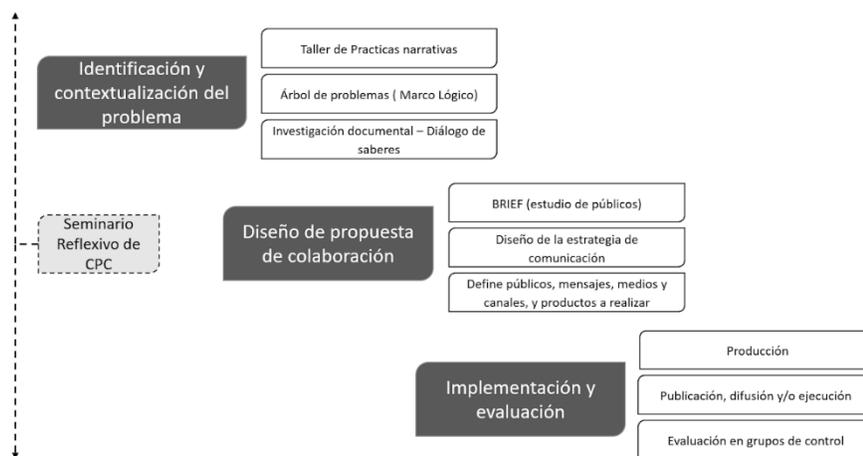
El Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) Com100CIA

Desde 2018, Com100CIA ha trabajado principalmente en tres escenarios/problema. Para cada uno, se articula con proyectos de investigación/acción que guían la comprensión de problemáticas y entornos. En San Pedro Itzicán, comunidad de la cuenca del lago Chapala que sufre de una grave crisis socio-hídrica, trabaja con voluntarias y voluntarios del Centro de Desarrollo Comunitario y con el Grupo transdisciplinario de investigación en comunidades en crisis socio-hídrica (ITESO). En Polanco, colonia al sur de Guadalajara con graves problemas económicos, educativos y de violencia, se articula con el Centro Polanco, un espacio de acción social comunitaria y de servicios socioeducativos coordinado por ITESO. Se articula también con el proyecto “Diagnóstico exploratorio y colaborativo con niñas, niños y adolescentes que viven las consecuencias de la violencia crónica y el consumo de drogas en la ZMG” cuyo escenario es el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

El rol de las contrapartes instaladas en cada escenario, es muy importante para entrar a comunidades que son de difícil acceso, tanto en el ámbito simbólico como en el físico. Proveen caminos seguros y directos a los diferentes grupos comunitarios y permiten el establecimiento, seguimiento y cumplimiento de compromisos y metas concretas que pueden ser evaluadas y ajustadas.

Método Com100CIA: diálogo de saberes, interdisciplinariedad y trabajo comunitario

A través de los años, desde procesos de reflexión sistemática y mejora continua, se ha desarrollado un método de trabajo capaz de adaptarse a problemáticas de distintos ámbitos y contextos, que probó funcionar para estudiantes de diferentes contextos socioculturales y disciplinarios. Tres pilares lo sostienen: Caminar con la *comunidad* de principio a fin, *diálogo entre saberes*, y *planeación estratégica*.



Esquema 1. Método Com100CIA

Seminario reflexivo sobre Comunicación Pública de la Ciencia (CPC)

El seminario acompaña de manera indisoluble el quehacer de los estudiantes en el diseño, la producción y la evaluación de sus productos divulgativos. Es un espacio de discusión e integración que toma como punto de partida referentes teóricos cuyo posicionamiento conceptual y crítico al campo de la CPC, y en función del trabajo de Com100CIA, son material de consulta indispensable para nuestros estudiantes.

Una primera inmersión en *La estructura de las revoluciones científicas* (Kuhn, 1971) y *Una coartada metodológica* (Orozco & González, 2011) provoca un punto de inflexión en las ideas preconcebidas que en muchas ocasiones poseen los estudiantes, pues socava la imagen

positivista de la ciencia, y reconoce que un paradigma de producción de conocimiento científico no es mejor que otro. Los estudiantes reconocen la posibilidad de otorgarle diferentes miradas a una misma problemática, y las implicaciones prácticas y políticas inherentes a cada fenómeno, ganan peso en sus reflexiones.

La revisión conceptual sobre la evolución y aplicabilidad de los modelos de CPC propuesta por Bucchi & Trench (2016), es un insumo para que piensen de manera crítica sobre el modelo que aplican sus productos, sin obviar que en muchas ocasiones el objetivo que se pretende lograr en el público implica la superposición de más de un modelo para conseguirlo. En su texto *Comunicación pública de la ciencia y problemáticas sociales. El comunicador de la ciencia en el trabajo interdisciplinario con grupos vulnerables*, Herrera Lima (2020) señala la necesidad de una práctica de CPC que centre la atención en las problemáticas sociales contemporáneas desde diversas disciplinas, y desde la asunción de diversos roles como comunicadores de la ciencia, es una guía para fortalecer el trabajo en equipo en aras de dar respuesta a una problemática específica desde la comunicación de la ciencia.

En este sentido, a partir de *Públicos de la ciencia y desigualdad social en América Latina* (Polino 2019) y *Las representaciones sociales como sistemas de expectativas* (Cortassa 2012), los estudiantes adquieren herramientas en torno a la conformación de públicos, y reflexionan en torno a la necesidad del diálogo en su práctica comunicativa, y de que los actores que forman parte del proceso de CPC se alejen de posturas cargadas de prejuicios y estereotipos asociados al lugar que ocupan especialistas, comunicadores y públicos dentro de la interacción epistémica. Es importante también el texto de *Marca ciencia* (Páez 2016), que combina elementos provenientes de la comunicación estratégica, la publicidad, y la mercadotecnia, fomentando el pensamiento estratégico en el diseño de las propuestas de los estudiantes, a partir del posicionamiento del conocimiento científico como un aspecto deseable para las comunidades.

Identificación y contextualización del problema

La problemática se determina a través de tres técnicas, cuya contrastación y complementariedad permiten continuar con el cuidado de nuestros fundamentos. Las

prácticas narrativas provocan el diálogo horizontal, la metodología del marco lógico procura el análisis y la planeación estratégica, y el diseño de nuestro reporte de investigación documental incluye y promueve el diálogo entre saberes interdisciplinarios.

Taller de Prácticas narrativas

Las prácticas narrativas son técnicas de la psicología social y se utilizan en intervenciones sociales y comunitarias. Consideran a las personas como expertas en sus propias vidas, ponen al centro a las personas y sus historias de vida, y reconocen que los individuos tienen los recursos necesarios para enfrentar sus problemas y para reescribir sus historias.

En conjunto con los estudiantes, se desarrollan algunos de los cuestionarios (o mapas) de las prácticas narrativas para realizar el primer acercamiento a la comunidad y dialogar a través de técnicas horizontales no invasivas, que reconocen los contextos y creencias de cada persona y las problemáticas a las que se enfrentan en su cotidianidad y en comunidad. Los estudiantes utilizan estas técnicas principalmente como primer contacto con las comunidades, después, a partir de su análisis se diseñan otros elementos.

Marco Lógico

El marco lógico permite someter las decisiones de las y los estudiantes a criterios estratégicos, donde aprenden a medir y contrastar los recursos utilizados contra el impacto de sus acciones. Para la identificación del problema, sus causas y consecuencias, analizan los resultados del taller de prácticas narrativas y trabajan en la elaboración de un *Árbol de problemas*, que contiene causas, problema central y efectos, un *Árbol de objetivos*, que propone medios, objetivo central y fines, y finalmente el *Análisis de involucrados*, a través del cual se analiza el papel que juegan en el problema central.

Es muy importante colocar al centro las prioridades de la comunidad, entendiendo de dos puntos que no podemos alterar en el diseño y ejecución de alternativas para la solución de problemas. El primero es: sólo trabajamos con elementos simbólicos. Nuestro PAP trabaja con la comunicación del conocimiento, pero no significa que sólo busquemos persuadir a

través de la emisión de mensajes, al contrario, se pueden establecer puentes, construir comunidades y transformar condiciones a través del diálogo. El segundo es precisamente: la importancia del diálogo para la comprensión y solución de cualquier problemática. Este diálogo incluye los saberes de distintas disciplinas y de la comunidad.

Investigación documental – Diálogo de saberes

Nuestros estudiantes poseen un acervo de saberes disciplinares que utilizarán para nombrar, comprender y explicar la problemática, la investigación documental es clave en su formación para la intervención respetuosa de las comunidades y el diálogo de saberes. Por ello, en su reporte de investigación documental responden a las siguientes preguntas: a) ¿Desde qué disciplinas se estudia? b) ¿A quiénes afecta o podría afectar? c) ¿Qué es? ¿En qué consiste? d) ¿Qué lo provoca? ¿Cómo se origina? e) ¿Cómo se soluciona? ¿Qué alternativas existen? f) ¿Cuáles son las principales incertidumbres a su alrededor?

Al terminar esta fase y antes de comenzar el diseño de la propuesta de colaboración, corroboran los resultados de su reporte de investigación y completan la información a través de entrevistas semiestructuradas con personas de la comunidad.

Diseño de propuesta de intervención

La práctica de narrativas la utilizamos también para comprender a nuestro público; sus valores, formas de consumo y características útiles para entenderlos como destinatarios de productos comunicativos. Los estudiantes elaboran un BRIEF para concretar este trabajo, que después se concreta en el diseño de una estrategia de comunicación.

El Story Telling es un método para potenciar la transmisión y recepción de un mensaje. Lo organiza en cuatro momentos: contexto, desarrollo, climax y desenlace. Cada uno cumple una función narrativa que aumenta el interés en la misma historia que contiene. Esto permite que los receptores generen sentimientos y emociones que favorecen la apertura y significación de la idea principal. Este método se puede adaptar prácticamente a cualquier producto de comunicación mediante procesos controlados de análisis, selección, preparación, diseño y producción. Dicha información, finalmente organizada en los cuatro momentos del

story telling, se difunde en diversos proyectos y productos que, además de informar, ofrecen un beneficio a las comunidades en las que se presenta y logran apropiarlo.

Durante el semestre, se realizan tres sesiones de acompañamiento a los estudiantes para que profundicen en su conocimiento de método y lo apliquen en sus productos. Esto ha permitido que desarrollen habilidades de síntesis, narrativa lógica, emocionalidad y empatía, que complementan las habilidades desarrolladas durante sus carreras. Así, este PAP se convierte en un espacio profesionalizante para la gestión óptima de la comunicación centrado en las personas destinatarias del mensaje.

Implementación y evaluación

Los PAP se planean anualmente. Sin embargo, nuestro método y la importancia de trabajar en diálogo con las comunidades implican que en algunas ocasiones los objetivos, actividades y productos que realizamos, son imposibles de predecir antes de hablar con la comunidad. A pesar de esta condición de complejidad, la gestión de los recursos para la producción, es un proceso difícil pero indispensable. Semestre tras semestre aprendemos nuevas vías y sistematizamos caminos para la misma. El compromiso de las y los estudiantes es primordial para ello, ya que se realiza en conjunto con los profesores, y en ocasiones por dentro y por fuera de la institución.

La difusión del producto normalmente está pensada en la misma comunidad, ya que los principales destinatarios son el grupo con el cual se conversó desde el inicio. Se realizan también piezas para su difusión en redes, que además de visibilizar la situación de las comunidades, buscan que otros miembros de la comunidad académica o de la comunicación de la ciencia puedan replicar este tipo de experiencias en otros contextos, para colaborar con nuestro propósito de disminuir la brecha entre ciencia y comunidad.

Los proyectos de Com100CIA evalúan el impacto de sus productos mediante grupos de control que suelen ser los mismos individuos del taller de prácticas narrativas. Ya con la estrategia realizada, los alumnos regresan para entrevistar a algunos participantes, para tomar nota de los impactos de la estrategia a partir de los siguientes criterios de evaluación: a)¿Cuál fue el mensaje comprendido? b)¿Fue atractivo el contenido, el formato, la duración? c)¿Qué

elementos cambiarían? d) ¿Qué fue lo que no se comprendió en su totalidad? e)¿Qué fue lo que más les gustó y lo que menos les gustó? f)¿Qué obtienen después de haberlo visto? Contrastan el mensaje declarado y el objetivo propuesto, con la apropiación del mensaje.

El reporte de evaluación de impactos que elaboran nuestros estudiantes les permite desplegar toda su imaginación metodológica pues visualizan los datos a partir de recursos como matrices, gráficos, diagramas y nubes de palabras. El proceso de evaluación es una herramienta invaluable en su profesionalización como comunicadores de la ciencia pues les permite concluir con propuestas de mejoras fundamentadas, fomentando el lugar principal del público, y la relevancia de los procesos interactivos.

A manera de cierre: las experiencias de los estudiantes a su paso por Com100CIA

Como parte del proceso del PAP, los alumnos escriben un reporte semestral, en el que recogen y exponen por escrito, toda la experiencia de los proyectos, desde el diagnóstico, hasta el diseño de las propuestas de mejora, los resultados obtenidos y, como parte esencial, sus propias reflexiones desde los ámbitos social y profesional. Basados en ese reporte, los aprendizajes y reflexiones de las y los integrantes de Com100CIA mencionan que al aprender a aplicar sus saberes socio-profesionales en torno a un escenario/problema concreto, la ciencia deja de ser un proceso individual. Su comunicación no se reduce a la linealidad, sino que se revaloriza la interacción y el diálogo con el público. Reconocer que la desigualdad social también se hace visible en materia de acceso a información científica y tecnológica, implica para las y los estudiantes un proceso de sensibilización ante las realidades que detona la capacidad de ser empáticos y de fomentar la escucha activa y respetuosa para encontrar alternativas enriquecedoras para cada una de las partes implicadas. La retroalimentación que reciben de sus públicos posee una connotación especial, pues consideran que fortalece su compromiso social de servir a quiénes les rodean tras la puesta en común del conocimiento científico que guía su formación profesional.

La experiencia en el proceso de llevar a cabo un trabajo sistemático en que siguieron y adoptaron una metodología específica para realizar productos de calidad profesional, para las y los estudiantes se traduce en la adquisición de herramientas que les preparó para su

desempeño profesional en sus diversas áreas del conocimiento. La habilidad de trabajar en equipos multidisciplinarios, la adquisición de habilidades de gestión y autogestión, liderazgo, resolución de conflictos, y de cooperación mutua, son imprescindibles para llevar a cabo cualquier proyecto.

Como equipo de trabajo, los profesores y asesores de Com100CIA estamos comprometidos con la planeación estratégica y la evaluación. Cuando estas se integran al método, es cuando podemos hablar de reflexión sistemática, que enriquece la experiencia del estudiante y el trabajo con la comunidad. Trabajamos constantemente para acercar la comunidad a la ciencia y la ciencia a la comunidad.

Referencias

Bucchi, M. & Trench, B. (2016). Science Communication and Science in Society: A conceptual review in ten keywords. *Tecnoscienza*, 7(2), 161-168.

Cortassa, C. (2012). Las representaciones sociales como sistemas de expectativas. En, *La ciencia ante el público. Dimensiones epistémicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia*. EUDEBA.

Gómez, O. & González, R. (2011). Paradigmas de producción de conocimientos. En, *Una coartada metodológica* (pp.91-113). Tintable.

Herrera Lima, S. (2020). Comunicación pública de la ciencia y problemáticas sociales. El comunicador de la ciencia en el trabajo interdisciplinario con grupos vulnerables. *Revista Mexicana de Comunicación*, 145.

Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.

Paéz, E. (2016). Marca Ciencia: el posicionamiento social del conocimiento científico. En, S. Herrera Lima, C.E, Orozco Martínez & E. Quijano Tenreiro (Coords.) *Comunicar ciencia en México. Tendencias y Narrativas* (pp.87-107). ITESO.

Polino, C. (2019). Públicos de la ciencia y desigualdad social en América Latina. *JCOM-América Latina* 02(02), A05.

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: uma análise alinhada à perspectiva dos Novos Estudos 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).

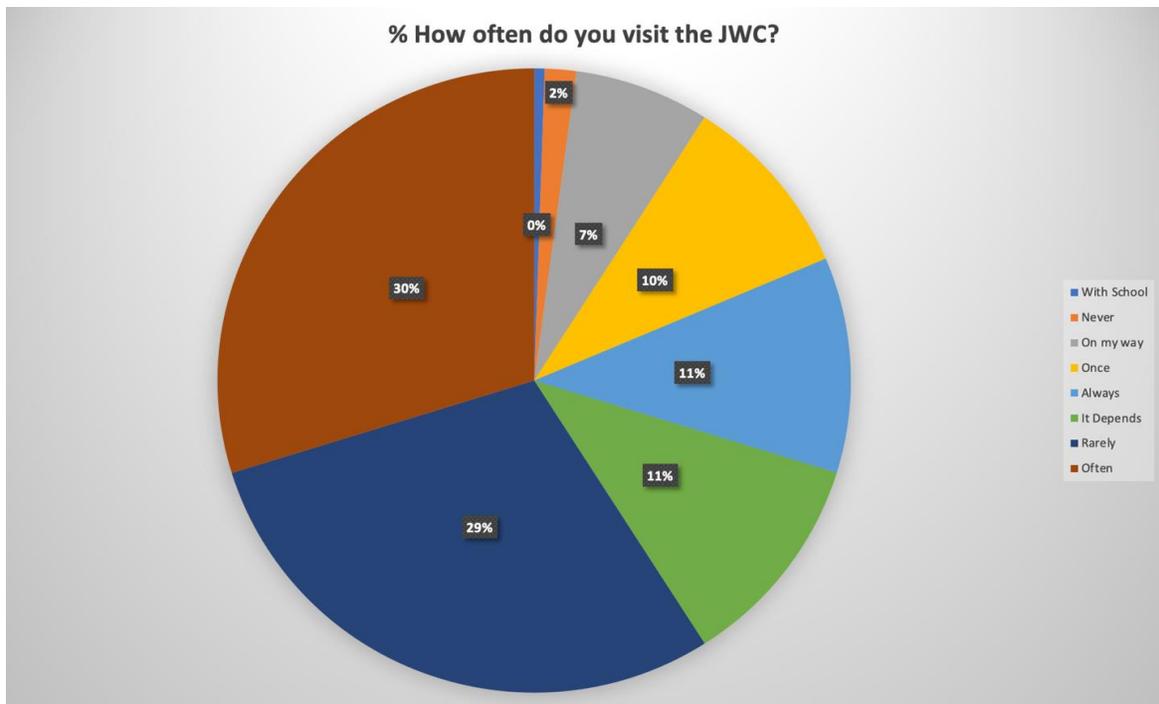


Fig. 1

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/>

Dos pilares y un puente: Conceptos básicos para el diseño de un curso introductorio para formar a comunicadores de la ciencia

Elaine Reynoso-Haynes, Patricia Aguilera Jiménez, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, México⁴¹

Contacto: elareyno@dgdc.unam.mx

Palabras clave: diseño curricular, formación de comunicadores de la ciencia, evaluación, contenido de ciencia y potencial comunicativo.

Resumen. En este trabajo presentamos nuestra propuesta para un módulo introductorio de un curso básico de 120 horas para formar a comunicadores de la ciencia: el Diplomado en Comunicación Pública de la Ciencia (CPC). Nuestro punto de partida para este curso es que los alumnos comprendan que todo producto o actividad para comunicar la ciencia requiere de dos conceptos esenciales, dos pilares: un contenido de ciencia y un potencial comunicativo. El contenido de ciencia es mucho más que información. Dependiendo del tema que se comunica, del medio que se emplea, los objetivos y el público meta, también puede incluir otros aspectos como el contexto social, cultural y político de la ciencia, cómo saben los científicos lo que saben y los valores y criterios de la comunidad científica para validar el conocimiento.

Por otro lado, aunque el contenido científico de un producto de CPC sea impecable, de nada sirve como producto de CPC si no tiene un potencial comunicativo adecuado. Un producto de CPC tiene un potencial comunicativo adecuado cuando es comprensible, atractivo y

⁴¹ Elaine Reynoso-Haynes, Patricia Aguilera Jiménez / Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México

relevante para el público meta en función de las posibilidades del medio y de los formatos que se emplean.

El “puente” entre estos dos pilares, es el proceso de recreación que se hace a partir del discurso de la ciencia. Como resultado de este proceso, el comunicador de la ciencia transforma un fragmento del discurso de la ciencia en algo nuevo que es mucho más que el conocimiento científico “simplificado”. Mediante este proceso, con el fin de crear un producto que sea más accesible para público lego, además de contextualizar lo que se quiere comunicar, se incorporan muchos otros elementos que le son más cercanos, comprensibles y atractivos.

En este módulo damos un panorama general de la CPC, las discusiones actuales y su situación como campo profesional. Afirmamos que para hacer la CPC de manera profesional, es indispensable conocer muy bien a los dos pilares que proponemos y cómo ocurre el proceso de recreación. Aplicamos estos conceptos al análisis de varios ejemplos de CPC empleando la propuesta de los doce indicadores de calidad para la comunicación de la ciencia desarrollada por el grupo Quest (Olesk, et al., 2021) la cual se adapta perfectamente a nuestra propuesta. Los siguientes módulos del diplomado ofrecen a los alumnos las herramientas teóricas y metodológicas para hacer productos y actividades de CPC de manera fundamentada y con calidad.

Introducción

La Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desempeña varias actividades para comunicar la ciencia a distintos públicos a través de sus dos museos UNIVERSUM y el Museo de la Luz; la revista ¿Cómo Ves?, programas de televisión y radio; el internet, obras de teatro, espectáculos, talleres de ciencia para niños y eventos masivos. También realiza actividades académicas como la investigación en comunicación pública de la ciencia (CPC) y la formación de comunicadores de la ciencia.

En el rubro de la formación de comunicadores de la ciencia, personal de la DGDC participa en diferentes licenciaturas y posgrados como docentes y directores de tesis de grado. Desde

el 2003, la DGDC es entidad participante del Posgrado de Filosofía de la Ciencia, junto con otras dependencias como la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Investigaciones Filosóficas. Este posgrado tiene varias líneas terminales, una de ellas es la comunicación de la ciencia. Este posgrado forma a investigadores en el campo de la CPC, más no practicantes. Como parte de la oferta de educación continua de la UNAM, la DGDC (a través de su Dirección de Formación e Investigación) diseña e imparte diplomados, cursos y talleres cuya finalidad es formar a comunicadores de la ciencia capaces de ejercer esta labor de manera profesional. El programa más emblemático en este rubro es el Diplomado en Comunicación Pública de la Ciencia.

Diplomado en Comunicación Pública de la Ciencia.

En el año 1995, el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC) antecesor de la actual DGDC, ofreció por primera vez el Diplomado en Divulgación de la Ciencia. Este diplomado, con una duración de 240 horas, ofrecía las herramientas teóricas y metodológicas requeridas para ejercer la divulgación de la ciencia y se impartió anualmente en 23 ocasiones. Este diplomado fue continuamente evaluado y actualizado con el fin de incorporar los avances en el campo y para satisfacer las necesidades profesionales de los alumnos. Durante esos años, también se impartieron varios diplomados foráneos para diferentes instituciones, los cuales fueron diseñados para el contexto particular de la dependencia que lo solicitaba. Sin embargo, debido a los cambios en el campo de la CPC, la incorporación de nuevos medios de comunicación, las nuevas plataformas y las estrategias comunicativas; así como los nuevos perfiles profesionales de los comunicadores de la ciencia, se tomó la decisión de llevar a cabo una evaluación radical del Diplomado en Divulgación de la Ciencia con el fin de hacer una reestructuración de la oferta de educación continua para formar a comunicadores de la ciencia profesionales con un diplomado básico que ofrecieran los elementos y herramientas esenciales requeridas para ejercer esta actividad, así como una variedad de diplomados y cursos especializados adicionales para complementar su formación. Fue así como surgió el Diplomado en Comunicación Pública de la Ciencia (DCPC) que se impartió por primera vez de manera virtual debido a la pandemia por Covid 19 durante los años 2021 y 2022. En el 2023, se ofreció la segunda edición del DCPC de

manera presencial, en el cual se incorporaron las recomendaciones que surgieron de la evaluación del diplomado virtual.

Este segundo diplomado en comunicación pública de la ciencia, cuyo objetivo fue ofrecer los conceptos y herramientas fundamentales para ejercer profesionalmente la CPC se ofreció de manera presencial y tuvo una duración de 120 horas distribuidas en 5 módulos. En este trabajo se presentan las bases del primer módulo.

Módulo introductorio del DCPC.

Nuestro punto de partida para este módulo es que los alumnos (participantes) comprendan que todo producto o actividad para comunicar la ciencia requiere de dos ingredientes esenciales, dos pilares: a) un contenido de ciencia y b) un potencial o valor comunicativo adecuado para los destinatarios (Figura 1). El puente para ir del contenido de ciencia, que se basa en el discurso de la ciencia, a un producto o actividad con un discurso más adecuado y accesible para el destinatario, es lo que Ana María Sánchez (2002:306) define como el proceso de recreación.

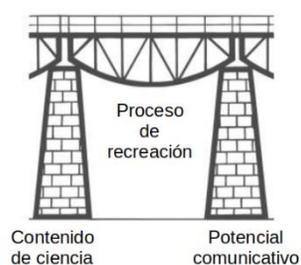


Figura 1. Ingredientes esenciales para el desarrollo de productos de CPC: contenido de ciencia y potencial comunicativo

El contenido de ciencia es mucho más que información y datos. Dependiendo del tema que se comunica, del medio que se emplea, los objetivos y el público meta, puede incluir aspectos como: el contexto social, cultural y político de la ciencia, cómo saben los científicos lo que

saben, qué argumentos emplearon para llegar a las conclusiones a las que llegaron y los valores y criterios que utiliza la comunidad científica para validar el conocimiento. Es esencial que este conocimiento sea veraz, oportuno y confiable.

Sin embargo, de nada sirve como producto de CPC si no tiene un potencial y un valor comunicativo adecuado para el destinatario. Un producto o actividad de CPC tiene un potencial y valor comunicativo adecuado cuando es comprensible, atractivo y relevante para el público meta. El “puente” entre los dos pilares de cualquier producto o actividad de CPC es el proceso de recreación de la ciencia.

A través de este proceso de recreación del conocimiento científico. el comunicador de la ciencia transforma un fragmento del discurso de la ciencia en “algo” nuevo que es mucho más que el conocimiento científico “simplificado” con el fin de crear un producto que tenga un potencial y valor comunicativo más accesible para el público lego. Para alcanzar este valor comunicativo, a partir de determinados objetivos y mensajes, debe emplear una narrativa apropiada tomando en cuenta varios factores que dependen del tema, de los destinatarios y del medio que se empleará. En cuanto al tema, la decisión sobre qué decir, qué no decir, cómo decirlo y para qué, depende de los objetivos y mensajes que se quieren comunicar. Estos aspectos dependerán a su vez de los destinatarios potenciales y es en función de éstos que se realizarán los cambios y ajustes requeridos para lograr una buena comunicación. El contexto social y cultural, así como aspectos demográficos de los futuros destinatarios son importantes como los son también sus conocimientos previos, intereses, preocupaciones y las dificultades para comprender el tema. Además de buscar que lo que se quiere comunicar sea comprensible y accesible, a través de la narrativa se deberá buscar que sea atractivo para los futuros destinatarios incorporando elementos que le son cercanos y cotidianos, empleando temas de moda, el humor, aspectos de otras áreas del conocimiento, la cultura popular y el arte por mencionar algunas. Por último, se requiere un uso adecuado del medio de comunicación, considerando sus alcances, limitaciones y posibilidades.

Problemas y obstáculos para no alcanzar el potencial comunicativo.

Existen varios problemas y obstáculos que se tienen que tomar en cuenta para alcanzar el potencial comunicativo, los cuales se mencionarán brevemente.

- . El uso del lenguaje. La ciencia emplea varios términos como: fuerza, trabajo, potencia, foco y energía con un significado muy específico y medible. Sin embargo, estas palabras tienen un significado muy distinto y generalmente poco definido en el lenguaje cotidiano. El uso de estas palabras “cotidianas” desde un contexto científico se prestan a mucha confusión y problemas para la comprensión.
- . La escala. Existe dificultad para comprender eventos que están muy alejados de nuestra escala humana, ya sea a nivel temporal o espacial. La dificultad de representar la escala o las escalas relativas entre objetos y acontecimientos puede llevar a muchos errores de interpretación.
- . Ideas previas que no coinciden con las ideas científicas y que están muy arraigadas debido a que éstas parecen contradecir nuestra experiencia cotidiana, creencias que son incompatibles con las explicaciones científicas o comunicaciones previas deficientes.
- . El proceso de “simplificación”. Puede ocurrir que en aras de presentar una explicación “simplificada” se omita información que es fundamental para comprender el tema y el resultado es un error en la interpretación por parte del destinatario.

Es recomendable conocer estos aspectos de los destinatarios para planear y diseñar los productos de CPC ya que son el punto de partida para el desarrollo de los mismos con el fin de alcanzar un buen potencial comunicativo.

Contenido de ciencia + Potencial Comunicativo

Los dos elementos esenciales para los productos de CPC, el contenido de ciencia y el potencial comunicativo, son medibles antes, durante y después del desarrollo del producto o la actividad de CPC. Estas mediciones sirven para planear, desarrollar, mejorar, evaluar y

aprender. La Propuesta de QUEST (Quality and Effectiveness in Science and Technology) para la definición de criterios de calidad en CPC (Olesk, A., et.al. , 2021) ofrece herramientas y pautas para mejorar la efectividad del diálogo entre ciencia y el público y son aplicables al desarrollo y a la evaluación de los productos y actividades de CPC. Esta propuesta se conforma de doce indicadores de calidad para la CPC clasificados en tres categorías, cada una con cuatro indicadores:

- Confiabilidad y rigor científico (Trustworthiness and scientific rigour). Los cuatro indicadores que integran esta categoría se puede emplear para evaluar el contenido de ciencia de los productos y actividades de CPC.
- Presentación y estilo (Presentation and style). Los cuatro indicadores de esta categoría se pueden emplear para analizar y evaluar el proceso de recreación.
- Conexión con la sociedad (Connection with society). Los indicadores de esta categoría sirven para evaluar el potencial comunicativo.

Conclusiones.

El esquema conceptual y metodológico presentados en este trabajo fue el punto de partida para el primer módulo del Diplomado en Comunicación Pública de la Ciencia, considerándolos los elementos esenciales para comunicar la ciencia. En los siguientes módulos, se les ofreció a los alumnos herramientas y conceptos para el desarrollo de productos de CPC con el propósito de ejercer la comunicación pública de la ciencia de manera profesional. En los módulos siguientes se mostró a los participantes de manera profunda los marcos conceptuales para saber identificar los discursos de la ciencia para identificar las ideas que serán transformadas en productos con un potencial comunicativo ad hoc. De esta manera los participantes obtuvieron herramientas que se convirtieron en habilidades para ejercer profesionalmente la CPC al desarrollar productos con calidad.

Bibliografía

Olesk, A., Renser, B., Bell, L., Fornetti, A., Franks, S., Mannino, I., Roche, J., Schmidt, A. L., Schofield, B., Villa, R. and Zollo, F. (2021). Quality indicators for science communication: results from a collaborative concept mapping exercise JCOM 20(03), A06. <https://doi.org/10.22323/2.20030206>

Sánchez Mora, Ana María (2002). “Bestiario de los divulgadores”. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*, DGDC, UNAM, México, pp. 302-306.

Monólogo y Stand up científico como herramientas para la divulgación de la ciencia

Héctor Alejandro Osorio Romero⁴²

Contacto: divulgacienciamexpue@gmail.com

Palabras clave: divulgación, ciencia, monólogo, stand up, discursos

Resumen. La creatividad en la construcción de un discurso divulgativo pragmático, apelativo y desencadenante es intrínseca, no obstante, incluso los procesos creativos en el arte, tienen metodologías específicas según sea el caso del producto a generar. Desde hace varios años en Hispanoamérica, han surgido distintas agrupaciones que experimentan con el discurso oral mediante formatos disruptivos para la divulgación, encaminados a lograr una comunicación de la ciencia diversa e incluyente que permita hablar de forma clara y contundente, condensando el rigor científico en un lenguaje accesible, para audiencias no habituadas a temas científicos. El monólogo y el stand up son dos de estas herramientas poderosas de argumentación, que pueden colaborar en la apropiación pública del conocimiento, sin embargo, en México se carece de una guía desde las artes escénicas profesionales para la estructuración de dichos formatos con base en fundamentos específicos.

De ahí que surja la imperiosa necesidad de articular sistémicamente saberes de distintas disciplinas en la generación de un diseño esquematizado que contribuya a la escritura de monólogos y stand up científicos. Partiendo de lo anterior, se expondrá el proceso de esta investigación cuyo propósito consistió en la elaboración de una guía para la escritura de discursos de comunicación de la ciencia que se adapten a diferentes contextos, momentos y situaciones con el formato de monólogo y stand up científicos. Misma que será publicada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla en el transcurso de los próximos

⁴² Héctor Alejandro Osorio Romero / *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Divulgaciencia México*

meses. Para ello, se empleó un enfoque de estudio exploratorio con una metodología interdisciplinaria, como una propuesta de formación y profesionalización de divulgadores.

Cabe resaltar que parte del proyecto de investigación consistió en implementar esta guía para la sistematización de la Muestra Internacional de Monólogos y Stand Up científicos, llevada a cabo con y para estudiantes universitarios de entre 18 y 30 años de la Universidad Señor de Sipán, el 17 de noviembre del 2023 en Chiclayo, Perú. El mismo sentido, todo el proyecto es parte de la investigación del autor para la Especialidad en Comunicación Pública de la Ciencia en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cuya intención es que pueda ser utilizada por divulgadores interesados en emplear estas estrategias orales para talleres, conferencias y charlas informales, así como por docentes que busquen un modelo de apoyo pedagógico para el fortalecimiento en áreas STEAM en sus clases.

Introducción

La presente investigación se desarrolló a partir del paradigma epistemológico propuesto por Ana María Sánchez Mora, quien en el libro “Antología de la divulgación de la ciencia en México” (2022), publicado por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, define a la Comunicación de la Ciencia como “una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a diversos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible” (p. 306).

Ahora bien, actualmente están emergiendo diversas formas de discursos orales para la divulgación de la ciencia y tecnología, dejando a un lado las charlas informales, conferencias magistrales y las obras de teatro. Los discursos escénicos que más destacan son el monólogo lúdico científico y el stand up para la divulgación, debido a los recursos de composición escénica son los mínimos indispensables para la creación de la ficción. Es decir, los requerimientos técnicos y de producción no requieren de una escenografía compleja, equipo de cómputo, o un espacio escénico en específico, lo cual facilita la itinerancia de estos espectáculos escénicos.

Como consecuencia de la experimentación con dichas propuestas, han surgido en Hispanoamérica distintas agrupaciones que trabajan con estos formatos, destacando Bardo científico en Uruguay, Big Van Ciencia en España, Eureka en Chile, Homo-Nolugus en Colombia, Poper stand up científico en Argentina y Ciência em Cena de Brasil. En México, si bien existen algunos acercamientos prácticos a estos formatos por personas del ámbito científico o intérpretes sin formación especializada en divulgación de la ciencia, no dejan de ser exploraciones que carecen de una estructura dramática y una metodología para su puesta en escena. La falta de una técnica imposibilita la creación y exploración de dichas propuestas, por otras personas interesadas en estos formatos.

Mientras que en México se carece de una guía que al menos sugiera algunos puntos clave para la creación de estos formatos, en otras partes de Hispanoamérica, como es el caso de España, se han creado cursos especializados en la creación de monólogos lúdicos. A pesar de que también están basados en experiencias empíricas sobre el escenario, comienzan a estandarizarse, permitiendo la existencia de eventos de divulgación de talla mundial, como es el caso del “Famelab”. Este certamen internacional de monólogos científicos se celebra cada año desde el 2013, es organizado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y el British Council, en colaboración de la Obra Social La Caixa, el cual, a su vez, es una extensión del Cheltenham Science Festival del Reino Unido que se lleva a cabo desde el 2005.

Con base en lo anterior, este proyecto de investigación creó una estructura dramática que, en primera instancia, propone una serie de particularidades para diferenciar claramente al stand up científico del monólogo científico. Ambos términos están contenidos en la guía metodológica que se creó desde las artes escénicas profesionales, para su implementación en la Muestra Internacional de Monólogos y Stand up científicos y posterior sistematización, posibilitando que este tipo de discursos se puedan reproducir y multiplicar por otras personas interesadas en replicar este medio de comunicación de la ciencia.

Antecedentes

La Muestra Internacional de Monólogos y Stand Up Científicos (MIMSC) es un evento organizado por Divulgaciencia México, empresa independiente y autogestiva quien, desde su creación en 2010 a la fecha, ha explorado con diversas propuestas pedagógicas, técnicas, formas y lenguajes inter y transdisciplinarios. Su meta es promover el pensamiento crítico, así como la reflexión profunda a través de una experiencia participativa y significativa.

Sobre la una guía elaborada para su implementación en la MIMSC, contempló ejercicios prácticos de trabajo con la voz, el cuerpo y la presencia escénica, además de realizar ejercicios creativos para afianzar competencias de escritura, creatividad y desarrollo de ideas, con la finalidad de impulsar capacidades, destrezas y cualidades que permitieran guiar la atención del espectador durante la narrativa divulgativa.

Respecto a la sistematización de la MIMSC, se consideró desde la organización, coordinación y evaluación, por lo que el diseño de investigación de campo tuvo un enfoque de estudio cualitativo dado que el trabajo se efectúa en campo en un 90%, además de un estudio de carácter documental para complementar los resultados, en un 10%, considerando los aprendizajes obtenidos en la Especialidad en Comunicación de la Ciencia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Aunado a lo anterior, la información es de fuentes primarias, obtenida mediante la observación de un problema, y en este caso, la propuesta de solución mediante un estudio de caso (el evento de la MIMSC). Por otro lado, es de tipo descriptivo al exponer las características del fenómeno, y al emplear variables que permitan su análisis.

Metodología

De forma general, la estructura de esta investigación se llevó a cabo en cuatro grandes bloques de trabajo. El primero consistió en una investigación bibliográfica de textos de dramaturgia textual para la escritura de estos formatos; posteriormente, entrevistas a agrupaciones de Hispanoamérica que formalmente se dedican a divulgar de manera exclusiva en estos formatos, y finalmente la indagación documental respecto a las técnicas para la presentación de un monólogo lúdico científico o stand up científico para la divulgación.

El segundo se enfocó en la articulación sistemática y la aplicación de una guía metodológica, con base en un diseño esquematizado que, mediante técnicas, estrategias y herramientas específicas, posibilitaran la creación de discursos de esta naturaleza, por otras personas interesadas en dichos formatos.

El tercer bloque consideró la propuesta y aplicación de una rúbrica de evaluación, así como un análisis interno que permita encontrar áreas de oportunidad para generar mejores propuestas de divulgación oral, de manera que puedan adaptarse a diferentes contextos, momentos y situaciones. Finalmente, el cuarto bloque se enfocó en la recopilación de datos de la MIMSC desde el 2019 al 2023.

Desarrollo

La investigación documental sobre el panorama actual estuvo orientada específicamente a la estructura dramática para escritura de discursos lúdicos como monólogos y stand up científicos en Hispanoamérica. Esta investigación se complementó con entrevistas a agrupaciones que se dedican a divulgar exclusivamente en estos formatos.

A partir de la investigación documental, se propuso una clasificación de estilos para este tipo de manifestaciones escénicas, considerando que, desde su concepción, tuvieran una finalidad divulgativa, dividiéndose en cuatro estilos de interpretación:

Prácticas escénicas. Es una actividad escénica dirigida por una/un director de teatro profesional quien, después de una exhaustiva preparación profesional en el terreno de la divulgación, crea un espectáculo que puede o no tener conflicto. Su finalidad es entretener y/o hacer disfrutar o sufrir al espectador, a través de dinámicas lúdicas o provocadoras que van a interpelar al imaginario del que observa, apelando a sus emociones o al estímulo de sus sentidos. Deja una reflexión respecto a algún tipo de valor social.

Ejercicios escénicos. Es todo trabajo coordinado o interpretado por personas que, sin ser creadores escénicos profesionales, tienen un interés informal por las artes

escénicas, a tal punto de crear proyectos escénicos cuyo fin no es artístico, pero sí didáctico y/o formativo, ya sea para las/los ejecutantes, las/los espectadores o para ambos.

Acercamientos al arte teatral. Son dinámicas para la experimentación de las artes escénicas en interrelación con el campo de las ciencias. Estas presentaciones son producidas por personas del ámbito científico o por creadores escénicos, quienes no necesariamente tienen una formación profesional en la divulgación. Estas demostraciones teatralizadas tienen fines puramente educativos. Dado que en su mayoría están diseñadas para público infantil, su impacto está focalizado en generar experiencias sensoriales que manejen sentimientos positivos.

Exploraciones empíricas. Son producciones *amateurs* que, de forma empírica, crean montajes escénicos a manera de práctica divulgativa, para contar la historia de algún personaje o presentar la explicación de algún fenómeno, ley, término, objeto de estudio, etc. En varias ocasiones, estas presentaciones forman parte, o están alineadas, a un programa académico o a un mapa curricular escolar en la educación formal, lo cual conlleva la obtención de un valor numérico que refleja la participación dentro de dicha actividad.

Una vez planteado lo anterior, este proyecto se enfocó en los ejercicios escénicos. Enseguida, se analizaron los conceptos de monólogo desde las artes escénicas, para generar una propuesta de definición de monólogo científico y stand up científico, sus características y objetivos, así como las diferencias entre ambos discursos.

- De ahora en adelante, se entenderá al stand up científico como un discurso entretenido, presentado por una sola persona, quien habla de múltiples contenidos científicos mediante historias cortas, encadenadas por unidades lúdicas/BEATS (premisa + adecuación semántica + remate/punchline + ritmo/timing). Mismo que se escribe a partir de opiniones, observaciones y/o anécdotas (reales o ficticias) del intérprete, y se representa mediante acciones físicas. Su finalidad es hacer reír mediante una rutina cómica que hable de temas científicos.

- Por su parte, un monólogo científico es un discurso teatral presentado por una sola persona, quien interpreta a un personaje y a su vicio de carácter. Se escribe a partir de reflexiones, con el objetivo de propiciar preguntas. Su finalidad es el fomento al pensamiento lógico mediante la crítica social. Cabe resaltar que no está privado del uso del humor, no obstante, no es indispensable.

Establecido lo anterior, y partiendo de los procesos que el autor ha empleado de manera práctica y pionera desde el 2019 a la fecha, se elaboró una metodología para la creación de monólogos y stand up científicos. Para efectos de esta investigación, se tomó como estudio de caso la implementación de la guía con estudiantes universitarios de entre 18 y 30 años de la Universidad Señor de Sipán (USS), Chiclayo, Perú.

Se impartió un taller presencial de 40 horas para la escritura de estos discursos, mismos que fueron presentados de manera presencial el 17 de noviembre del 2023 para el cierre de la “Semana de la Ciencia, Innovación y Divulgación Científica” y “Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación USS”. Estos discursos tuvieron tanto una rúbrica de evaluación externa que fue calificada por personas especializadas, así como un análisis interno mediante el paradigma de Lasswell.

Conclusiones

En el trabajo de investigación que se publicará derivado de la Especialidad en Comunicación de la Ciencia de la BUAP, se podrá encontrar con mayor detalle los resultados de la sistematización de la MISMC. No obstante, a manera de reflexión, una de las aspiraciones de este proceso de investigación consistió en analizar las experiencias respecto al proceso de reconfiguración de las prácticas divulgativas no convencionales que contribuyen a reducir la brecha entre la ciencia y la sociedad, distinguiendo las diferencias metodológicas entre los formatos de Monólogo científico y Stand Up para la divulgación. Además, buscó abrir un espacio para conocer diversas manifestaciones y experiencias en la divulgación, con énfasis

en los beneficios sociales del Monólogo y Stand up científico como herramientas para la divulgación de la ciencia.

El resultado fue el perfeccionamiento de una serie de herramientas, técnicas y estrategias empleadas en el diseño de la MIMSC, un proyecto pionero a nivel nacional, en México, que brinda la oportunidad de encontrarse con la curiosidad por nuevos conocimientos, mediante las artes escénicas, donde se reconoce el enorme potencial de las prácticas divulgativas no convencionales.

Vale la pena resaltar que el objetivo de la MIMSC es ofrecer un certamen diseñado para motivar a quienes se dedican a la ciencia, a participar activamente en la divulgación de sus áreas de trabajo, con el fin de fomentar la apropiación del conocimiento mediante nuevas vías de acercamiento a la sociedad, al tiempo de generar una estrategia de captación de nuevos públicos. En resumen, la sistematización de la Muestra Internacional de Monólogos y Stand Up científicos contribuye en la organización, coordinación y ejecución de un evento que condensa el rigor científico en un lenguaje accesible, para audiencias no habitadas a temas especializados.

Referencias

Bardo científico; Arredondo, D. (2023). ¿Qué es Bardo Científico? Recuperado el 15 de septiembre de 2023 de <https://bardocientifico.com/>

Big Van científicos sobre ruedas (s.f.). Dossier. Recuperado el 08 de septiembre de 2023 de https://drive.google.com/file/d/1uWPksm7614aCNCd9i6GK9rZ6X9iLoXK_/view

British Council (2024). FameLab. Recuperado el 04 de abril de 2024 de <https://www.britishcouncil.es/programas/ciencia/famelab>

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, CONCYTEC (2023). Semana de la Ciencia, Innovación y Divulgación Científica en la Universidad Señor de Sipán.

Recuperado el 10 de mayo de 2024 de <https://www.peruconciencia.pe/novedades/semana-de-la-ciencia-innovacion-y-divulgacion-cientifica-en-la-universidad-senor-de-sipan/>

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (s. f.). Monólogos científicos. Recuperado el 20 de agosto de 2023 de <https://www.fecyt.es/es/tematica/monologos-cientificos>

Parque Explora (2023). Participa en el 10º concurso de monólogos científicos. Recuperado el 08 de abril de 2024 de <https://www.parqueexplora.org/participa-en-el-10-concurso-de-monologos-cientificos>

Plataforma digital única del Estado Peruano (2021). I encuentro internacional de monólogos científicos. Recuperado el 5 de noviembre de <https://www.gob.pe/institucion/unjbg/noticias/801818-i-encuentro-internacional-de-monologos-cientificos>

Projeto Ciênica (2017). Sobre. Recuperado el 05 de abril de 2024 de <https://www.projetcienica.com.br/sobre>

Proyectos Wikimedia (2023). Poper Stand Up Científico. Recuperado el 10 de octubre de https://es.wikipedia.org/wiki/Popper_Stand_Up_Cient%C3%ADfico

Sánchez-Mora, A. M. (2002). Bestiario de los divulgadores. En: Tonda, J.; Sánchez-Mora, A. y Chávez, N. Antología de la divulgación de la ciencia en México. México: DGDC, UNAM. p.138-151. México: DGDC, UNAM p.302-306.

Enfrentando el desafío de evaluar objetivamente las Ferias de Ciencias para promover la Cultura Científica

Vanessa Martínez Sosa, Ivon Alejandra Soria Castillo, Yonatan Gaona Robles⁴³

Contacto: vmartinez.coecyt@coecytcoahuila.gob.mx

Palabras clave: ferias de ciencia, pensamiento científico, concursos, proyectos

Resumen. Este trabajo presentará de forma sintética ejemplos de las Ferias de Ciencias. Estos programas de fomento al pensamiento científico son concursos de proyectos científicos y tecnológicos y, en algunos casos, incluyen también actividades de emprendimiento e innovación social. Dependiendo de la convocatoria, pueden participar por categorías estudiantes de nivel básico, medio o superior, quienes presentan sus proyectos e investigaciones ante los evaluadores. En México hay diferentes concursos y ferias, algunos ejemplos de ellos son las organizadas por:

- Los subsistemas educativos de nivel medio y superior.
- Los organismos estatales de ciencia y tecnología.
- Organismos de la sociedad civil con y sin fines de lucro.

La diversidad de ferias puede verse como una competencia entre ellas, pero es también una oportunidad para que los estudiantes enfrenten diferentes sistemas de exposición y tipos de evaluación.

⁴³ Vanessa Martínez Sosa, Ivon Alejandra Soria Castillo, Yonatan Gaona Robles / *COECYT Coahuila*

Introducción

Este análisis se presenta desde la experiencia de llevar a cabo de forma anual tres Ferias de Ciencias diferentes desde el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila. Estos programas son los siguientes:

Feria de Ciencias y Creatividad: está dirigida a estudiantes coahuilenses de 4°, 5° y 6° de educación primaria y de los tres grados de secundaria. Su objetivo es que los participantes logren un aprendizaje vivencial y significativo, mediante su participación en un concurso de proyectos creativos de enfoque científico, tecnológico y ciudadano que respondan a los problemas de su entorno, para desarrollar competencias científicas y tecnológicas, con el énfasis en el enfoque de la indagación (COECYT Coahuila, 2024). Una particularidad importante de esta convocatoria es que incluye categorías para alumnos de educación especial.

Feria de Ciencias e Ingenierías Coahuila: esta convocatoria se dirige a estudiantes de preparatoria y universidad de Coahuila. El objetivo es que los participantes desarrollen competencias científicas, tecnológicas y de innovación, con el énfasis en el enfoque de la indagación, el aprendizaje vivencial y significativo a través de proyectos, enfocados a dar respuesta a las necesidades y problemáticas de su entorno (COECYT Coahuila, 2023). Es una de las Ferias estatales más grandes de México en relación al número de proyectos que participan con un promedio anual de 200 equipos desde que se creó en 2015.

Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías: esta feria se creó en 2022 y es convocada por la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A.C. (REDNACECYT), a través de la Comisión de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, que coordina el COECYT Coahuila. Tiene como objetivo impulsar la investigación científica y tecnológica entre los jóvenes en los diferentes sistemas educativos de México, así como fomentar las vocaciones científicas (REDNACECYT, 2023). En este programa participan hasta seis equipos representantes de las entidades federativas, tres de nivel preparatoria y tres de nivel universitario. Cada entidad elige a los proyectos que tendrán el privilegio de representar a sus estados al haber ganado las ferias de ciencias en su entidad. Participan en promedio anualmente 100 proyectos de 20 de las 32 entidades federativas de México.

¿Qué aprenden los estudiantes al participar en las Ferias de Ciencias?

A través de proyectos enfocados a dar respuesta a las necesidades y problemáticas de su entorno, los estudiantes logran desarrollar competencias científicas, tecnológicas y de innovación. También logran un aprendizaje vivencial y significativo con énfasis en el enfoque de la indagación.

A continuación, se enlistan como ejemplo algunas de las competencias que desarrollan los participantes en las *Ferias de Ciencias*:

- Desarrollo pensamiento científico.
- Desarrollo de pensamiento crítico.
- Desarrollo de pensamiento lógico – matemático.
- Desarrollo de competencias de comunicación.
- Desarrollo de competencias de colaboración.
- Desarrollo de creatividad e inventiva.

De igual forma, se mencionan algunos elementos del aprendizaje transversal que son adquiridos al realizar las investigaciones para presentar proyectos en las *Ferias de Ciencias*:

- Se vinculan los aprendizajes teóricos con la solución de problemas.
- Conocimiento del mundo natural y social.
- Los participantes tienen una imagen más real de la actividad científica.
- Dan la oportunidad a niños y jóvenes de salir de su entorno geográfico, social y emocional.

Otros aspectos muy importantes que adquieren los estudiantes incluyen el desarrollo de habilidades intrapersonales, entendidas como la capacidad de establecer relaciones con otras personas y habilidades interpersonales, que implican el conocimiento y aceptación de uno mismo (Junta de Andalucía, 2020). Estas características se enlistan a continuación:

Habilidades Intrapersonales:

- Autoconocimiento
- Autonomía
- Autodisciplina
- Automotivación
- Autocontrol
- Fijar metas
- Reflexión

Habilidades Interpersonales:

- Atención y escucha activa
- Comunicación
- Asertividad
- Confianza
- Negociación
- Empatía
- Liderazgo

¿Cómo podemos analizar las Ferias de Ciencias?

En este apartado se presentarán ejemplos de los formatos para analizar las Ferias de Ciencia con el objetivo de realizar mejoras en la logística, organización y seguimiento de los participantes.

Datos estadísticos a nivel descriptivo:

- Número de participantes.

- Número de instituciones educativas.
- Número de proyectos registrados por año.
- Número de solicitudes de propiedad industrial.
- Participación por género.
- Cobertura de municipios, regiones o entidades.
- Áreas del conocimiento con más proyectos.

Evaluación de las Ferias, como programas y como evento

- Se hace a través de encuestas anónimas aplicadas a participantes y los asesores.
- Hasta el momento, se han medido solamente a nivel descriptivo.

A través de estadística inferencial

- Para hacer predicciones o inferencias a partir de observaciones y el análisis de una muestra.
- Nos permite tener información para explicar una situación o fenómeno.

Técnicas cualitativas

Hay muchas formas de obtener información sobre la experiencia de los estudiantes utilizando datos cualitativos, por ejemplo:

- Grupos de discusión.
- Investigación documental.
- Observaciones de campo.
- Fenomenología.
- Análisis del discurso.

¿Cómo se evalúan los proyectos presentados en las Ferias?

Los diferentes programas de Ferias de Ciencias tienen rúbricas de evaluación establecidas que dan seguimiento a sus objetivos particulares y a la filosofía del organismo que los propone.

En el siguiente apartado se mencionan aspectos clave que se recomienda considerar para realizar una correcta evaluación de proyectos en las Ferias de Ciencias:

Ser claros desde la convocatoria en todos los aspectos del proceso de evaluación, definiendo puntualmente:

- **Qué** aspectos se evalúan (criterios y/o rúbricas)
- **Cómo** será la evaluación (etapas del proceso)
- **Cuándo** (fechas, horarios, grupos)
- **Dónde** (presencial: en qué lugar, virtual: sincrónico o asincrónico)
- **Quién** evalúa (perfiles de los evaluadores)

El diseño de las rúbricas se realiza en base a lo que se quiere impulsar, y esto puede ser:

- **Aprendizajes esperados:** teóricos, prácticos y de procesos.
- **Competencias:** creatividad, comunicación, pensamiento crítico, colaboración.
- **Habilidades:** intrapersonales e interpersonales.

El grupo de evaluadores es clave para que el proceso sea de calidad, en un esquema justo y objetivo. Es importante considerar el tiempo y esfuerzo para realizar correctamente:

- Reclutamiento
- Retroalimentación
- Capacitación
- Selección

A manera de conclusión, se presentan recomendaciones para integrar el cuerpo de evaluadores de forma que puedan fortalecer las Ferias y contribuyan con retroalimentación positiva a los participantes para guiarlos y motivarlos a continuar realizando proyectos de investigación e innovación.

- **Grupos de edad:** personas de diferentes generaciones, tienen diferentes visiones y aportaciones.
- **Equidad de género:** en lo posible buscar igual número de hombres y mujeres.
- **Credibilidad:** la reputación de una Feria recae en la veracidad y objetividad de los evaluadores.
- **Habilidades interpersonales:** atención y escucha activa, asertividad, empatía.

Referencias

COECYT Coahuila. (19 de marzo de 2024). *Feria de Ciencias y Creatividad*. Obtenido de <https://coecytcoahuila.gob.mx/feria-de-ciencias-y-creatividad-2024/>

COECYT Coahuila. (06 de marzo de 2023). *Convocatoria Feria de Ciencias e Ingenierías*. Obtenido de <https://coecytcoahuila.gob.mx/feria-mexicana-de-ciencias-e-ingenierias-coahuila-2023/>

Junta de Andalucía. (2020). *La inteligencia emocional*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/1500/1507/html/webfilosofia/intrusa/inteligemoion.htm#:~:text=Inteligencia%20Interpersonal%3A%20Implica%20la%20capacidad,relacionados%2C%20como%20autoconfianza%>

REDNACECYT. (05 de octubre de 2023). *Convocatoria FEMECCI 2024*. Obtenido de <https://femeci.mx/wp-content/uploads/2023/11/Convocatoria-FEMECCI-2024.pdf>

Al rescate del planeta: recopilación de experiencias sobre la implementación de una propuesta de apoyo pedagógico para la acción climática

Alma Griselda Pinillo Flores⁴⁴

Contacto: alrescatedelplaneta1@gmail.com

Palabras clave: cambio climático, infancia, juventud, educación informal

Resumen. El cambio climático es uno de los grandes retos de la humanidad, debido a las graves consecuencias que ocasiona, conforme a los informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En ese sentido, de acuerdo con la UNICEF, las niñas y niños resultan en uno de los sectores de mayor vulnerabilidad ante la crisis climática, debido a sus condiciones físicas y fisiológicas. Por tal motivo, el proyecto “Al rescate del Planeta” propone una serie de estrategias para abordar esta problemática, en términos accesibles a audiencias infantiles y juveniles.

Una de estas estrategias es un *show taller* que presenta una mezcla de ambientes educativos didácticos que estimulan valores como la empatía, la justicia y la honestidad, mediante actividades enfocadas a despertar la curiosidad por nuevos conocimientos, al tiempo de divertir y motivar el interés por la literatura ambiental. De esta manera, se impulsan comportamientos y actitudes de respeto, responsabilidad y compromiso por el cuidado de la naturaleza.

Esta estrategia se vio reflejada en el texto “Al rescate del Planeta: Propuesta de apoyo pedagógico en educación informal para la acción climática”, publicado en el volumen 2 del

⁴⁴ Alma Griselda Pinillo Flores / *Divulgaciencia México*

libro “Formas incluyentes para entender y divulgar la ciencia” editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.

Asimismo, se creó un monólogo de divulgación de la ciencia llamado “Noti-climático”, que fue presentado en un certamen internacional de monólogos científicos en formato virtual llamado 1er Encuentro Internacional de Monólogos Científicos BIOEST, en Perú. Fue el discurso ganador de esta muestra, mismo que más adelante repercutiría en la creación de una estrategia para la promoción y divulgación de la ciencia en diversos grupos poblacionales. Finalmente, una versión extendida de dicho monólogo fue publicada en el libro “Carta a Yuri. Antología de Textos de Divulgación” del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

Introducción

Los recientes informes sobre cambio climático del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) exponen que el aumento de la temperatura global de 1,1°C ha generado cambios en el sistema climático sin precedentes en la historia de la humanidad, y los impactos en los ecosistemas y las personas se han identificado más severos de lo esperado, por lo que se prevé un aumento en los riesgos futuros. En ese sentido, las medidas de adaptación disponibles y comprobadas pueden generar resiliencia a los riesgos climáticos, además de tener otros beneficios de desarrollo sostenible (IPCC, 2023).

Por otro lado, en 2019, durante la COP25 (Conferencia de las Partes de la Comisión Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, COP por sus siglas en inglés), celebrada en Madrid, España, se firmó la Declaración sobre los Niños, Niñas, Jóvenes y la Acción Climática, la cual busca garantizar la inclusión de niñas, niños y juventudes en las políticas de acción climática, desde los procesos de toma de decisiones (UNICEF, 2019).

Bajo ese contexto, se instaura el proyecto “Al rescate del Planeta”, como una propuesta de apoyo pedagógico en educación informal que busca fomentar la sensibilización para la protección del ambiente y el clima mediante las artes escénicas, con el fin de promover acciones de mitigación y adaptación que pueden implementarse en el día a día. Cabe destacar

que se empleó el texto dramático homónimo de Hector Alejandro Osorio Romero, para su presentación.

Debido a la pandemia ocasionada por la COVID-19, esta propuesta pasó por un proceso de adaptación para el formato virtual, así como la escritura de un monólogo científico dirigido a juventudes, con la finalidad de continuar comunicando el mensaje de acción climática, desde los formatos que se proponen en el artículo inédito “Monólogo y Stand up científico como herramientas para la divulgación de la ciencia”, de Héctor Alejandro Osorio Romero, publicado también en estas memorias.

“Al rescate del Planeta” como propuesta de apoyo pedagógico

Este *show taller* originalmente se encontraba dirigido a infantes entre 6 y 12 años en modalidad presencial, en donde, mediante una historia de dos viajeros, títeres que simbolizan a los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, vapor de agua, ozono troposférico y dióxido de nitrógeno) y experimentos, se explica qué es el cambio climático, sus causas y consecuencias. Además, se proponen acciones cotidianas para hacer frente a esta problemática ambiental, con apoyo de escenografía, vestuario y material didáctico.



Ilustración 1. Escenografía para una intervención en el municipio de Puebla, Puebla, México

Su estructura contiene la propuesta de apoyo pedagógico, la cual es posible visualizar de forma general en la ilustración 2. Cabe mencionar que una versión detallada de dicha propuesta se encuentra disponible en el libro “Formas Incluyentes para entender y divulgar la ciencia” Volumen 2 “Estrategias para la promoción y divulgación de la ciencia en diversos grupos poblaciones”, publicado por la misma autora, como parte de una convocatoria del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP) (p. 237-253).



Ilustración 2. Estructura general

De 2018 a 2019, este proyecto fue presentado de manera presencial los siguientes espacios:

- “Campamento Científico” del Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo (CITNOVA), México.
- Programa “Baños de Ciencia” del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), Atlixco, Puebla, México.
- Coloquio de Ingeniería Ambiental de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Ambiental (SMIAAC AC), San Martín Texmelucan, Puebla, México.
- Programa “Cuentos de la Tierra” de la Dirección de Medio Ambiente adscrita a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad del Municipio de Puebla, Puebla, México.
- Instituciones educativas del Estado de Puebla de nivel básico.

Asimismo, fue parte del proceso de certificación del “Programa de Embajadores Ciudadanos Agenda 2030-2019”, promovido por la organización peruana *The Millennials Movement* en alianza estratégica con Proyecto Everyone a través de su iniciativa *The Worlds Largest Lesson*, la Campaña de Acción para los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas y el Grupo Principal de Jóvenes y Niños de Naciones Unidas (UNMGCY), lo que implicó presentaciones con la Universidad Veracruzana ubicada en Xalapa, Veracruz, y con el Centro Universitario de Participación Social de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ambos en México.



Ilustración 3. Presentación en Xalapa, Veracruz, México

Sin embargo, debido a la pandemia causada por la COVID-19, se realizaron adecuaciones al proyecto en formato virtual. Para ello, el contenido se dividió en cuatro sesiones de una hora cada una abordando en los dos primeros bloques lo concerniente a gases de efecto invernadero, en la sesión tres la explicación del efecto invernadero y el calentamiento global, y finalmente, en el cuarto bloque abordar al cambio climático, consecuencias y acciones cotidianas. Dicho trabajo fue presentado en el “Verano Científico TAKATSI” del CONCYTEP, incorporando, a su vez, el enfoque de pensamiento STEAM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

Monólogo científico “Noti-climático”

Por otro lado, y debido a la necesidad de compartir este tipo de conocimientos con personas jóvenes, se adaptó el texto dramático “Al rescate del Planeta” de Hector Alejandro Osorio Romero para la creación de un monólogo científico titulado “Noti-climático”. Fue presentado de manera virtual en el 1er Encuentro Internacional de Monólogos Científicos BIOEST Perú, obteniendo el Primer Lugar en dicho certamen, durante junio de 2021.

Posteriormente, se realizaron otras participaciones virtuales en distintas actividades de divulgación científica y festivales. A raíz de ello, se recibió una invitación por parte de la Universidad Veracruzana para presentarlo y exponer el proceso de creación de dicho monólogo, en el ciclo de “Narraciones Científicas Chiwiná”, durante el mes de septiembre de 2021, en formato presencial.

Durante 2022, se trabajó una adaptación de dicho monólogo para tener una versión más extensa, que incorporara distintas estrategias de escritura creativa, provenientes de un taller homónimo impartido por Divulgaciencia México. Este escrito se encuentra en el libro “Carta a Yuri. Antología de textos de divulgación” del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (p. 28-31). Finalmente, en 2024, nuevamente se presentó en formato presencial como parte del programa “Es Ciencia” de TV BUAP.

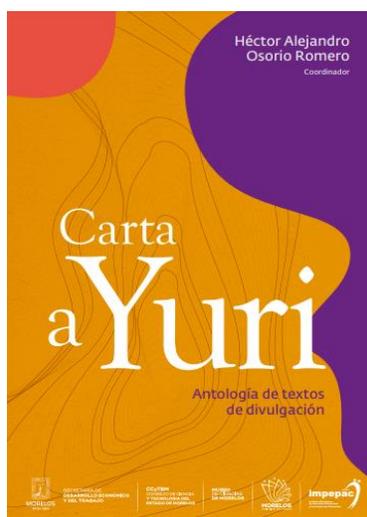


Ilustración 4. Portada del libro “Carta a Yuri. Antología de textos de divulgación” donde se encuentra publicado el monólogo científico “Noti-climático”.

Reflexiones

Actualmente, el proceso de investigación se continúa desarrollando con el fin de sistematizar un modelo que incorpore las estrategias exploradas e implementadas de 2018 a 2023, para focalizar en un estudio de caso. Lo anterior, servirá de base para el protocolo de investigación del Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; además de presentar avances preliminares en el “IX Congreso Internacional de Comunicación Estratégica, Inspirar para crear, Crear para inspirar” de la Universidad de Medellín, Colombia, donde ha sido aceptada la ponencia “Al rescate del Planeta: Comunicación del cambio climático para comunidades infantojuveniles”.

Finalmente, se resalta de importancia de promover la acción climática en jóvenes audiencias, partiendo de estructuras pedagógicas, y en este caso de artes escénicas, que permitan generar espacios de sensibilización para la protección del clima, conforme a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015). En el mismo orden de ideas, es fundamental destacar la necesidad del trabajo colaborativo e interdisciplinario, ya que, en todo el proceso de desarrollo de estrategias, se ha contado con la colaboración de un profesional de las artes escénicas, lo que ha permitido generar experiencias en comunicación de la ciencia.

Referencias

IPCC (2023). La acción climática urgente puede garantizar un futuro habitable para todos.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_es.pdf

Naciones Unidas. (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

[es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/)

Pinillo, A. (2022). Noti-climático en *Carta a Yuri. Antología de textos de divulgación*,

Osorio, H (editor). Pp. 28-31. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

https://ccytem.morelos.gob.mx/sites/ccytem.morelos.gob.mx/files/Carta_Yuri_pliegos.pdf

Pinillo, A. (2022). Al rescate del Planeta: Propuesta de apoyo pedagógico en educación informal para la acción climática en *Formas incluyentes para entender y divulgar la*

ciencia. Volumen 2: Estrategias para la promoción y divulgación de la ciencia en diversos grupos poblacionales (pp. 237-253). Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla. <https://concytep.gob.mx/?r3d=formas-incluyentes-para-entender-y-divulgar-la-ciencia-volumen-2-estrategias-para-la-promocion-y-divulgacion-de-la-ciencia-en-diversos-grupos-poblacionales#4>

UNICEF (2019). COP25: Declaración sobre los Niños, Niñas, Jóvenes y la Acción Climática. <https://www.voicesofyouth.org/es/campa%C3%B1a/cop25-declaracion-sobre-los-ninos-ninas-jovenes-y-la-accion-climatica>

UNICEF (s.f.). Cambio Climático. <https://www.unicef.org/lac/cambio-climatico#:~:text=Los%20ni%C3%B1os%20y%20ni%C3%B1as%20son,tormentas%20y%20olas%20de%20calor.>

Fomentar la formación de comunicadores de la ciencia en las comunidades indígenas

Libia Elena Barajas Mariscal, Roberto Lorenzo Rueda⁴⁵

Contacto: lbaraj@dgdc.unam.mx, gestoreschiapanecos@gmail.com

Palabras clave: lenguas originarias, comunicación de la ciencia, formación de divulgadores, radio, cápsulas de ciencia.

Resumen. La Organización de las Naciones Unidas dedica el decenio del 2022 al 2023 a las lenguas indígenas. En México se ha generalizado denominarlas lenguas originarias. Cuanta certeza guarda el poema de Miguel León Portilla (1926-2019), del de que se desprende la frase: “Cuando muere una lengua... la humanidad se empobrece”. Es necesario hacer todo lo posible no solo por preservar, sino enriquecer, que florezcan en todos los ámbitos las lenguas originarias, incluyendo por supuesto la ciencia.

Admirables esfuerzos se han realizado para que se generen productos de comunicación de la ciencia en lenguas indígenas. La colaboración de los traductores es fundamental para ello, y en el desarrollo de cualquier material de comunicación se han implementado estrategias que los involucran, aunque aún es imperioso tomar en consideración aspectos de su realidad cotidiana para diseñar programas más realistas y estables, como son, que su lengua materna no sea la de la mayoría de la población de la región, o el país donde habitan; que sus entornos geográficos sean de difícil acceso, incluso para la tecnología de la información a distancia, como el internet; que padezcan de altos índices de desplazamientos forzosos, de riesgos por violencia; o que sean muy vulnerables ante los desastres naturales.

⁴⁵ Libia Elena Barajas Mariscal / *Universidad Nacional Autónoma de México*; Roberto Lorenzo Rueda / *DGCPIyU Chiapas*

Presentamos un esfuerzo conjunto, entre instituciones, traductores de lenguas originarias y especialistas en comunicación y en ciencia, a partir del cual se generan, principalmente, cápsulas de radio de divulgación científica en lenguas indígenas.

Introducción

El centralismo, la omisión, deliberada o no, hacia la periferia ha sido objeto de estudio por parte de la Academia, cuando Immanuel Wallerstein (1930-2019), en su obra *El moderno sistema mundial* (1970), ofrece un novedoso sistema teórico interpretativo de la realidad en el que no existen “primeros” o “terceros” mundos, sino uno sólo en redes complejas. Desde esta posición se pondera la necesidad de la anulación de los centros y de las periferias, para buscar la equidad en todos los sentidos. Aunado a lo anterior lo que también se ha desarrollado ampliamente, afortunadamente por académicos de gran talla, es la teoría de la descolonización. Entre sus fundadores, George Balandier (1920-2016), en su libro *Teoría de la descolonización*, expone el rechazo que hacía las minorías tienen los de la “metrópoli”, es decir los del centro, pero a su vez cómo aquellos, los de la periferia, también rechazan a las mayorías de la metrópoli. Si bien estas dos situaciones las muestra como parte de la naturaleza de las sociedades, creemos que no sólo podemos, sino que debemos promover un acercamiento entre todas las mujeres y hombres, de periferia y de centro, de periferia y periferia, de centro y centro, un acercamiento sin etiquetas que evite un enfrentamiento fratricida hacia el cual parece que se encamina la humanidad.

La ciencia como objeto de cohesión entre los distintos grupos humanos, del centro y de la periferia, es un adecuado vehículo, incluso entre las más diversas culturas y lenguas, ya que, si bien, la realidad podría no ser concebida, y por lo tanto, nombrada de igual manera, la curiosidad, el raciocinio, el pensamiento lógico y finalmente el deseo de explicar el mundo que nos rodea es intrínseco a todo ser humano, quienes, abiertos al diálogo respetuoso, podemos no sólo compartirlo, sino ampliarlo y propiciar por medio de ello el enriquecimiento de los individuos y de las comunidades.

Primera parte

La presente ponencia esboza básicamente lo que se ha realizado en Chiapas, que se encuentra al sur de México, tiene frontera con Guatemala. Los productos que se han derivado de estas actividades han sido destinados principalmente a la radio, cápsulas radiofónicas con contenidos científicos en lenguas originarias mexicanas.

Consideramos que una de las maneras más apropiadas para hacer posible la producción de productos que comuniquen ciencia al público es a través de la comprometida labor de grupos inter, trans y multidisciplinares. Se identifican los objetos de estudio, conceptos y estrategias que cada campo de conocimiento aporta, para el ámbito de la comunicación de la ciencia, como son: el conocimiento científico, la comunicación y la insustituible experiencia de quienes crean contenidos para los medios de comunicación, con énfasis en el medio que se decida utilizar. La experiencia que compartiremos en esta presentación inició en 2014, con la realización del primer Curso-taller “Organización y operación de oficinas de información pública científica para institutos de investigación científica”.

Los talleres que iniciaron en 2014, tienen una base teórica que se ha mantenido en todas las actividades realizadas hasta 2019, antes del inicio de la pandemia por COVID-19. La estructura contempla tres aspectos. Primero el proceso de aprendizaje, visto a partir de la teoría formulada por Kurt Lewin, en la que se expone que “el aprendizaje representa un cambio en la estructura cognoscitiva, o en la manera de percibir acontecimientos y darles significado” (Taba, 1991, p.115). La estructura cognoscitiva de un individuo se transforma a partir de su propio entorno, y en ello se incluyen percepciones y motivaciones. El cambio en esta estructura estará determinado por la asimilación de nuevas maneras de percibir e interpretar acontecimientos. También interviene la noción de “nivel de aspiración”, esto es, la situación futura que desea el individuo, lo cual que él mismo desconocerá si no se le presentan los factores de una situación aspiracional fuera de su contexto. El segundo es el enfoque por competencias, porque a través de estrategias adecuadas es posible que los individuos integren pensamientos y acciones congruentes con fines productivos específicos, esto es vincular “el currículo con la sociedad y la educación con el trabajo [...] Sin lugar a dudas, la formación bajo el enfoque de competencias puede dotar a las personas de buenas herramientas para describir, argumentar, proponer y para desempeñarse en procesos

productivos e investigativos de modo eficiente y eficaz [...] (Maldonado, 2013, p. 6). Y, finalmente, un tercer aspecto es la “competencia científica”, de acuerdo a los marcos conceptuales que ha desarrollado la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) para la implementación del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), en la que se expone una organización completa del dominio del conocimiento científico, en el que interviene el contexto, las competencias, los conocimientos y las actitudes con relación a la ciencia; pero no para formar investigadores o especialistas en ciencia, sino el conocimiento científico necesario para consolidar los cimientos de una adecuada cultura científica, tanto de cada persona, como de grupos de personas. La OCDE, en ese marco afirma: “La cultura científica importa tanto a nivel nacional como internacional, ya que la humanidad se enfrenta a importantes desafíos, como el suministro de agua y alimentos suficientes y de calidad, el control de enfermedades, la generación de suficiente energía y la adaptación al cambio climático [...] esto no significa convertir a todos en expertos científicos, pero sí habilitarlos a desempeñar un papel instruido en la toma de decisiones que afectan a su entorno y comprender a grandes rasgos las implicaciones sociales de los debates entre expertos (OCDE-PISA, 2017, p. 7).

De 2014 a 2016 se llevaron a cabo capacitaciones que consideraban desde aspectos tan básicos como: ¿qué es la ciencia?, ejes para la comunicación de la ciencia, sobre todo a partir de la redacción; así como consideraciones estratégicas para la generación de contenidos para distintos medios, como los audiovisuales y los escritos. En estos programas se contó con la participación de especialistas en cada campo correspondiente, como Mónica Genis Chimal, Martín Bonfil Olivera, Pedro Sierra Romero y Rolando Ísita Tornell.

En el año 2016, con el “Diplomado en Divulgación de la Científica con especialidad en medios”, de 120 horas de duración, validado por la Universidad Autónoma de Chiapas, con el consistente grupo de participantes que acreditaron uno o todos programas de capacitación dictados en los dos años anteriores, se integró una sólida masa crítica de recursos humanos, fundamentales para que cualquier proyecto llegue a buen puerto. Además, en este diplomado en particular participaron personal de instancias como la Secretaría de Salud de Chiapas, el Consejo de Ciencia y Tecnología de ese Estado y del Sistema chiapaneco de radio, televisión y cinematografía, entre otros.

Segunda parte

En 2016, a partir de los recursos que la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, SOMEDICYT, gestionó ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se llevó a cabo el primer taller de producción de cápsulas radiofónicas de divulgación científica. Fue la primera experiencia concreta en la cual se incorporaron traductores expertos en dos lenguas originarias: tsotsil y zoque. Colaboró entonces como traductor Roberto Lorenzo Rueda, cuya lengua materna es el zoque, y entonces estaba en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH, que fue la institución que generosamente acogió y nutrió esta iniciativa.

Un aspecto que consideramos fundamental es que el punto de partida de la selección y planeación del desarrollo de todos los contenidos a producir es lo que cada grupo o localidad hablante de una lengua originaria proponga. Ellos son el punto de partida, el eje, siempre. Por ejemplo, una de las primeras cápsulas radiofónicas generadas fue sobre la estufa solar, que se estaba incorporando en algunas comunidades rurales para sustituir el uso de la leña para cocinar, lo cual generaba a la postre problema de salud, principalmente en las mujeres.

Entre 2017 y 2018 se sumaron más lenguas, y se produjeron 24 cápsulas radiofónicas en tsotsil, tzeltal, zoque, chol y maya. Además, todas las cápsulas también incluyen su versión en español.

El punto de partida de todas las actividades fue mantener como objeto de cohesión a la ciencia misma, la ciencia como la conceptualizó Luis Estrada Martínez, fundador y director del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, precursor de la actual Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Decía que: “La ciencia es el conocimiento del Universo. Podría decirse del mundo en que vivimos. Debe notarse que el Universo es todo lo perceptible, la colección de objetos y fenómenos de que nos podemos percatar. Hay muchas maneras de saber, y lo que caracteriza a la ciencia es el procedimiento que sigue para conocer.” Julia Tagüeña Parga, reconocida divulgadora de la ciencia, explicó en torno a ello que: “La ciencia puede considerarse como un conocimiento del universo al que pertenecemos. Un conocimiento, porque no es el único. Claro, es el único que sigue una metodología, es comprobable, evidentemente es en el que creemos, pero no es el único. Esa modestia frente a la verdad, frente a la naturaleza, es también un elemento muy importante

de la visión de la ciencia... (la ciencia) tiene un contenido social, profundamente humanista [...] (Tagüeña, 2010).

Tercera parte

En el año 2019 se consolidaron las condiciones para que se realizan 24 cápsulas de divulgación científica en siete lenguas originarias, incluyendo dos de Sonora, del norte de México, seri y yaqui; y una de Michoacán, del centro del país, el purépecha. Todos traductores viajaron a Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y se integraron a científicos y comunicadores para compartirnos sus conocimientos y prestarnos sus voces.

El proceso en líneas generales inicia semanas, incluso meses, antes de que todos se reúnan presencialmente. La primera parte es a distancia. Se identifican los contactos en las comunidades de lenguas originarias en las que pueda ser susceptible contar con colaboración; una vez establecida la comunicación, se establecen y acuerdan los temas que se abordarán, que, por lo general, operativamente, es deseable que sean temas comunes a todos quienes participarán. Se contacta a los especialistas en los temas elegidos y con los comunicadores se estructura un primigenio guion sobre cada tema. Dicho guion se envía a los traductores. Una vez que los traductores hacen una primera versión de traducción del guion que recibieron, se inicia la retroalimentación general, se afinarán los detalles en la actividad presencial.

En la segunda parte del proceso, ya en modalidad presencial, se apuntalan, para todos los participantes las líneas generales, en sesiones muy ejecutivas y prácticas; los conceptos básicos con relación a los contenidos científicos, a la divulgación de la ciencia y a sus medios, en específico a la radio. Cuando se tienen las bases, para todos los participantes, los traductores afinan sus propuestas de guion; acuerdan una única propuesta por lengua, la dialogan con especialistas en ciencia y con quienes saben de radio, y producción de radio de divulgación científica. Del consenso y aprobación de los guiones se pasa a las cabinas de radio. En el dialogar y compartir conocimientos, la vida misma, entre unos y otros, se establecen más que lazos académicos, de amistad y de compromiso por una labor conjunta.

Las cápsulas que se han generado son de acceso libre, y se encuentran en un espacio dentro del sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, SOMEDICYT. Las cápsulas, además de que se bajan de internet, se han distribuido y transmitido en radiodifusoras comunitarias, e incluso vía teléfono celular, por whatsapp.

<https://somedicyt.org.mx/divulgacion/surciencia>

También se generaron, entre 2023 y 2024, con el apoyo de algunos de los mismos traductores que ya habían participado en la producción de cápsulas radiofónicas, la elaboración de videos e infografías con contenidos sobre los eclipses que serían visibles en México, gracias al apoyo del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, INAOE, y al Instituto de Astronomía de la UNAM.

<https://eclipsesmexico.mx/eclipses-mexico/inclusion/>

Antes de finalizar, se subraya que en la producción de los contenidos de ciencia en lenguas originarias, sobre todo en 2019 y en la realización de materiales para el eclipse, se hizo todo lo posible para implementar los medios administrativos y pagar la encomiable labor que cada uno de los traductores realiza. Se gestionó que fuera lo más posible en cuanto a monto, y que los medios para recibirlo fuera sencillo; cuestión que, al menos en México, en ocasiones se omite o se minimiza.

Referencias

Balandier, George, *Teoría de la descolonización*, Buenos Aires, 1973, Editorial Tiempo Contemporáneo, 261 p.

Estrada, Luis, *La ciencia, una parte de la cultura*, (sin fecha).

https://www.luisestrada.net/resources/LE-DC_020.pdf (13 de diciembre de 2023)

Maldonado García, Miguel Ángel, *Currículo con enfoque de competencias*, ECOE Ediciones, Bogotá, 2013, 214 p.

PISA. OCDE. *Competencia científica. I. Marco y análisis de los ítems*. 2017. 290 p.

https://isei-ivei.euskadi.eus/c/document_library/get_file?uuid=35e2983a-7b45-4fb3-943d-b5d8dc459b4a&groupId=635622 (13 de diciembre de 2023).

Taba, Hilda, *Elaboración del currículo*, Ediciones Troquel, Buenos Aires, 1991, 662 p.

Tagüena, Julia, *La ciencia y su divulgación. Homenaje a Luis Estrada*, jueves 22 de abril de 2010, auditorio de la Academia Mexicana de Ciencias. Palabras de apertura. Tomado de la grabación.

Wallerstein, Immanuel, *El moderno sistema mundial*, 1970, 56 p.

http://www.abertzalekomunista.net/images/Liburu_PDF/Internacionales/Wallerstein_Immanuel/El_moderno_sistema_mundial-K.pdf (13 de diciembre de 2023).

Comunicación de la ciencia y derechos humanos

Gabriela Frías-Villegas, Kathia Elisa García-Gómez, Alejandro Guzmán-Vendrell, Irvin Alberto Mendoza-Hernández, Ricardo Tránsito-Santos y Fabiola Vázquez-Quiroz⁴⁶

Contacto: gabriela.frias@humanidades.unam.mx

Palabras clave: comunicación de la ciencia, derechos humanos, comunidades vulnerables

Resumen. Desde 1948, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha enfatizado la importancia de que todas las personas tengan acceso y participen en la vida cultural y científica de su comunidad, como se establece en el Artículo 27 de la Declaración Universal de Derechos Humanos. El modelo de déficit en la comunicación de la ciencia, que a menudo se centra en promover los beneficios de la ciencia, ha sido cuestionado, y ha surgido la necesidad de evaluar si este enfoque puede fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Basándonos en un análisis desde diferentes perspectivas, combinando teoría y práctica en el campo de la comunicación de la ciencia en un seminario en la Universidad Nacional Autónoma de México, llevamos a cabo una investigación teórica e interdisciplinaria. Proponemos un enfoque basado en el uso de herramientas de antropología, sociología, filosofía e historia para considerar la comunicación de la ciencia desde una perspectiva que enfatiza los derechos humanos. Vemos la comunicación de la ciencia como un medio para reconocer, promover y defender el derecho humano a la ciencia.

Hemos analizado casos prácticos que involucran a comunidades vulnerables en diferentes partes de México. Estos incluyen el estudio de poblaciones afectadas por el establecimiento de un proyecto tecnocientífico en el estado de Puebla; el enfoque etnográfico para estudiar el caso de los habitantes de Chalcatzingo, Morelos, su relación con un sitio arqueológico

⁴⁶ Gabriela Frías-Villegas, Kathia Elisa García-Gómez, Alejandro Guzmán-Vendrell, Irvin Alberto Mendoza-Hernández, Ricardo Tránsito-Santos y Fabiola Vázquez-Quiroz / *Universidad Nacional Autónoma de México*

cercano y la importancia de reconectar con sus raíces históricas y su identidad étnica; el desarrollo de estrategias de comunicación pública en programas sociales para establecer la participación pública en decisiones tecnocientíficas en la Ciudad de México, y acciones colaborativas creadas con usuarios de opioides para generar estrategias de comunicación de la ciencia relacionadas con los riesgos asociados con estas sustancias en Tijuana, Baja California.

A partir de estos casos, proponemos nuevas estrategias que promuevan el diálogo horizontal y la cocreación de acciones que involucren equitativamente a todas las partes interesadas. Estas estrategias se basan en un enfoque integral que combina los derechos humanos, la interdisciplinariedad y la participación equitativa, con el objetivo de promover una comprensión más completa y la toma de decisiones informadas en la sociedad contemporánea.

Introducción

Durante un seminario informal con estudiantes del Posgrado en Filosofía de la Ciencia de la UNAM, al que decidimos bautizar como *Seminario Punk de Comunicación de la Ciencia*, analizamos, desde el punto de vista teórico, diferentes casos de estudio en los que los integrantes del seminario habían participado realizando acciones prácticas de comunicación de la ciencia. En todos los casos que analizamos, los miembros del seminario trabajaron de manera presencial con comunidades en situaciones vulnerables, que habían sido vulneradas de diferentes maneras. Debido a la complejidad de las problemáticas de dichas comunidades, pronto nos percatamos de que las herramientas teóricas de comunicación de la ciencia que se habían desarrollado para tratar casos generales no eran adecuadas para analizar las situaciones con las que estábamos trabajando. Por ello, proponemos un enfoque basado en el uso de herramientas de antropología, sociología, filosofía e historia para considerar la comunicación de la ciencia desde una perspectiva que enfatiza los derechos humanos. Vemos la comunicación de la ciencia como un medio para reconocer, promover y defender el derecho humano a la ciencia.

El derecho humano a la ciencia y a la comunicación de la ciencia

El derecho a la ciencia es un campo poco explorado a pesar de que se planteó en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1945. Los grandes avances en el ámbito científico han hecho cada vez más clara la necesidad de una discusión no solo ética, sino también jurídica y técnico científico sobre los procesos, efectos, razones y medios por los que se hace ciencia. Una de esas discusiones es precisamente derecho humano a la ciencia.

Desde 1945, dicho derecho se fue perfeccionando en el ámbito jurídico internacional a través del artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos; y artículo 15, párrafo 1), inciso b) del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, que posteriormente también se abundó con diversas recomendaciones generales, como la OG-25, en donde se especifica que todas y todos tenemos el derecho a participar en el progreso científico y en las decisiones relativas a su dirección. Del mismo modo que en el contexto internacional, en México se ha discutido poco sobre el establecimiento de las obligaciones del Estado sobre este derecho humano. La reforma al artículo 3° de la Constitución federal representó un primer impulso para materializar de manera clara el derecho humano a la ciencia. No obstante, todavía es un paso inacabado. Resulta fundamental tomar en consideración lo establecido por Farida Shaheed, Relatora Especial sobre los derechos culturales de Naciones Unidas, en el Informe A/HRC/20/26 (Shaheed, 2013), donde establece cuatro dimensiones de lo que debemos entender como derecho a la ciencia:

a) **el acceso de toda persona, sin discriminación**, a los beneficios de la ciencia y sus aplicaciones, incluido el conocimiento científico en general y no sólo a resultados o aplicaciones particulares, lo cual significa eliminar los obstáculos de iure y de facto;

b) **oportunidades para toda persona de contribuir a la actividad científica y la libertad indispensable para la investigación científica**, lo que significa asegurar que la actividad científica se mantenga libre de interferencias políticas o de otro tipo y al mismo tiempo el máximo nivel de garantías éticas de las profesiones científicas; a su vez, implica el derecho a comunicar libremente los resultados, publicarlos y darles publicidad sin censura y sin consideración de fronteras; respetarse y protegerse el derecho de los científicos de formar asociaciones profesionales y asociarse a ellas, incluido el derecho de salir de su país y de

regresar a él; así como respetar la autonomía de las instituciones de educación superior y la libertad de profesores y estudiantes.

c) **la participación de individuos y comunidades en la adopción de decisiones y el derecho conexo a la información**, en la adopción de decisiones sobre la ciencia debe tomarse en cuenta: a) la obligación de proteger a todas las personas, incluidas las poblaciones vulnerables, como pueblos indígenas, contra las consecuencias negativas de los ensayos científicos o las aplicaciones de la ciencia; y b) asegurar que se hagan investigaciones científicas sobre asuntos importantes, incluidos los que son importantes para los más vulnerables. Las decisiones sobre financiación y prioridades de investigación, política de ciencia, campos de investigación emergentes y nuevas aplicaciones tecnológicas deben tomarse mediante un proceso participativo, lo que implica garantizar el ejercicio del derecho de acceso a la información de conocimiento científico de la población en general, y

d) **el fomento de un entorno favorable a la conservación, desarrollo y difusión de la ciencia y la tecnología**, requiere determinar y proteger los conocimientos, productos e instrumentos científicos, incluso literatura, bases de datos, muestras y equipos. Esto implica en general la adopción de programas para apoyar y fortalecer la investigación financiada con fondos públicos, formar asociaciones con empresas privadas y actores sociales, y promover la libertad de la investigación científica. La "difusión" implica no sólo la difusión del conocimiento científico y sus aplicaciones en la comunidad científica, sino también con la sociedad en general.

En una sociedad de alta desigualdad y contextos pluriculturales, es de suma importancia que los Estados no olviden hacer una lectura garantista del artículo 15, párrafo 1 b), del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, donde este derecho no solo implica el recibir los beneficios del progreso científico, sino también el derecho a participar en él, partiendo de la obligación de eliminar todas las formas de discriminación para que las personas o grupos, sobre todo los más vulnerables, puedan acceder plenamente a los derechos.

Tomando en cuenta el contexto anterior, decidimos proponer una nueva definición de comunicación de la ciencia, con un enfoque de derechos humanos:

La comunicación de la ciencia deberá ser siempre el vehículo para dar cumplimiento al derecho humano de beneficio, comprensión, información y participación en la construcción de la ciencia. Es un proceso en el que se llevan a cabo actividades de cocreación y diálogo, entre personas o comunidades que tengan conocimientos específicos y/o que lleven a cabo prácticas científicas. Durante este proceso se crea un entendimiento común y se transforman los marcos conceptuales y las prácticas de las y los involucrados (Frías-Villegas et al., 2024).

Dicha definición nos permitirá cocrear acciones comunicativas dialógicas en conjunto con los miembros de las comunidades con las que estamos trabajando. A continuación, detallaremos algunos de los casos prácticos que nos han servido como base para la presente investigación.

El derecho de las comunidades a decidir sobre la pertinencia de los proyectos tecnocientíficos cercanos a su entorno

El caso que detonó nuestra línea de investigación es el caso del Observatorio de Rayos Gamma HAWC (High Altitude Water Cherenkov), que se inauguró el 23 de marzo de 2015. Ese día, los miembros más importantes de la comunidad mexicana de física viajaron a las faldas del volcán Citlaltépetl, también llamado Pico de Orizaba, en el estado de Veracruz, México, para presenciar la inauguración del experimento que construyó México en colaboración con Estados Unidos.

El objetivo del observatorio, que consiste en 300 tanques de cuatro metros de altura, y en varios sistemas de supercómputo, es investigar las cascadas de rayos gamma que provienen de los eventos cósmicos más extremos del Universo. La construcción del observatorio fue un logro muy importante, pues hubo que talar los árboles del lugar y preparar la tierra para instalar los instrumentos. Además, se tuvo que transportar al sitio, por un camino peligroso, el aluminio para construir los treientos tanques y ensamblarlos uno por uno. Finalmente, hubo que transportar miles de litros de agua para llenar los contenedores. Esta construcción no hubiera sido posible sin el trabajo de los habitantes del municipio de Atzizintla (lugar del agua subterránea en Náhuatl) una comunidad cercana al HAWC de cerca de diez mil habitantes, con niveles muy bajos de escolaridad, que fueron los encargados de preparar el

terreno, de transportar el material y de ensamblarlo. A pesar de la importancia de su participación en la construcción del HAWC, los habitantes de Atzizintla no estuvieron invitados a la inauguración. Aquellos que estuvieron presentes en ese día en el sitio estuvieron trabajando como meseros o choferes de los invitados especiales. De acuerdo a las investigaciones etnográficas de Gabriela Frías Villegas (Frías-Villegas, 2018), es claro que la comunidad quedó excluida de la celebración y nadie informó a sus miembros para qué serviría el observatorio, ni cuál era su importancia para México. En un caso como este cabe preguntarnos: ¿es válido insertar un proyecto tecnocientífico en una comunidad sin informar a sus miembros acerca de sus objetivos, su funcionamiento o su interés científico? La respuesta es que no es válido hacerlo: los habitantes de un país democrático deben estar enterados de para qué sirven, cómo se usan y quiénes participan en los proyectos científicos y tecnocientíficos cercanos a su comunidad, para poder participar en los debates sobre su pertinencia y sus repercusiones. Con la convicción de que es de vital importancia crear proyectos de comunicación de la ciencia para los distintos miembros de la sociedad, cabe hacernos las siguientes preguntas en un caso como el del HAWC: ¿qué quiere decir comunicar la ciencia?, ¿cómo se debe comunicar la ciencia?, ¿qué repercusiones tendrá comunicar los detalles del proyecto a los miembros de las comunidades cercanas al proyecto?, ¿a qué problemas se enfrenta el comunicador de la ciencia cuando participa en la transmisión de un proyecto similar?, ¿cuál es su papel?, ¿cuál es la ideología que se debe comunicar?, ¿cómo se enfrenta un comunicador de la ciencia a los problemas políticos y sociales relacionados que pueden surgir cuando se inserta un proyecto en una comunidad? Estas preguntas se repitieron en los siguientes casos que analizamos, como aquel del sitio arqueológico de Chalcatzingo, Morelos.

El derecho a nuestra historia

Siempre se ha mirado hacia el pasado, es casi una necesidad inherente del ser humano. De acuerdo con Jung y Murmis, 2009, Jung cita: “El ser humano ha despertado en un mundo que no comprende, y por eso trata de interpretarlo”. Una de las preguntas que surge de la necesidad de comprender el entorno y a nosotros mismos es saber de dónde venimos, lo que implica conocer nuestro pasado. Si bien los hechos del pasado no van a cambiar al

analizarlos, sí cambiará nuestra percepción al respecto de estos, por ende, nuestra situación en el presente y nuestro futuro.

Hacia finales de 2017, Kathia Elisa García-Gómez participó en una investigación arqueológica, en Chalcatzingo, Morelos, en México. Una zona arqueológica con un encanto que atrapa y cautiva a quien lo visita. Motivada por estas razones, le preguntó a la arqueóloga que guiaba la exploración cuál era el conocimiento que la comunidad del pueblo tenía sobre los vestigios. Ella me dijo que no se les había consultado.

La respuesta impactó a la investigadora, especialmente porque las investigaciones arqueológicas en el sitio iniciaron en los años setenta y el acervo de conocimiento derivado de éstas era muy amplio. ¿Cómo era posible que no se hubiera indagado sobre el conocimiento de la comunidad? Más aún, ¿qué sabía la propia comunidad de todo este conocimiento arqueológico?

Al indagar sobre las estrategias de comunicación científica y vinculación por parte de la administración del sitio arqueológico, la investigadora descubrió que la información que se da en el sitio arqueológico es mínima y está dirigida a público en general, que las actividades de vinculación no son frecuentes y que pocas veces difunden información relacionada con los monumentos o vestigios. No obstante, la gestión institucional ha generado conflictos con la propia comunidad ya que ni siquiera han respetado sus usos y costumbres.

La importancia del cuidado y preservación de sitios históricos es clara e indudable para aquellos que estudian el tema. Sin embargo, ¿cómo esperamos que alguien que no conoce la importancia de los vestigios, los cuide?, ¿cómo se espera que una comunidad aprenda sobre la importancia de su herencia histórica, si a sus miembros no se les ha compartido el conocimiento que se ha obtenido. Y, con más indignación, ¿cómo se pretende que la comunidad cuide y aprecie el sitio arqueológico, cuando la institución estatal responsable de la investigación arqueológica se ha impuesto, pisoteando las costumbres y necesidades del pueblo?

Esgrimir como prioridad la preservación de monumentos históricos, sobre la cultura de una comunidad, es contrario a la ética científica y humanitaria, además de la fórmula del fracaso perfecto. Es urgente cambiar la visión de la comunicación científica arqueológica como una

actividad complementaria, a una responsable y consciente, sobre todo, si se pretende incluir a las comunidades vecinas como guardianes de su propia historia. Muchas veces, los miembros de la comunidad han alterado el sitio debido a que no sienten que sea parte de su comunidad, como se puede ver en la Imagen 1. donde se puede observar una pintura rupestre que ha sido alterada con un marcador moderno.

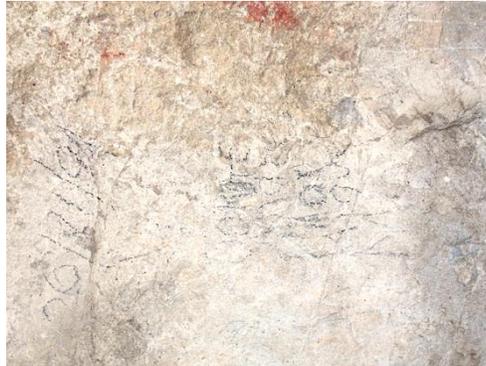


Imagen 1. Julio Amador. Imagen de rastros de pintura rupestre roja, posiblemente del periodo preclásico Olmeca, con rayaduras contemporáneas en color negro hechas con plumón permanente. Chalcatzingo, Morelos.

Los lugares históricos, tales como zonas arqueológicas, son como ventanas hacia el pasado. Pequeños portales a través de los cuales podemos acceder a una fracción del paisaje que veían los antepasados que pisaron ese mismo piso. La imagen de lo que vemos nos acerca un poco más, aunque la distancia sea de miles de años, pero las historias que emanan del conocimiento histórico-arqueológico nos ayudan a conectar con esos ancestros. Acceder a la historia, nos convierte en dueños de nuestro pasado. Cualquier alteración a los vestigios (o polémicamente identificada como vandalismo), por mínima que esta sea, modifica por completo su estado original del sitio, de forma que la información que podría servir para su comprensión queda comprometida y en el peor de los casos, se pierde para siempre. La gravedad de la acción equivale a incendiar los archivos, que contienen los secretos sobre nuestro origen.

Comunicación de la ciencia para personas usuarias de opioides

Durante el 2017 se realizó el proyecto: “Diagnóstico sobre el consumo de heroína en la frontera norte de México con Estados Unidos: *Dimensión y contexto*”, donde se aplicaron cuestionarios y entrevistas a profundidad en tres ciudades: Tijuana, San Luis Río Colorado y Ciudad Juárez. Durante ese tiempo tuvimos oportunidad de escuchar los testimonios de la población usuaria de heroína, sus necesidades y las diferentes historias de dolor que los llevo al consumo. Los resultados arrojaron que la mayoría de las personas que consumen drogas inyectables están en situación de calle, tienen trabajos informales, su alimentación es precaria, no reciben tratamiento o les niegan los servicios de salud, sufren estigma y discriminación, padecen de hepatitis C y VIH y algunos no cuentan con documentos de identidad porque los han perdido o porque la policía se los ha quitado. Además, debido a que la comunicación sobre el tema de drogas es mínima, no tienen acceso a la información y se les excluye de las campañas de drogas (Fleiz-Bautista et al., 2019). Esta problemática se puede observar en el testimonio de una mujer de 39 años, originaria de Ciudad Juárez, perteneciente a la comunidad de usuarios de opioides: *“Sí, a veces me rechazan, siento discriminación hasta de mi propia familia, se avergüenzan de mí. Tenemos que andarnos escondiendo, piensan que porque tenemos una adicción no tenemos un tipo de trabajo, piensan que no tenemos nuestros propios derechos, los derechos humanos”* (Fleiz, C. 2019).

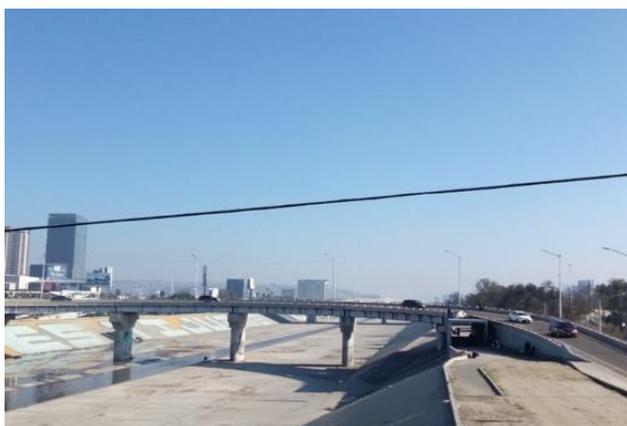


Imagen 2. El puente que divide México y Estados Unidos.

Cuando se terminó la investigación, los resultados se compartieron con la comunidad académica en diferentes foros y congresos, así como con las instituciones que dan los financiamientos. Sin embargo, sabíamos que era necesario llegar a la comunidad usuaria de drogas y regresarles de alguna forma el tiempo y la confianza que nos dieron para contarnos parte de su historia. Desde nuestras diferentes disciplinas y como personas, estábamos comprometidas a que la población conociera los resultados del estudio y que estos, de alguna forma impactaran en reducir los riesgos y daños de las personas que consumen drogas. La Dra. Clara Fleiz, autora principal del proyecto, les dio un platica a los usuarios sobre el libro *Cuqueando la chiva: contextos del consumo de heroína en la frontera norte de México...*, donde se plasmaron los resultados de la investigación. Al mismo tiempo, la ONG Prevencasa, en Tijuana, México, preparo unos bocadillos y algunos kits de limpieza para los asistentes, así como el intercambio de jeringas que diariamente realizan. Antes de iniciar, platicamos con la comunidad y les recordamos sobre las entrevistas que amablemente nos habían dado y el impacto que habían tenido. Además, pusimos parte de las fotografías que se tomaron durante el proyecto, cosa que les encantó, pero a la vez les sorprendió, ya que vieron muchas caras de conocidos y amigos que ya habían fallecido.



Imagen 3. Los usuarios de opioides en el momento de la comunicación del proyecto.

El fenómeno del consumo de drogas en la frontera norte de México no es algo nuevo, pero ha ido creciendo. Las políticas de drogas no ayudan mucho y siguen dejando de lado a los

usuarios de opioides. Es urgente que, desde diferentes áreas, unamos esfuerzos para seguir generando evidencia científica que beneficie a esta y otras comunidades. Justamente, la comunicación de la ciencia tiene mucho que aportar en el caso anterior. Es necesario seguir trabajando en generar modelos y materiales de comunicación científica más integrales y acorde al contexto y características de esta población. De acuerdo con lo anterior, nuestra propuesta de comunicación de la ciencia como un derecho humano, muestra que, además de informar a los usuarios de drogas sobre los riesgos asociados al consumo, también puede promover la participación de las personas consumidoras, generando un diálogo horizontal para una mejor comprensión de la ciencia en temas sobre drogas. Asimismo, puede servir para monitorear que se respeten sus derechos humanos en aras de mejorar las condiciones de vida de esta población.

Una propuesta dialógica bajo una operación deficitaria: Los PILARES de la Ciudad de México

El derecho a la ciencia ha pasado de estar en los marcos jurídicos internacionales a formar parte de los locales, tal es el caso de la Constitución Política de la Ciudad de México, donde en su artículo 8, sección C, “Derecho a la ciencia y a la innovación tecnológica”, el gobierno local se compromete a asegurar que todas las personas tengan la libertad para acceder, utilizar y contribuir al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, además de beneficiarse de los avances en estas áreas. Bajo esta premisa, el programa PILARES, hasta el año 2023, ofreció talleres de ciencia recreativa que facilitaron a las comunidades vulnerables no solo el acceso al conocimiento científico, sino también la oportunidad de integrarlo en su vida cotidiana. Desde 2019, los PILARES incorporaron actividades de comunicación de la ciencia, buscando reforzar los derechos a la educación y al acceso a la ciencia y la tecnología. Un análisis de estas actividades en 40 PILARES durante 2022 y 2023 reveló que el 80% de los asistentes provenían de comunidades con los IDS más bajos, confirmándose el alcance a la población objetivo. Sin embargo, la mayoría de estas actividades se desarrollaban bajo un modelo de déficit, centrado principalmente en la adquisición de conceptos a través de métodos lúdicos, omitiendo la participación y el diálogo en fases posteriores que podrían abordar problemas locales mediante la integración de conocimientos científicos y locales.

Por otra parte, se encontró que el 92.5% de los facilitadores tiene formación universitaria en ciencia y tecnología, y el 87.5% posee experiencia en comunicación de la ciencia. Esto sugiere una desconexión entre la teoría de modelos participativos y su implementación práctica. A pesar de que los facilitadores conocen el fundamento teórico del programa, reconocieron algunos obstáculos que impiden anclarlo con la práctica, entre los que se encuentran la falta de materiales, capacitaciones insuficientes y problemas de corrupción, que impiden la realización efectiva de estas metas.

Es necesario reorientar las políticas públicas referentes a las actividades de comunicación de la ciencia y considerar que los talleres de ciencias no sólo proporcionan educación accesible en materia de ciencia y tecnología, sino que también pueden servir como plataformas para el diálogo y la colaboración comunitaria. Los talleres de ciencias tienen el potencial para convertirse en incubadoras de proyectos comunitarios donde los conocimientos científicos pueden entrelazarse con las sabidurías locales y los participantes pueden utilizar este espacio para diseñar y planear acciones conjuntas que den respuesta a desafíos específicos que enfrentan sus colonias, barrios o pueblos, integrando soluciones que aprovechan tanto la ciencia como las tradiciones y experiencias locales. Sin embargo, la eliminación de estos talleres en febrero de 2024 representa un cambio significativo que podría afectar el compromiso continuo del gobierno local con la facilitación del acceso y participación en la ciencia y tecnología. La finalización de estos espacios de colaboración y diálogo interrumpe la capacidad de las comunidades vulnerables de la Ciudad de México para seguir desarrollando proyectos que no solo combinan conocimiento científico y saberes locales para soluciones prácticas, sino que fortalecen la cohesión comunitaria y fomentan un sentido de agencia y autonomía entre los participantes.

Conclusiones

A partir de la discusión anterior, presentada en el “simpoquio” PCST 2024, la investigación de las problemáticas de comunidades en entornos vulnerables se beneficia con un acercamiento desde los derechos humanos. A partir de la definición que propusimos y del estudio de más casos como los que ya se mencionaron en este trabajo, esperamos proponer modelos normativos de comunicación de la ciencia que sirvan como una guía para la

implementación de iniciativas dialógicas, basadas en observaciones etnográficas y en la cocreación de proyectos con la participación de los miembros de las comunidades vulnerables y vulneradas.

Referencias:

Fleiz-Bautista, C., Domínguez-García, M., M., Villatoro-Velázquez, JA., J., Vázquez-Quiroz, Zafra-Mora, E., Sánchez-Ramos R., R., Resendiz-Escobar, E., Bustos-Gamiño, M., & Medina-Mora, M. (2019). *Cuqueando la Chiva: Contextos del consumo de heroína en la frontera norte de México...* Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz (INPRFM).

Frías-Villegas, G. (2018). *Ciencia, cultura, ideología y comunicación: Oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica* [Ph.D., National Autonomous University of Mexico]. https://repositorio.unam.mx/contenidos/ciencia-cultura-ideologia-y-comunicacion-oficinas-de-comunicacion-de-la-ciencia-en-institutos-de-investigacion-cien-77675?c=KYa71N&d=false&q=:*.*&i=3&v=1&t=search_1&as=4

Frías-Villegas, G., García-Gómez, K. E., Guzmán-Vendrell, A., Mendoza-Hernández, I. A., Tránsito-Santos, R., & Vázquez-Quiroz, F. (2024). Science Communication as a Human Right. *Journal of Science Communication*, 23(02). <https://doi.org/10.22323/2.23020201>

Jung, C. G., & Murmis, M. (2009). *Arquetipos e inconsciente colectivo* (1a. ed. en la colección Biblioteca Carl G. Jung.). Barcelona Paidós 2009.

Shaheed, F. (2013). *Report of the Special Rapporteur in the field of cultural rights, Farida Shaheed*. <https://digitallibrary.un.org/record/755522?ln=es>

Comunicación de la ciencia en lenguas originarias mexicanas

Gustavo Arciniega, Luisa G. Jaime⁴⁷

Contacto: gustavo.arciniega@ciencias.unam.mx

Palabras clave: lenguas indígenas, traducción, comunicación de la ciencia

Resumen. La creación de materiales de Comunicación Pública de la Ciencia en distintas lenguas originarias mexicanas es, ciertamente, un acto de justicia y, como tal, debe realizarse de manera cabal, respetuosa y alejada de ideas romantizadas. En estas memorias se presenta un modelo de traducción de textos cortos de divulgación científica a lenguas originarias mexicanas a partir de la experiencia obtenida al elaborar seis cápsulas de radio de divulgación de la ciencia traducidas a 25 lenguas originarias y el correspondiente libro ilustrado monolingüe en la lengua nativa con las seis cápsulas traducidas. El proyecto fue llevado a cabo por iniciativa de la Sociedad Mexicana de Física en colaboración con el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

Introducción

El artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que los pueblos indígenas «son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización» (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 2, 1917), lo que define a las lenguas indígenas como aquellas lenguas procedentes de dichos pueblos indígenas y de «otros pueblos preexistentes que se han

⁴⁷ Gustavo Arciniega y Luisa G. Jaime / *Facultad de Ciencias, UNAM*

arraigado en el territorio nacional con posterioridad» (Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas. Art. 2, 2003).

En México existen 364 variantes lingüísticas reconocidas, cada una de las cuales presenta «diferencias estructurales y léxicas» con respecto a las otras y otorga a los hablantes una «identidad sociolingüística» (INALI, 2008, p. 37), por lo que deben tratarse como lenguas en su pleno derecho. Existe otra categoría, llamada agrupación lingüística, la cual agrupa «el conjunto de variantes lingüísticas comprendidas bajo el nombre dado históricamente a un pueblo indígena» (INALI, 2008, p. 36) que considera a las 364 variantes lingüísticas en 68 agrupaciones lingüísticas. Es con esta categoría que se habla, por ejemplo, de la lengua amuzgo para referirse a cualquiera de las cuatro variantes de este grupo (INALI, s. f.).

Los datos más recientes, publicados por el INEGI en 2022, muestran que el 9.4% de la población total de México, que representan a 11 800 247 personas, viven en hogares indígenas, es decir, en donde «la jefa, jefe, su cónyuge o alguno de los ascendientes, declararon hablar lengua indígena» (INEGI, 2022, p. 1), la cifra de personas que se autoidentifican como indígenas asciende a 23.2 millones de personas (19.4 % de la población total), sin embargo, sólo 7.1 millones hablan una lengua indígena, es decir, el 30.8 % de las personas que se autoidentifican como indígenas y, de estas, 852 000 (el 12%) no hablan español (INEGI, 2022, p. 3).

Lo anterior nos indica tres cosas: que la población indígena representa un alto porcentaje en México que, debido a diferentes factores, entre ellos la discriminación, cada vez existen menos personas hablantes de lenguas originarias, al punto de que 23 de las 68 agrupaciones lingüísticas se encuentran hoy en día en riesgo de desaparecer como lenguas vivas (INPI, 2016), y que hay una cantidad importante de personas indígenas que sólo pueden acceder a información en su propia lengua indígena.

Considerando que el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos establece que toda persona tiene derecho «a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten» (ONU, Art 27, 1948), además de que se establece en el artículo 9o. de la Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas de México que es «derecho de todo mexicano comunicarse en la lengua de la que sea hablante, sin restricciones en el ámbito público o privado, en forma oral o escrita» y que el artículo 5o. establece la

obligación del Estado por reconocer, proteger, preservar, promover, desarrollar y usar las lenguas indígenas (*Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas*, 2003, p. 2), es necesario crear, desarrollar, promover e impulsar acciones de comunicación pública de la ciencia (CPC) para las comunidades indígenas.

A pesar del reconocimiento del gobierno mexicano por preservar y desarrollar las lenguas indígenas, la realidad es que los esfuerzos son escasos e insuficientes. Por ejemplo, en un acto reciente se anunció la presentación de 180 títulos de libros de texto de educación primaria (educación básica obligatoria) traducidos a 20 lenguas indígenas nacionales (INPI, 2024), sin embargo, sólo se tradujo a una variante de cada agrupación lingüística. Aunque es verdad que algunas hablantes nativas han manifestado poder entender, en su mayoría, las otras variantes de su misma agrupación lingüística, vemos que el gobierno ha logrado otorgar una educación en su propia lengua a sólo menos de la tercera parte de las agrupaciones lingüísticas nacionales, y esto, siendo un logro, es también un indicador del rezago en este tema.

Por otro lado, las lenguas indígenas tienen muy arraigada la tradición oral, por lo que todavía existen lenguas que no tienen grafía para expresar su lengua en el formato escrito, lo que dificulta la comunicación por este medio. Es por esto que los esfuerzos por comunicar a las comunidades indígenas deben incluir el formato oral documentado en grabaciones ya que la infraestructura en estas comunidades incluye la radio.

Creación de textos

Tradicionalmente, la divulgación de la ciencia en lenguas indígenas se ha hecho a partir de una estrategia funcionalista, es decir, acercando la tecnología que se piensa que beneficiaría directamente a la comunidad (Marsh et al., 2023) o llevando la ciencia en los temas de salud que son importantes y apremiantes (Us, 2023). Sin embargo, en la propuesta que presentamos aquí tomamos como base epistemológica el presentar temas científicos que son más de interés intelectual y lúdico que funcionalista, teniendo en cuenta que la técnica es sólo la aplicación del conocimiento científico y, muchas veces, se aleja o se trata de manera independiente,

además, quisimos generar documentación y dejar testimonio de temas para que las nuevas generaciones puedan acceder en un futuro a estos.

Como las comunidades indígenas son de tradición oral e, incluso, existen lenguas sin normas de escritura, es importante considerar que el documento escrito no debe ser el medio principal de divulgación. Con esto en mente, los textos se crearon como cápsulas cortas para radio y su posible difusión en las radios comunitarias. Para cuidar que los textos fueran científicamente correctos se buscó a personas científicas de la Sociedad Mexicana de Física que contaran con experiencia en divulgación de la ciencia para generar los textos y a un traductor con experiencia en varias lenguas. Se escribieron de 12 a 15 textos y se seleccionaron seis para el proyecto de traducción: *¿Cómo se forman las estrellas?*, *La Gran Explosión*, *Próxima Cenaturi b*, *Nanotecnología*, *Radiación electromagnética* y *Tomar la mar* (Arciniega et al., 2019).

Proceso de traducción

Reconociendo que para cumplir los objetivos planteados era necesario un ejercicio interdisciplinario en la construcción de los materiales de CPC se invitó a participar al Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI). Este instituto nos ayudó a definir estrategias e identificar las lenguas para las cuales se contaba con los medios para realizar este ejercicio interdisciplinario y que, a su vez, estos espacios funcionaran como plataforma de formación de recursos humanos.

El modelo utilizado para el proceso de traducción contempla dos pasos fundamentales para el acompañamiento en la traducción: 1) la exposición de los temas científicos de los textos a los traductores previamente al ejercicio de traducción y 2) la socialización de los productos entre la comunidad hablante de la lengua meta (en particular de los mayores). Este proceso nos permitió no sólo la traducción acompañada de los textos sino la formación de personas, tanto traductoras como científicas, en la construcción de materiales de CPC en lenguas originarias.

Talleres

Desde el ejercicio de formación científica es una práctica común la realización de escuelas y talleres con duración de, alrededor, una semana. En estos eventos las y los estudiantes tienen la oportunidad de aprender un tema a fondo y convivir en un ambiente seguro con colegas donde se pueden discutir los temas de manera horizontal. Encontrando esta idea como el escenario ideal para la construcción de los materiales de CPC que nos propusimos. Se diseñó un programa de manera conjunta entre científicos y traductor profesional que llevó a la realización del *I, II y III Taller de Divulgación de la Ciencia en Lenguas Indígenas*.

La estructura que se diseñó para la realización de los talleres, si bien fue evolucionando, contienen las siguientes etapas:

Presentación divulgativa del tema científico de una cápsula. Durante este espacio la persona científica presenta el tema central de la cápsula a modo de charla divulgativa sin presentar el texto al que pertenece, haciendo énfasis en la parte científica. La presentación se prepara para sólo 30 minutos de exposición si no hubiera interrupción, pero se dispone de 2 horas en total para permitir las preguntas de los traductores en cualquier momento. Las explicaciones deben satisfacer a cabalidad las dudas o comentarios de todas las personas presentes, por lo que se permite la discusión y el involucramiento de las otras personas científicas para lograr que los conceptos científicos queden claros y se reconozcan las partes importantes de éstos. El tallerista-traductor participa alertando sobre posibles problemas o desafíos que las palabras en lenguaje español pueden presentar en la posterior traducción.

Extracción de ideas y conceptos principales. Durante una hora se construye entre todos los asistentes una lista de ideas a transmitir, sentimientos generados y conceptos científicos importantes bajo la guía del tallerista-traductor. Es importante mencionar que uno de los objetivos que nos planteamos era generar emociones constructivas que apoyen a pensar a la ciencia como una forma organizada de buscar respuestas. Dentro de las cápsulas propuestas identificamos algunas ideas que podrían generar emociones distintas a las que buscábamos, sin embargo, en algunos casos, una simple modificación en la redacción del texto bastaba para solucionar el problema; en otros casos era necesaria una reescritura de algunas líneas de la cápsula. Cabe mencionar que en ningún caso se renunció a sentirse fielmente representadas tanto la ciencia como las lenguas en los textos propuestos.

Presentación del texto origen. Durante este espacio se les presenta el texto para la cápsula por primera vez a los traductores y traductoras. Se identifican entre todos los participantes las ideas y conceptos científicos principales. Se identifican posibles fuentes de error para la traducción, en particular expresiones que, sin ser nucleares en el texto, resultan en modismos que no se identifican de la misma manera en otras lenguas.

Traducción acompañada. Durante el taller, las personas traductoras (2 o 3 por cada lengua) comienzan el ejercicio de traducción y se asigna a una persona científica para que acompañe este ejercicio; se discuten conceptos y se generan neologismos o se decide por el uso de préstamos (con plena libertad de decisión de parte de quienes traducen). Igualmente, se identifican temas que puedan ser sensibles para la comunidad meta y, en este caso, se debe reescribir para esta lengua de modo que se omita todo rastro que pueda resultarles ofensivo.

Presentación final con retrotraducción. Durante el último día del taller se presentan los borradores de los textos traducidos (3 o 6 cápsulas de media página cada una) con su retrotraducción y se discuten y comentan puntos en donde se deberá poner particular interés durante la etapa de socialización.

Estos talleres se llevan a cabo en espacios que permiten una interacción cercana, de esta manera, durante todo el tiempo se cuenta con la posibilidad de trabajar en las traducciones, discutir entre las estrategias empleadas en las distintas lenguas y alrededor de creencias o saberes de las distintas comunidades. Vale la pena mencionar que, para propiciar un trato horizontal entre todas y todos los participantes de los talleres, se incluye una sesión de una hora donde una terapeuta profesional dirige actividades que fomenten la integración de todas y todos los presentes, la cual asiste a lo largo de todo el taller e interviene en caso de considerarlo pertinente, ya sea para el grupo o individual.

El proceso de creación de los productos y mejora de los borradores se pasa a sesiones virtuales por medio de comunicaciones telefónicas o internet. En esta etapa tiene lugar uno de los procesos más importantes en la construcción de los libros: la socialización de los textos.

Socialización

Al término de los talleres las personas traductoras tienen la misión de compartir los textos con personas hablantes de la lengua meta, ya sea en su comunidad, en sus espacios de trabajo o, bien, por comunicación a distancia. En este proceso, ya que la persona que realizó la traducción tiene los elementos para juzgar si lo comunicado en los textos es fiel a los objetivos, se identifican las posibles deficiencias que presenta el texto, se enriquece con palabras que, en ocasiones, las personas mayores saben que existen en la lengua, pero le eran desconocidas a quien tradujo o bien se crean neologismos en colaboración con las personas de la comunidad. Una vez identificados todos estos elementos, por comunicación a distancia se colabora con el equipo multidisciplinario para analizar la pertinencia de las incorporaciones y/o modificaciones a los textos.

Productos

De manera coordinada con el INALI se trabajó en la edición de los libros en los que se incluyeron un disco compacto con las cápsulas finales grabadas con la voz de las y los traductores. En cuanto al diseño gráfico que acompaña a los textos, se optó por un diseño neutral, sin que se identificara con ninguna lengua o comunidad en particular. Las ilustraciones fueron acompañadas y asesoradas por una persona científica, tomando como base los esquemas o dibujos generados para las explicaciones durante las discusiones realizadas en los talleres. Se decidió una construcción monolingüe en la que se incorpora un mapa de la República Mexicana con información demográfica de cada lengua.

Las 25 lenguas en las que se realizó este ejercicio son: Chatino, Chinanteco, Ch'ol, Hñahñu, Maya, Mayo, Mazahua, Mazateco, Me'phaa, Mixe, Mixteco, Náhuatl, Ñonndaa, Odam, Ombeayiüts, Popoloca, P'urepecha, Raramuri, Tenek, Totonaco, Triqui, Tseltal, Tsotsil, Zapoteco y Zoque. Para la realización de esta propuesta se convocó a 44 hablantes de lenguas originarias con formación en traducción (profesionales o en formación), 14 científicas y científicos integrantes de la Sociedad Mexicana de Física, un tallerista-traductor, 7 personas del equipo del INALI (de las áreas de sociología, antropología y lengua), una psicóloga

independiente y dos diseñadoras gráficas, además de todas las personas que se involucraron en los procesos de socialización.

Conclusiones

En el presente escrito hemos presentado una propuesta de un modelo en el proceso de traducción de textos de divulgación científica a lenguas originarias mexicanas desarrollado a partir de la experiencia que nos dio el proceso de creación de cápsulas de radio y libros monolingües ilustrados (SMF, 2024). En total, se ha logrado la traducción de seis cápsulas de divulgación científica a 25 lenguas originarias de las 68 que existen (INALI & SMF, 2019). Es importante reconocer que existen otros proyectos similares como el de Barajas y Rueda (2011) o el famoso libro de Takeuchi (2013, 2014), por lo que es importante impulsar más proyectos de este tipo.

Las características del ejercicio que presentamos en estas memorias permite la generación de estrategias controladas para la medición de eficacia de la CPC en públicos a los que difícilmente tenemos acceso para estos fines, aunque no fue el objetivo de este trabajo. De manera natural se produce material que permite la investigación de manera interdisciplinaria de las lenguas indígenas y su aproximación a los saberes, ya sea comunitarios o académicos. Como parte de la evolución de este programa, planeamos incluir en un futuro tanto estrategias de medición como proyectos de investigación basados en este modelo.

Es importante mencionar que, a pesar de que las lenguas son eminentemente de tradición oral, al entregar un testimonio escrito le da valor a que la lengua de las comunidades pueda leerse y que los jóvenes de esas comunidades tengan un material que puedan utilizar en el futuro. La aportación del libro como objeto a las bibliotecas de las escuelas en las comunidades, además de lograr la comunicación pública de la ciencia a públicos vulnerables, coadyuva a la tarea de mantener las lenguas vivas y al ejercicio de éstas en el escenario científico. Finalmente, queremos resaltar la invaluable aportación de la propia comunidad en la corrección o guía final de las traducciones, pues esta parte garantizó que el contenido científico, así como la narración de los textos, resultaran lo más científica y lingüísticamente correctas.

Referencias

Arciniega, G., Jaime, L. G., De Santiago, J., & Núñez, D. (2019a). *La Sociedad Mexicana de Física, contando historias*. . .Secretaría de Cultura, INALI, SMF. <https://site.inali.gob.mx/SMF/publicaciones.html>

Barajas, L. E., & Rueda, R. (2011). Promote the training of science communicators in indigenous communities. En *Proceedings of the PCST 2024*.

Por publicarse en estas memorias.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917).

Última reforma publicada en el DOF 22-03-2024

Gobierno de México. (2022, 6 enero). *Preservar las Lenguas Indígenas de México, prioridad y compromiso ético del INPI*. Preservar las Lenguas Indígenas de México, Prioridad y Compromiso Ético del INPI. Recuperado 12 de agosto de 2022, de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/preservar-las-lenguas-indigenas-de-mexico-prioridad-y-compromiso-etico-del-inpi?idiom=es>

INALI. (s. f.). Agrupación lingüística: amuzgo: Familia lingüística: Oto-mangue. *INALI-Gobierno de México*. Recuperado 7 de mayo de 2024, de https://www.inali.gob.mx/clin-inali/html/1_amuzgo.html

INALI. (2008). *Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas*. <https://www.inali.gob.mx/clin-inali/>

Publicado en el DOF el 14 de enero de 2008

INALI. (2015). *Acervo de Lenguas Indígenas Nacionales*. Acervo de Lenguas Indígenas Nacionales. Recuperado 8 de mayo de 2024, de <http://alin.inali.gob.mx/xmlui/>

INALI & SMF. (2019). *La Sociedad Mexicana de Física, contando historias*. . . Divulgación de la Ciencia En Lenguas Indígenas. Recuperado 5 de mayo de 2024, de <https://site.inali.gob.mx/SMF/>

INEGI. (2022, 8 agosto). *Estadísticas a propósito del Día Internacional de los Pueblos Indígenas* [Comunicado de prensa]. Recuperado 8 de mayo de 2024, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_PueblosInd22.pdf

INPI. (2016, 1 abril). *Lenguas indígenas en riesgo de desaparecer*. INPI-Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas-Blog. Recuperado 6 de mayo de 2024, de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/lenguas-indigenas-en-riesgo-de-desaparecer#:~:text=Las%20m%C3%A1s%20amenazadas%20son%20cakchiquel,%20%20quich%C3%A9%20seri%20y%20tlahuica>.

INPI. (2024, 21 febrero). *Presenta SEP nueva familia de Libros de Texto Gratuitos en 20 lenguas indígenas nacionales*[Comunicado de prensa]. Recuperado 8 de mayo de 2024, de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/presenta-sep-nueva-familia-de-libros-de-texto-gratuitos-en-20-lenguas-indigenas-nacionales>

Lay General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas. (2003). Gobierno de México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdipi.htm>

Última reforma DOF 18-10-2023

Marsh, C. L., Gold, A., & Strong, B. R. (2023). Elevating community voices through inclusive science communication: a case study of the We are Water program in the Southwestern United States. *Frontiers In Communication*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1214105>

SMF. (2024). *Convenio SMF - INALI para la divulgación de la ciencia en lenguas indígenas*. Sociedad Mexicana de Física. Recuperado 8 de mayo de 2024, de <https://smf.mx/publicaciones/divulgacion/smf-inali/>

Takeuchi, N. (2013). *Nanotecnología*.

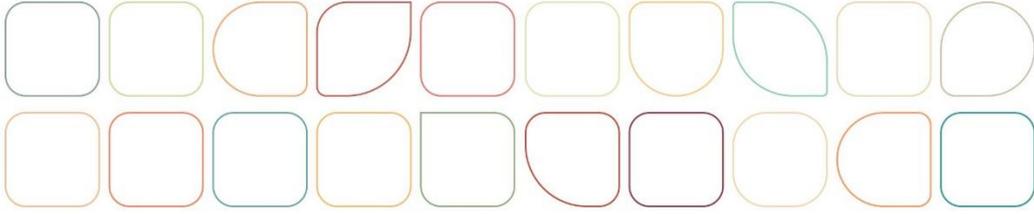
UNAM. https://ciencia.unam.mx/leer/330/Hablemos_de_nanociencia_y_nanotecnologia_en_lenguas_indigenas

Takeuchi, N. (2014). *Hablemos de nanociencia*.

UNAM. https://ciencia.unam.mx/leer/330/Hablemos_de_nanociencia_y_nanotecnologia_en_lenguas_indigenas

Us, H. (2023, 7 diciembre). *Pueblos indígenas, ciencia y tecnología. ¿Y Si Hablamos de Igualdad?* <https://blogs.iadb.org/igualdad/es/los-pueblos-indigenas-la-ciencia-y-tecnologia/>

**NUEVAS VOCES Y
NUEVOS CONOCIMIENTOS**



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

10 - 12 ABRIL 2024 | ZACATECAS, MÉXICO

