



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

CIENCIA, CULTURA, IDEOLOGÍA Y COMUNICACIÓN:
OFICINAS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN INSTITUTOS DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA

MAESTRA GABRIELA FRÍAS VILLEGAS

TUTORA PRINCIPAL

MAESTRA ANA MARÍA SÁNCHEZ MORA
DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, UNAM

COMITÉ TUTOR

MAESTRO FELIPE NERI LÓPEZ VENERONI
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS, UNAM
DOCTORA LUZ FERNANDA AZUELA BERNAL
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A Sofía, por ser lo más hermoso que existe en la Tierra,
el Sistema Solar, la Vía Láctea,
los cúmulos de galaxias, el universo y el Multiverso.

AGRADECIMIENTOS	9
INTRODUCCIÓN	14
SECCIÓN I: LAS REVOLUCIONES DE LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA	19
1.1 La revolución científica	20
1.2 La revolución industrial	21
1.3 La revolución tecnocientífica	22
1.5 La macrociencia	24
1.4 La tecnociencia	30
1.5 La sociedad de la información y el conocimiento	39
1.5.1 Nuevos consorcios tecnocientíficos en el siglo XXI	40
1.5.2 Las oficinas de comunicación de la ciencia en la revolución informacional	42
SECCIÓN II: ANÁLISIS DE LA INCLUSIÓN DE LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FILOSOFÍA, LA SOCIOLOGÍA Y LA ANTROPOLOGÍA DE LA CIENCIA	44
2.1 Filosofía de la ciencia	44
2.1.1 El problema de la comunicación de la ciencia	44
2.1.2. La importancia de la comunicación de la ciencia desde un instituto	47
2.1.3 Cultura científica	53
2.1.4 Las comunidades científicas y la comunicación de la ciencia	60
2.1.5 Los valores y las prácticas cognitivas de la comunidad científica	63
2.1.6 Las representaciones de la ciencia	71
2.1.7 El nuevo contrato social de la ciencia y la responsabilidad de los científicos	75
2.2 Sociología de la ciencia	77
2.2.1 Funcionalismo estructuralista	77
2.2.2 Teoría de campos	83
2.2.3 Comunicación intercultural y objetos frontera	91
2.3 Antropología de la ciencia	92

SECCIÓN III: LOS MODELOS, LOS MEDIOS Y LOS PÚBLICOS	101
3.1 Los modelos de comunicación de la ciencia	101
3.1.1 Modelo de déficit	101
3.1.2 Modelo edutainment	108
3.1.3 Modelo contextual	108
3.1.4 Modelo de persuasión	109
3.1.5 Modelo de experiencia local	110
3.1.6 Modelo de participación pública	111
3.1.7 Los modelos de comunicación según Brian Trench	112
3.1.8 Nuevas visiones	115
3.1.9 Las discusiones más recientes	116
3.2 Periodismo de ciencia	117
3.2.1 Modelos de periodismo de ciencia	122
3.2.2 Periodismo en las oficinas de comunicación de la ciencia	126
3.3 Los públicos y los medios	128
3.3.1 El problema de los públicos	129
3.3.2 Los medios para comunicar ciencia	131
3.3.2.1 Los medios tradicionales	132
3.3.2.2 Medios de comunicación impresos	133
3.3.2.3 Radio y televisión	134
3.3.2.4 Nuevos medios de comunicación masiva	135
3.3.2.5 Facebook y Twitter	136
3.3.2.6 YouTube, Netflix, Facebook Live	140
3.3.3 Arte y ciencia	141
3.3.4 Nuevas estrategias	143
3.4 Algunos casos de estudio	143
3.4.1 Ruedas y boletines de prensa	144
3.4.2 Cuando los medios distorsionan las noticias	146
3.4.3 Posverdad en las redes sociales	148
3.4.4 El fenómeno del científico <i>rockstar</i>	150

SECCIÓN IV: OFICINAS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN INSTITUTOS DEL EXTRANJERO

	154
4.1 Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN)	154
4.1.1 Las investigaciones del CERN	155
4.1.2 El Gran Colisionador de Hadrones	156
4.1.3 Los mexicanos en el CERN	159
4.1.4 La oficina de comunicación del CERN	160
4.1.5 El Grupo de Educación en el CERN	166
4.1.6 Análisis del proyecto de comunicación del LHC	169
4.1.7 Comunicación del descubrimiento de la partícula de Higgs	173
4.1.8 Comunicación del concepto de antimateria	176
4.1.9 Análisis general del proyecto	179
4.2 El Centro Ames de la NASA	180
4.2.1 La Oficina de Relaciones Públicas del Centro Ames de la NASA	183
4.2.2 Comunicación desde el Instituto de la Ciencia Lunar de la NASA	186
4.2.3 El caso de la bacteria extraterrestre	187
4.2.4 El robot Curiosity y las redes sociales	191
4.2.5 Modelos de comunicación de la ciencia usados por la NASA	194
4.3 Perimeter Institute for Theoretical Physics	195
4.3.1 Oficina de Relaciones Públicas, Comunicación y Educación	198
4.3.2 El poder de las ideas	202
4.3.3. Conclusiones generales del proyecto	204
4.4 Institute for Quantum Computing	205
4.4.1 Comunicación de la ciencia desde el IQC	206
4.4.2 El blog Quantum Factory	209
4.4.3 Análisis general del proyecto	212
4.5 Comunicación de la ciencia desde el Observatorio Pierre Auger	214
4.5.1 La historia del Observatorio Pierre Auger	216
4.5.2 Los rayos cósmicos ultraenergéticos	217
4.5.3 La colaboración del Observatorio Pierre Auger	217
4.5.4 El proyecto de comunicación de la ciencia	218
4.5.5 Organización de eventos	223

4.5.6 Acciones de comunicación de la ciencia para comunidades rurales	223
4.5.7 Análisis del proyecto	224
4.6 Instituto de Astrofísica de Canarias	225
4.6.1 El proyecto de comunicación de la ciencia	226
4.6.2 Las acciones de comunicación de la ciencia	228
4.6.3 Un desfile de moda cósmica	229
4.6.4 Análisis del proyecto	230
4.7 Laboratorio Nacional del Gran Sasso	230
4.7.1 Desechos tóxicos	232
4.7.2 El caso de los neutrinos superlumínicos	233
 SECCIÓN V: LAS OFICINAS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN INSTITUTOS DE LA UNAM	 235
5.1 El Instituto de Física de la UNAM	235
5.1.1 La Unidad de Comunicación del Instituto de Física de la UNAM	236
5.1.2 Análisis de una noticia en la página del IFUNAM	240
5.1.3 La visita de Beakman a la UNAM	242
5.1.4 Análisis del proyecto	247
5.2 Instituto de Astronomía de la UNAM	247
5.2.1 La noche de las estrellas	252
5.2.2 Pequeños cosmonautas	255
5.2.3 El Facebook del Instituto de Astronomía	257
5.2.4 Análisis general del proyecto	257
5.3 Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM	258
5.3.1 Breve historia del ICN	260
5.3.2 Los primeros retos de la Unidad de Difusión y Divulgación	262
5.3.3 La Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICN	265
5.3.4 Primer modelo de comunicación de la ciencia del ICN	266
5.3.5 Algunas acciones de comunicación de la ciencia de la UCC del ICN	267
5.3.5.1 El artículo de divulgación “Ensalada con rayos gamma”	267
5.3.5.2 La rueda de prensa de la misión Curiosity	272
5.3.5.3 El Mes de Einstein	281

5.3.5.4 La comunicación del accidente de Fukushima Daiichi	285
5.3.5.5 El “Día de la divulgación”	287
5.3.6 Arte y ciencia en un instituto de investigación científica	291
5.3.6.1 La gravedad de los asuntos	295
5.3.6.2 Ciencia-Ficción-Ciencia	297
5.3.6.3 “La danza de las neuronas” y el festival de arte y ciencia “El aleph”	298
5.3.7 El final de la segunda fase del proyecto de la UCC del ICN	299
5.4 Cuadro de las oficinas de comunicación de la ciencia de la UNAM	300
SECCIÓN VI: PROPUESTAS PARA UN MODELO DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y PARA LA CONFORMACIÓN DE LAS OFICINAS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	305
6.1 El Modelo Dialógico Integral	306
6.1.1 El primer acercamiento	306
6.1.2 Mediación	307
6.1.3. El mundo de la vida de Habermas	311
6.1.4. Representaciones de la ciencia en los distintos grupos culturales	314
6.1.5 Asimetría epistémica y desconfianza autoinfligida	320
6.1.6 Multiculturalismo	323
6.1.7 Inconmensurabilidad	329
6.1.8 Modelos dialógicos unidireccionales y el papel de la ideología	331
6.1.9 La confianza en la comunidad científica	336
6.1.10. La teoría de la acción comunicativa	340
6.1.11 Esquema del Modelo Dialógico Integral (MDI)	348
6.1.12. Escenarios de aplicación del MDI	351
6.2 Propuesta práctica para una oficina de comunicación de la ciencia	353
6.2.1 Misión, objetivos y modelo de la oficina de comunicación de la ciencia	353
6.2.2 Acciones específicas y medios	355
6.2.3 Los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia	356
6.2.4 Relación de los miembros de la oficina con la comunidad científica	358
6.2.5 Evaluaciones	359
CONCLUSIONES	360

ANEXO I: FÍSICA DE PARTÍCULAS Y EL LHC	363
ANEXO II: LOS RAYOS CÓSMICOS Y SU DETECCIÓN	366
ANEXO III: LOS RAYOS GAMMA Y EL OBSERVATORIO HAWC	368
ANEXO IV: LAS ONDAS GRAVITACIONALES Y EL EXPERIMENTO LIGO	369
BIBLIOGRAFÍA	370

Agradecimientos

Agradezco a mis papás Jorge y Gloria, a mis hermanos Alejandro y Jorge, y a mi sobrina Nicole, por todo el cariño y el apoyo que me han dado para poder llevar a cabo mis proyectos. En especial gracias a mis papás por otorgarme la beca *FullParents*, que me ayudó a viajar por todo el mundo para la investigación de este trabajo.

Al Instituto de Ciencias Nucleares por haberme invitado a encabezar una oficina de comunicación de la ciencia por diez años, proyecto que motivó esta tesis doctoral. A todos mis amigos comunicadores de la ciencia y científicos de ésta y otras dependencias que comentaron conmigo varios aspectos de mi trabajo.

A Ana María Sánchez, por su apoyo, amistad y paciencia durante la dirección de esta tesis. He sido muy afortunada al tener una asesora que leyó y comentó conmigo, de manera precisa y crítica, cada una de las páginas de este trabajo.

A Felipe López por su amistad, por muchas pláticas interesantes, virtuales y presenciales, y por todas sus enseñanzas sobre filosofía de la comunicación. En particular, gracias por presentarme los textos de Jürgen Habermas, que tuvieron gran influencia en mi trabajo doctoral.

A Adriana Murguía, Mónica Gómez y Luz Fernanda Azuela por tantas pláticas enriquecedoras, y por sus valiosos comentarios a este trabajo. A León Olivé, que nos dejó hace muy poco, por su amistad y porque hoy más que nunca aprecio sus enseñanzas.

A Antonio Lafuente y Bruce Lewenstein por sus asesorías informales para esta tesis. A José Gordon, por ser mi “hermano mayor” y mi cómplice en mil aventuras, que ahora son parte de esta tesis. A Mariana Castro, por su amistad y por haberme invitado a dar un taller de comunicación de ciencia en el Centro Cultural de España en México cuya preparación enriqueció mucho este trabajo. A Yaocí Pardo, mi querida amiga, con quien compartí el reto terminar un doctorado

siendo mamá. A Silvia Piñera por llevarme a pasear y a comer pizza cuando necesitaba un respiro de la tesis.

A Bef y a María, porque una historia de amor se convirtió en una familia de superhéroes mejor que la de *Los increíbles*, que ha logrado sortear muchas aventuras, incluyendo esta tesis. A Sofía, mi adorada *Sof-Sof*, por ser la mejor sorpresa de mi vida. Por ella y para ella es este doctorado.

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de una gran cantidad de gente que me ayudó a concertar mis visitas a las oficinas de México y el extranjero, o que compartió conmigo sus experiencias:

Argentina

Observatorio Pierre Auger, Argentina

Agradezco al Dr. Lukas Nellen por haberme invitado a conocer el Observatorio Pierre Auger de Argentina, uno de los viajes más emocionantes de mi vida, y por otorgarme financiamiento para la estancia por medio de su proyecto PAPIIT. También a Greg Snow, por compartir conmigo sus experiencias como Education-Outreach Leader y a Analía Cásares por convertirse en mi anfitriona y amiga durante mi estancia en el sitio. A James Watson Cronin, Premio Nobel de Física y fundador del observatorio, por contarme su historia.

Canadá

Institute for Quantum Computing

Esta visita se realizó en gran medida gracias a la generosidad de Virginia Jáuregui, quien gestionó mi visita al Institute for Quantum Computing y me dio hospedaje en su casa. Agradezco al Dr. Martin Laforest, Scientific Outreach Manager, a Katharin Hawkins, Associate Director of Communications and Outreach, a Kimberly Simmermaker, Event/Visitor Coordinator, a Jasmine Graham, Communications Specialist y a Collin Hunter, Senior Communications Officer, Media and Writing, por hacerme sentir bienvenida en su instituto y por haber tenido largas pláticas conmigo

sobre su trabajo. Agradezco al programa PAEP del Posgrado de Filosofía de la Ciencia de la UNAM por otorgarme financiamiento para realizar esta estancia.

Perimeter Institute

Quiero agradecer a Martin Laforest por haber concertado mi entrevista con el grupo de educación y relaciones públicas de Perimeter Institute y a Greg Dick, jefe de dicho grupo, por haber compartido sus experiencias conmigo, además de a R.J. Taylor por un tour fantástico del PI. Agradezco al programa PAEP del Posgrado de Filosofía de la Ciencia por haber financiado esta estancia.

España

Instituto de Astrofísica de Canarias

Quiero agradecer a Luis Antonio Martínez Sáez y a Nayra Rodríguez Eugenio por su increíble hospitalidad durante mi estancia en Canarias. No sólo me hablaron del observatorio, organizaron mi visita al parque Teide de los Muchachos para que pudiera ver el *Gran Tecan*, sino que me hicieron parte de su comunidad y me invitaron a varias reuniones sociales. Nayra incluso me invitó con sus amigos a ver un concierto de Juan Luis Guerra en la playa de las arenas negras. ¡Gracias, amigos!

Estados Unidos

NASA Ames Research Center

Quisiera agradecer al Dr. Rafael Navarro González por haber dedicado varias horas a comentarme en detalle los resultados de sus investigaciones sobre la búsqueda de vida en Marte, y por haberme puesto en contacto con varios científicos y comunicadores de la ciencia de la NASA que me proporcionaron información valiosa para esta tesis. Al Dr. Christopher McKay por haber gestionado mi visita al Centro Ames de la NASA y por haber sido un excelente anfitrión y “escolta”. También agradezco a John Yembrick, Director de Relaciones Públicas del Centro Ames de la NASA y a Doris Daou, Directora de Comunicación del Instituto de Ciencia Lunar

de la NASA, por haber compartido conmigo sus puntos de vista sobre la comunicación de la ciencia. También agradezco al programa PAEP del Posgrado de Filosofía de la Ciencia por financiar esta estancia.

Italia

Laboratorio Nacional del Gran Sasso

Agradezco a Aurelio Grillo haber gestionado amablemente mi visita al laboratorio y al museo de ciencia de L'Aquila. También agradezco a Roberta Antoli haberme contado sobre su proyecto de comunicación y sobre la controversia de los neutrinos superlumínicos.

Suiza-Francia

CERN

Agradezco al Dr. Guy Paic por haberme hablado por primera vez del Gran Colisionador de Hadrones en el Centro Europeo para la Investigación Nuclear, en particular por haber compartido conmigo su emoción por el proyecto ALICE. También le agradezco por haberme apoyado para asistir al curso HST2009 en el CERN, una gran experiencia que marcó fuertemente este trabajo doctoral. También agradezco a Mick Storr y a Rolf Landua por permitirme asistir al curso HST2009 otorgándome una beca y a Despina Hatzifotiadou por una visita maravillosa a las entrañas de ALICE. Quiero expresar mi agradecimiento a James Gillies, Jefe de Comunicación del CERN por aceptar darme una entrevista un día antes del anuncio del descubrimiento de la partícula de Higgs. Finalmente, agradezco al Dr. Gerardo Herrera Corral por su amistad, por varias charlas apasionantes sobre su trabajo en el CERN, y por todos los libros que ha escrito, y que me ha regalado, en los que he aprendido mucho sobre el estudio del universo.

México

Los institutos de la UNAM

A Brenda Arias y a Elena Álvarez, del Instituto de Astronomía de la UNAM, por ser mis amigas y compartir conmigo sus experiencias acerca del proyecto de

comunicación de la ciencia del Instituto de Astronomía. A Manuel Torres, director del Instituto de Física, por invitarme a participar en colaborar en acciones conjuntas de comunicación de la ciencia entre el ICN y el IF. En particular por haberme invitado a ver de cerca la visita de Beakman a la UNAM. A Aleida Rueda por contarme su experiencia en el Instituto de Física desde el periodismo de ciencia. A mi querida Luz Lazos, por todas las colaboraciones y pláticas interesantes, y por compartir conmigo sus experiencias en el Instituto de Fisiología Celular.

HAWC

Quiero agradecer al Dr. Lucas Nellen por haberme involucrado en la comunicación del proyecto HAWC y por haber hecho posibles numerosas visitas al sitio. Gracias a él pude tener un caso de estudio excepcional y observar el nacimiento de un observatorio de rayos gamma en México.

Introducción

El 23 de marzo de 2015, 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 de uno de los proyectos tecnocientíficos mexicanos más importantes de los últimos años: el Observatorio de Rayos Gamma HAWC (High Altitude Water Cherenkov). Los directores de varios institutos, los científicos y varios periodistas de ciencia, ataviados con gruesas chamarras, brindaron a cuatro mil metros de altura para celebrar el inicio de las observaciones del HAWC, después de siete años de arduo trabajo en el que participaron una gran cantidad de científicos y técnicos de 29 entidades académicas de México y 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 árboles¹ 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 trecientos 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, 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. También fueron los

¹ La tala de árboles en el sitio fue muy controversial, pues se estaba modificando una zona con especies endémicas dentro de un parque nacional protegido por la CEMARNAT. Los miembros de HAWC se comprometieron a reforestar la zona al terminar el proyecto. Por ello, cuando termine la vida útil del experimento se tendrán que destinar una cantidad importante de fondos para desmontar el sitio, preparar la tierra y plantar árboles.

encargados de dar servicios de alimentación y transporte a los científicos y los técnicos que participaron en el proyecto.

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. 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 que espero defender en este trabajo 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?

La comunicación de iniciativas de este tipo es uno de los retos más fuertes que actualmente enfrentan los miembros de las oficinas de comunicación de la ciencia en los institutos de investigación científica de todo el mundo, en particular aquellos que laboran en la Universidad Nacional Autónoma de México. Y es que hasta hace poco tiempo, los resultados de las investigaciones que se llevaban a cabo en estas dependencias y en los proyectos en los que participaban se

mantenían lejos de la opinión pública. Los científicos creían (y muchas veces aún creen) que la sociedad no está interesada en sus investigaciones o que no está preparada para entenderlas.

En los últimos años han aparecido oficinas de comunicación de la ciencia dentro de los institutos y los proyectos tecnocientíficos mexicanos, encargadas de comunicar los resultados de las investigaciones y de lograr un acercamiento con la sociedad. Por ser algo relativamente nuevo en nuestro país, las oficinas de comunicación de la ciencia tienen características diversas y sus labores no están bien definidas. El trabajo de los representantes suele ser de carácter multidisciplinario y variado, pues puede ir desde organizar eventos hasta editar una revista, o ser la cara del instituto en las gestiones de relaciones públicas con entidades culturales, educativas o gubernamentales.

En este trabajo doctoral, me propongo hacer una investigación de las oficinas de comunicación en los institutos de investigación científica, en particular en aquellos dedicados en temas relacionados con la física, tomando como base el análisis de la Unidad de Comunicación de la Ciencia del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, de la que fui coordinadora durante diez años. Posteriormente, compararé el proyecto de dicha oficina con algunos proyectos similares en México y en el extranjero para obtener un mejor entendimiento del papel que cumplen las oficinas y sus miembros en cada caso. Mi intención es que las conclusiones a este trabajo le sirvan como referente a los institutos que decidan crear nuevas oficinas de comunicación, o para los representantes de aquellas que ya existen.

Es importante mencionar que esta tesis doctoral se inserta dentro de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, y para su investigación se usaron herramientas de varias disciplinas, como la historia, la filosofía, la sociología y la antropología de la ciencia. Por ello, espero que también sirva como referencia para aquellos que deseen hacer investigación en el área de comunicación de la ciencia desde un punto de vista interdisciplinario.

Estructura de la tesis doctoral

Sección I: Las revoluciones de la comunicación de la ciencia

Iniciaré este trabajo doctoral los antecedentes históricos que fueron claves para la formación de las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos, centros y proyectos de física de México y del extranjero. Un caso de estudio particularmente importante para este trabajo, que analizaré en esta sección, es el de la creación de la oficina de comunicación de la ciencia de la NASA en el contexto de la carrera espacial entre Estados Unidos y Rusia.

Sección II

Continuaré con el marco teórico que usé para poder analizar la conformación, el funcionamiento y las acciones de comunicación de la ciencia de las oficinas de comunicación de distintos institutos de investigación científica. Este marco teórico se conformó con herramientas de la historia, la filosofía, la sociología y la antropología de la ciencia.

Sección III

Discutiré la teoría de los modelos de comunicación de la ciencia y analizaré aquellos que se usan más frecuentemente las oficinas de comunicación de la ciencia. También hablaré acerca de los medios que usan dichas oficinas para comunicar la ciencia y analizaré los públicos a los que se dirigen. Además, incluiré algunos casos de estudio de los problemas que pueden surgir al comunicar la ciencia desde un instituto de investigación científica.

Sección IV

Presentaré el análisis de los casos de las oficinas de comunicación de la ciencia que visité en los siguientes institutos en el extranjero: el CERN, la NASA, el Perimeter Institute, el Institute for Quantum Computing, el Observatorio Pierre Auger, el Instituto de Astrofísica de Canarias y Laboratorio Nacional del Gran Sasso.

Sección V

Analizaré los casos de las oficinas de comunicación de la ciencia de los siguientes institutos de la UNAM: el Instituto de Física, el Instituto de Astronomía y el Instituto de Ciencias Nucleares.

Sección VI

Haré una propuesta para un modelo normativo de comunicación de la ciencia para institutos de investigación científica. Además, discutiré lo que considero la conformación “ideal” para las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica. En particular hablaré de las características que considero esenciales en los jefes de comunicación de la ciencia en estas instancias.

Anexos

Incluyo cuatro anexos sobre los conceptos científicos que se mencionan en algunas secciones con el objetivo de facilitar la lectura de este trabajo a aquellos lectores que no estén familiarizados con la física de altas energías y las ondas gravitacionales.

Sección I: Las revoluciones de la comunicación de la ciencia

La ciencia nació como un conocimiento para iniciados o sabios. En muchos momentos de la historia han existido sociedades científicas o individuos que mantienen en secreto sus descubrimientos. Pensemos, por ejemplo, en la Secta Pitagórica, cuyos miembros eran astrólogos, matemáticos, filósofos y músicos, que pensaban que la esencia de todas las cosas es el número. Para pertenecer al grupo había que jurar secrecía; aquellos que no mantenían su promesa, podían enfrentar la pena de muerte. Posteriormente, durante algunos siglos, la ciencia se desarrolló al abrigo de las cortes, por lo que sus resultados alcanzaban un público muy restringido. No fue sino hasta el siglo XVII que la ciencia empezó a alcanzar a un grupo más amplio de individuos con el surgimiento de la esfera pública en algunos países como Inglaterra y Francia.²

El filósofo de la ciencia Javier Echeverría identifica cuatro revoluciones en la historia de la ciencia: la revolución científica, la revolución industrial, la revolución tecnocientífica y la revolución informacional. En cada una de ellas podemos encontrar grupos o personajes que impulsaron un cambio en el modo en que se concebía la comunicación del conocimiento. Veremos que, a lo largo de la historia, el interés por guardar el saber científico en secreto se transformó en una fuerte necesidad de comunicarlo. Para efectos de esta tesis es importante tener en cuenta dichas revoluciones, con el fin de identificar las distintas etapas históricas de la comunicación de la ciencia, y algunos de los problemas a los que se enfrenta en el siglo XXI. En esta discusión se usarán ejemplos relacionados con la física, pues es

² En su artículo "The Habermasian Public Sphere and Science in the Enlightenment" Thomas Bauman sitúa el surgimiento de la "esfera pública" entre los siglos XVII y XVIII. Este concepto, acuñado por Jürgen Habermas, se refiere a "la expresión cultural y política de la conciencia colectiva de los miembros de la sociedad civil". En esta época surgieron nuevos espacios de socialización, como los cafés, los salones y las logias masónicas en los centros urbanos, y hubo un aumento en los periódicos que se publicaban. En estos espacios había discusiones críticas acerca de temas políticos, literarios y científicos, que con frecuencia se publican en la prensa. Aunque en teoría en estos espacios no se excluía a nadie, en la práctica solamente estaban conformados por los miembros de la burguesía.

el área científica que nos ocupa, en este trabajo. Las etapas que identifica Echeverría y que discutiremos brevemente a continuación son las siguientes: la **revolución científica**, la **revolución industrial**, la **revolución tecnocientífica** y la **revolución informacional**.

1.1 La revolución científica

En primer lugar, Echeverría habla de la **revolución científica**, que se inició en las últimas décadas del siglo XVI. Sus representantes rompieron con los moldes aristotélicos y escolásticos del mundo que habían predominado durante el medievo. Este cambio se produjo en algunos países europeos (por ejemplo, Holanda, Gran Bretaña, Francia y Alemania) y se propagó al resto de Europa y a Norteamérica. La revolución científica afectó en primer lugar a las matemáticas, la astronomía, la física y la medicina; posteriormente, contribuyó a la matematización del conocimiento y a la metodología experimental de otras disciplinas científicas. Para impulsar estas ideas, se crearon sociedades científicas, observatorios astronómicos y laboratorios.

Uno de los principales representantes de la llamada revolución científica fue el astrónomo italiano Galileo Galilei. Uno de sus libros más importantes, el *Siderus Nuncius*, escrito en 1610, marca un cambio en la concepción del mundo de la época.

Tiempo después, en 1629, Galileo terminó de escribir el *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, que estaba redactado en italiano, para permitir que una mayor cantidad de gente pudiera involucrarse en los debates científicos. Algunos historiadores identifican este texto como el primero de divulgación de la ciencia de la historia.

En la época en la que vivió Galileo, también se empezaron a crear las sociedades científicas. Galileo perteneció a una de dichas agrupaciones llamada *La Accademia Nazionale dei Lincei*, que fue fundada en 1603 por Federico Cesi y que formaba parte de la esfera pública. Galileo fue admitido en dicha agrupación el 25 de diciembre de 1611 y se convirtió en uno de sus miembros más importantes. La academia publicó sus obras y lo apoyó durante sus disputas con la Iglesia, que condenaba su visión del mundo.

1.2 La revolución industrial

Durante el siglo XVIII, Europa vivió una etapa histórica en la que se consideraba que la razón era el valor más importante, conocida como la Ilustración. Esta etapa incorporaba la idea de que “la humanidad estaba en proceso de avanzar socialmente, de modo que el futuro sería mejor” (Gribbin 2003: 241). Es interesante señalar que estas ideas sobre la racionalidad fueron impulsadas por varias teorías científicas, entre ellas la mecánica newtoniana, que proponía una descripción matemática del mundo. Fue un momento de asimilación y de diseminación de los nuevos modelos del mundo que habían surgido en los siglos XVI y XVII.

Durante este periodo surgieron nuevas maneras de socializar como las “casas de café”, los salones y las logias masónicas. En dichos espacios se discutían los temas que le interesaban a la burguesía de la época: los nuevos cánones literarios y artísticos, los dogmas religiosos y los descubrimientos científicos y médicos. También creció el número de periódicos que presentaban noticias relacionadas con la ciencia y con la medicina. En palabras de Ana María Sánchez Mora, durante esta época “se realiza una divulgación característica de la Ilustración, dirigida a cualquiera, sin erudiciones y en lenguaje ordinario; es necesario matizar que su receptor es una idealización, pues no cualquiera puede leerla y menos adquirirla” (Sánchez Mora 2010: 61)

En el contexto del racionalismo que nutrió la filosofía ilustrada, en Inglaterra se abrió paso la **revolución industrial**, cuyas manifestaciones más relevantes se dieron en el campo de la innovación tecnológica y dieron lugar a cambios significativos en la agricultura, los transportes y la minería. Por ejemplo, se empezaron a usar máquinas de vapor y máquinas para producir textiles y distintos artefactos que ayudaron al crecimiento de varias industrias. Mientras que la tecnología empezaba a formar parte del contexto de los individuos, el conocimiento científico empezó a difundirse a los sectores privilegiados de la sociedad. Como comenta Ana María Sánchez Mora, “en el seno de la nobleza se impone la moda científica, con manifestaciones como los gabinetes de curiosidades, las colecciones de todo tipo y los salones científico-sociales, donde se discuten las nuevas ideas” (Sánchez Mora 2010: 60). El conocimiento científico se volvió parte de un comercio

de lujo, y “la moda hizo posible la innovación científica y aseguró igualmente que la ciencia se convirtiera en parte de la vida diaria de los habitantes de la ciudad, particularmente los ricos (Spary, 1999: 13).

Asimismo, este periodo se caracterizó por la ampliación de la esfera pública hacia otros actores sociales como empresarios, artesanos y comerciantes, entre otros, quienes formaron asociaciones cultas en las que se difundieron los avances científicos y tecnológicos que impulsaban el crecimiento industrial. Estas agrupaciones celebraban sesiones públicas y frecuentemente publicaban periódicos donde difundían el conocimiento científico a un público más amplio.

Este fenómeno continuó desarrollándose a lo largo del siglo XIX, al tiempo que las disciplinas científicas se especializaban y sus prácticas adquirían un novedoso estatuto social, como consecuencia de la institucionalización de las ciencias. En este contexto surgió la necesidad de contar con un intermediario para difundir los productos científicos al público en general y con ello, el movimiento de popularización de la ciencia. Algunas de sus manifestaciones importantes fueron las exposiciones de ciencia y tecnología, las publicaciones periódicas, y las pláticas en foros públicos.

1.3 La revolución tecnocientífica

De acuerdo con Javier Echeverría, “los países que promovieron la colaboración entre la ciencia, la tecnología y la industria, como Inglaterra y Francia, se convirtieron en grandes potencias en el siglo XIX, en detrimento de antiguas potencias (España, Portugal, Turquía) que no dieron el paso a la nueva sociedad científico-industrial” (Echeverría 2003: 10). En este momento se inició el proceso de crecimiento económico de los Estados Unidos, que se consolidaría durante la **revolución tecnocientífica** del siglo XX. “Esta revolución se inició en los Estados Unidos, en la época de la Segunda Guerra Mundial, se consolidó con la Guerra Fría y, ulteriormente, se ha ido extendiendo a otros países, en particular a Japón y a Canadá. [...] Así como la ciencia moderna fue una creación europea, la tecnociencia contemporánea tiene una fuente impronta norteamericana” (Echeverría 2003: 10). Echeverría distingue tres etapas principales dentro de la revolución tecnocientífica:

Primera etapa (1940–1965). En esta etapa emerge la **macrociencia** (Big Science)³. La investigación básica desempeñó un papel fundamental como motor de la macrociencia, sobre todo en el ámbito de la física, pero también en la química y las matemáticas.

Segunda etapa (1966–1976). Tras una etapa de estancamiento provocada por el fracaso norteamericano en la guerra de Vietnam y por el gran movimiento social que se suscitó en los EE. UU. y en Europa contra la macrociencia militarizada (mayo de 1968), en el último cuarto de siglo surgió **la tecnociencia**⁴ propiamente dicha, impulsada por algunas grandes empresas, más que por los Estados, y centrada en el desarrollo de nuevas tecnologías. La tecnociencia procede de los EE.UU., aunque se ha expandido rápidamente a otros países. El actual predominio económico, político, diplomático y comercial de los EE. UU. proviene, entre otras razones, de su liderazgo tecnocientífico. Esta etapa transforma la práctica científico–tecnológica, generando una nueva estructura, los sistemas nacionales de ciencia y tecnología.

Tercera etapa (1977 hasta la fecha). La revolución informacional. Se inició en las últimas décadas del siglo XX. La vinculación entre la tecnociencia y la emergente sociedad de la información es estrechísima, por lo que dicha alianza puede ser comparada con la que mantuvieron la ciencia y la tecnología moderna con la revolución industrial.

³ La noción de macrociencia o Gran Ciencia (Big Science) fue sugerida en los años sesenta del siglo XX por Alvin Weinberg quien propuso el siguiente criterio económico para definirla: para que un proyecto sea considerado tecnocientífico es preciso que su realización requiera una parte significativa del producto interno bruto (PIB) de un país. Conforme a este criterio, la diferencia entre ciencia y macrociencia es presupuestaria. Por otro lado, para el historiador de la ciencia Bruce Hevly, la macrociencia se caracteriza por: a) la concentración de recursos en un número muy limitado de centros de investigación; b) la especialización de la fuerza de trabajo en los laboratorios; c) el desarrollo de proyectos relevantes desde el punto de vista social y político, que contribuyen a incrementar el poder militar, el potencial industrial, la salud o el prestigio de un país; d) la relación entre ciencia y tecnología toma nuevas formas, que han influido en la naturaleza de ambas; e) la macrociencia requiere la interacción entre científicos, ingenieros y militares.

⁴ La revolución tecnocientífica está basada en un cambio radical de la estructura de la actividad científica. Modificó los objetivos de la ciencia, las comunicades científicas, los modos de organización de la investigación y los criterios de valoración de los resultados. En particular, produjo una profunda simbiosis entre ciencia y tecnología.

La segunda y la tercera etapa de la tecnociencia son las más relevantes para este trabajo, pues sus implicaciones sociales y culturales están estrechamente ligadas a los problemas de la comunicación de la ciencia en el siglo XXI. Así, en esta tesis no solamente hablaremos acerca de la comunicación de la ciencia, sino también de la **comunicación de la tecnociencia**.

1.5 La macrociencia

Javier Echeverría señala que una de las diferencias más importantes entre la **Pequeña Ciencia** (en los siglos XVII, XVIII y XIX)⁵ y la **Gran Ciencia** (siglo XX) consiste en que esta última “se caracteriza ante todo por la emergencia, consolidación y desarrollo estable de un sistema científico–tecnológico que da lugar a un nuevo modo de producción de conocimiento. [...] La primera fase de la Tecnociencia, la **Gran Ciencia**, surgió en Estados Unidos, en la época de la Segunda Guerra Mundial, en el contexto de la física matemática militarizada” (Echeverría 2009: 28). El proyecto más representativo de esta etapa es el Proyecto Manhattan en Los Álamos, EE. UU., “auténtico paradigma de la macrociencia, que condujo a la fabricación de las primeras bombas atómicas” (Echeverría 2009: 26). A continuación, analizaremos este proyecto, para puntualizar algunas de las características de los proyectos tecnocientíficos y para identificar algunos de los problemas relacionados con la comunicación de la ciencia que surgen en este tipo de iniciativas.

El Proyecto Manhattan surgió en 1939 como un programa de investigación y de desarrollo tecnológico, cuyo objetivo era construir la primera bomba atómica. El líder militar del proyecto era el general Leslie Groves de la armada estadounidense; el director científico del proyecto era el físico norteamericano Robert Oppenheimer. Este último reclutó a algunos de los mejores científicos y técnicos de la época para trabajar en el proyecto. Entre ellos se encontraban el físico italiano Enrico Fermi⁶ y

⁵ Es interesante observar que autores como Steven Harris, en su artículo “Long-Distance Corporations, Big Sciences and the Geography of Knowledge”, considera que las expediciones científicas que iniciaron en el siglo XVI son Big Science.

⁶ Enrico Fermi (1901–1954) fue un físico italiano conocido por su trabajo en la construcción del primer reactor nuclear y por sus contribuciones al desarrollo de la física cuántica y de la mecánica estadística. En 1938 se le otorgó el Premio Nobel de Física.

el físico estadounidense Richard Feynman⁷, además de varios ganadores del premio Nobel.

La **integración de científicos y tecnólogos** es fundamental para el desarrollo de los proyectos de la macrociencia, pues, como comenta Echeverría, “un proyecto macrocientífico no sólo persigue objetivos ligados al conocimiento científico. También pretende generar avances y mejoras en las tecnologías disponibles” (Echeverría 2009: 30).

Por otra parte, una característica importante de los proyectos de esta época es que contaban con **financiamiento gubernamental**.⁸ Este fue el caso del proyecto que nos ocupa, al que se le asignaron cerca de 2 mil millones de dólares para desarrollar una bomba atómica. El laboratorio de Los Álamos se abrió en 1943, y se construyó *ex profeso* para llevar a cabo el Proyecto Manhattan con una complicada infraestructura,⁹ diseñada para trabajar eficientemente y para poder hospedar a la gran cantidad de gente que trabajaba en él:

Quando el Laboratorio de Los Álamos abrió en marzo de 1943, cerca de cien científicos, ingenieros y administrativos se unieron a la nueva comunidad; seis meses después, había unas 3500 personas viviendo en el área. Para el verano de 1945, el proyecto de Oppenheimer había hecho que el lugar se convirtiera en una pequeña ciudad de al menos 4000 civiles y 2000 hombres uniformados. Vivían en 300 departamentos, 52 dormitorios y

⁷ Richard Feynman (1918–1988) fue un físico estadounidense, considerado uno de los más importantes del siglo XX. Su trabajo en electrodinámica cuántica le valió el Premio Nobel de Física en 1965, compartido con Julian Schwinger y Sin-Ichiro Tomonaga. El reconocimiento se le otorgó por desarrollar un método para estudiar las interacciones y propiedades de las partículas subatómicas usando los llamados diagramas de Feynman.

⁸ De acuerdo con Echeverría, el Gobierno Federal de los EE. UU. decidió impulsar la investigación básica, involucrándose activamente en el fomento de la ciencia, todo ello con el fin de incrementar considerablemente el poder militar y comercial de los EE. UU. Se rompía así una tradición de no intervención federal en los asuntos científicos, que se había mantenido durante el siglo XIX y comienzos del siglo XX (Echeverría 2009, 29).

⁹ De acuerdo con Echeverría, “la macrociencia no fue desarrollada únicamente por los laboratorios, sino por un complejo de industrias científicas gestionadas y dirigidas conforme a modelos de organización empresarial y militar. A la ciencia académica se le superpuso un entramado industrial, político y militar que modificó radicalmente la organización de la investigación. Aun manteniendo su tradicional autonomía en los laboratorios, parte de la ciencia se industrializó, es decir, se convirtió en una empresa auxiliar de los grandes proyectos científico-tecnológicos. Como resultante de la estrategia se estableció lo que después fue llamado *contrato social de la ciencia* entre científicos, ingenieros, políticos, militares y corporaciones industriales (Echeverría 2009: 31).

cerca de 200 tráilers. En el área técnica había 37 edificios, incluyendo un área de purificación del plutonio, una fundidora, una biblioteca, un auditorio y decenas de laboratorios, bodegas y oficinas (Bird 1992: 210)¹⁰.

Los científicos, técnicos, administrativos y militares que trabajaban en el laboratorio de Los Álamos, que se convirtió en una especie de fábrica científica, debían mantener en secreto las investigaciones que se llevaban a cabo en el interior. La Oficina Federal de Investigación de los Estados Unidos (FBI, por sus siglas en inglés) vigilaba constantemente a los participantes del proyecto, aun cuando se encontraba fuera de Los Álamos. De acuerdo con Echeverría, mantener en secreto los descubrimientos científicos es una de las características comunes de los proyectos pertenecientes a la **macrociencia militarizada**.¹¹ Por otra parte, aunque los científicos que trabajaban en el Proyecto Manhattan llevaron a cabo descubrimientos importantes en el área de la fisión nuclear, que hicieron posible la construcción de la primera bomba atómica, el gobierno estadounidense los mantuvo al margen de las discusiones acerca de cómo se usaría el artefacto. De acuerdo con Kai Bird en su libro *American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer*:

A finales de 1944, varios de los científicos que trabajaban en Los Álamos empezaron a levantar la voz acerca de sus dudas éticas sobre el “artefacto”. Robert Wilson, el jefe de la división experimental del proyecto, tuvo una “larga discusión con Oppenheimer acerca de cómo podría usarse”. Todavía

¹⁰ En el original en inglés: When Los Alamos opened in March 1943, a hundred scientists, engineers and support staff converged on the new community; within six months there were a thousand and a year later there were 3,500 people living on the Mesa. By the summer 1945, Oppenheimer’s wilderness outpost had grown into a small town of at least 4000 civilians and 2000 men in uniform. They lived in 300 apartment buildings, fifty-two dormitories and some 200 trailers. The “Technical Area” alone enclosed thirty-seven buildings, including a plutonium purification plant, a foundry, a library, an auditorium and dozens of laboratories, warehouses, and offices.

¹¹ De acuerdo con Echeverría, “muchos de los macroproyectos científicos tuvieron apoyo y financiación militar, sobre todo en sus primeras fases de desarrollo. Por lo tanto, fueron secretos, contrariamente a la tradición de la ciencia moderna, basada en la publicación de los resultados de la investigación. Frente a la autonomía tradicional de los científicos a la hora de determinar lo que hay que publicar, las agencias militares de I+D introdujeron nuevos valores en la práctica científica (secreto, disciplina, lealtad, patriotismo, etc.). Durante la guerra mundial, un número importante de científicos e ingenieros fue militarizado” (Echeverría 2009: 33).

había nieve en los suelos cuando Wilson buscó a Oppenheimer y le propuso que tuvieran una reunión formal para discutir el tema de manera más profunda. “Él trató de convencerme de no hacerlo”, comentó posteriormente Wilson, “diciendo que me metería en problemas con el G-2, la gente de seguridad” (Bird: 287).

Al principio del proyecto, el objetivo era construir una bomba antes que los alemanes para derrotar a Adolf Hitler en la guerra. Sorpresivamente, el 30 de abril de 1945 Hitler se suicidó, y ocho días después Alemania se rindió, antes de que se hubiera terminado de construir la bomba. Muchos de los científicos que participaron en el Proyecto Manhattan pensaron que la bomba se desmantelaría, pues la guerra había terminado. La esperanza se esfumó cuando el gobierno de Estados Unidos usó una bomba atómica para bombardear Hiroshima el 6 de agosto de 1945 y otra para bombardear Nagasaki el 9 de agosto del mismo año.

Harry Truman, el Presidente de los Estados Unidos, anunció el bombardeo con un comunicado de prensa, del modo siguiente:

Hace dieciséis horas, un avión norteamericano tiró una bomba en Hiroshima y destruyó al enemigo. La bomba tenía un poder mayor al de 20,000 toneladas de dinamita. Tenía más de dos mil veces el poder destructivo del “Grand Slam”, la bomba más grande que se ha usado en la historia de la guerra. Los japoneses iniciaron la guerra desde el aire en Pearl Harbor. Les regresamos el golpe con gran poder. Y el fin no ha llegado aún. Con esta bomba hemos creado un nuevo y revolucionario instrumento para incrementar la destrucción, que complementa el poder de nuestras fuerzas armadas. Actualmente estas bombas están en producción y otras nuevas y más potentes están en desarrollo. Es una bomba atómica y está hecha usando el poder básico del universo. La fuerza desde la cual el sol obtiene su poder se ha liberado sobre aquéllos que trajeron la guerra al lejano Este.¹²

¹² En el original en inglés: “Sixteen hours ago an American airplane dropped one bomb on Hiroshima, an important Japanese Army base. That bomb had more power than 20,000 tons of TNT. It had more than 2,000 times the blast power of the British “Grand Slam,” which is the largest bomb ever yet used in the history of warfare. The Japanese began the war from the air at Pearl Harbor. They have been

Se estima que murieron cerca de 140000 personas en Hiroshima y 80000 en Nagasaki. Estas explosiones marcaron uno de los capítulos más terribles de la historia de la humanidad y uno de los momentos más tristes de la historia de la ciencia.

Hasta el momento de este anuncio y desde el inicio del Proyecto Manhattan, la sociedad norteamericana quedó al margen de los debates sobre el uso que se le daría a la tecnología nuclear en general y en particular a las bombas que se construyeron. Durante ese tiempo, los individuos estuvieron expuestos a una fuerte campaña propagandística a favor de la guerra y de las nuevas tecnologías para “vencer al enemigo”, sin recibir información sobre el poder destructivo de la bomba: en aquel momento, los valores militares predominaron sobre los valores científicos tradicionales. De acuerdo con Brian Balog, en un primer momento los ciudadanos norteamericanos aplaudieron el uso del letal artefacto:

Los norteamericanos aprobaron el uso de la bomba contra Japón, y decidieron que había sido responsable por el fin de la Guerra. Aunque recientemente los historiadores han propuesto que los japoneses se habrían rendido sin el uso de la bomba, la mayoría de los norteamericanos no cuestionaron la decisión de bombardear Hiroshima y Nagasaki. Para ellos, la bomba fue un factor decisivo para terminar la guerra sin arriesgar más vidas norteamericanas. El número de la revista *Life* que apareció el 17 de septiembre resumió el sentir de la gente con un encabezado junto a la imagen de la nube en forma de hongo: “¿Qué fue lo que terminó la guerra?: la bomba atómica” (Balog 1999: 29).

Por varios años, el público norteamericano se mostró ambivalente ante el uso de las bombas atómicas, en parte porque las fotografías de la masacre se mantuvieron

repaid manyfold. And the end is not yet. With this bomb we have now added a new and revolutionary increase in destruction to supplement the growing power of our armed forces. In their present form these bombs are now in production, and even more powerful forms are in development. It is an atomic bomb. It is a harnessing of the basic power of the universe. The force from which the sun draws its power has been loosed against those who brought war to the Far East.

en secreto, como documentos clasificados. Algunos de los científicos que trabajaron en el Proyecto Manhattan empezaron a condenar el uso del artefacto. Entre ellos, Oppenheimer, el director científico del proyecto, dijo en una reunión de la Sociedad Filosófica Norteamericana:

Hemos hecho una cosa, un arma terrible [...] que ha alterado abrupta y profundamente la naturaleza del mundo ... una cosa que vista por cualquier estándar del mundo en el que crecimos es una cosa diabólica. Y al hacerlo, hemos hecho que surja nuevamente la pregunta de si la ciencia es algo bueno para el hombre (Bird 2005: 323).¹³

Esta última frase resume el sentimiento que prevaleció años después cuando se iniciaron las protestas por la bomba atómica, cuando se dejó de percibir a la ciencia como una fuente de bienestar y progreso, para convertirse en una fuente de peligro. A partir de entonces, la palabra “nuclear” adquirió en el imaginario popular una connotación negativa, que lejos de asociarse con los estudios atómicos del núcleo, alude al poder destructivo de las bombas atómicas. Como comenta Ana María Sánchez Mora:

Hasta entonces la ciencia, a los ojos de la gente, había sido ajena, inútil, incomprendible, o cuando mucho amoral. En 1945 se arroja sobre una población civil la primera bomba atómica, un arma con un potencial destructivo que nunca se había imaginado, producto de una avanzada capacidad científica, tecnológica e industrial. La ciencia ahora era poderosa, despiadada, maligna; en manos de los políticos, una combinación letal. A esta justificada percepción pública, plasmada en una crítica social a la que muchos literatos prestaron su pluma, se sumaron miembros del *establishment* científico genuinamente preocupados por el futuro del mundo. Mientras tanto, se gestaba la “Guerra Fría” (Sánchez Mora 2010: 63).

¹³ En el original en inglés: “We have made a thing, a most terrible weapon [...] that has altered abruptly and rofoundly the nature of the world... a thing that by all the standards of the world we grew up in is an evil thing. And by so doing ... we have raised again the question of wheter science is good for man”.

Las primeras protestas antinucleares tuvieron lugar en los años cincuenta y sesenta del siglo pasado. Por ejemplo, en 1961 se llevó a cabo una manifestación en la que cerca de cincuenta mil mujeres marcharon en sesenta ciudades estadounidenses para protestar contra el uso de bombas atómicas. Las protestas se extendieron por todo el mundo y continúan hasta la fecha. No obstante estas protestas, los Estados Unidos y otras potencias mundiales siguieron construyendo bombas atómicas.

Durante la etapa de la Gran Ciencia, Echeverría identifica otros proyectos que no tuvieron fines bélicos, por ejemplo, el Radiation Laboratory de Berkeley, el Radiation Laboratory del MIT, el proyecto ENIAC de la Moore School de Pennsylvania. Aunque los objetivos de varios de ellos no eran militares, sus descubrimientos se mantuvieron en secreto simplemente porque los científicos carecían de interés por divulgarlos.

1.4 La tecnociencia

Al término de la Segunda Guerra Mundial, el mundo atravesó por la llamada Guerra Fría, un estado de conflicto político, militar y económico entre el “mundo comunista”, encabezado por la Unión Soviética, y el capitalismo del “mundo occidental”, encabezado por los Estados Unidos. Los dos grupos poseían bombas atómicas, que de ser usadas destruirían el planeta. Las bombas no fueron usadas, pero el conflicto se materializó por medio de colisiones militares, espionaje, propaganda y carreras de construcción de arsenales atómicos. Como señala J. M. Roberts, el orden político del mundo parecía estar “congelado”:

Durante el año de 1950 inició un periodo de dos y media décadas durante las cuales el tema central del orden político mundial parecía congelado, a pesar de que los desarrollos revolucionarios iban hacia otra dirección. Después se aceleró la velocidad del cambio, que alcanzó su clímax en los años ochenta. Para el inicio de los años noventa, las fronteras entre los países que se habían asumido como permanentes por treinta años desaparecieron de la noche a la mañana; otras más fueron puestas en duda. Pero esto fue después de un largo periodo de tiempo en que un amargo

antagonismo entre la Unión Soviética y los Estados Unidos opacó casi todos los otros aspectos de la vida internacional. Desde luego que esta no era la única fuerza que modificaba el curso de la historia, y tampoco era la más importante de la época, pero la Guerra Fría es un tema central y el principio de muchos movimientos históricos posteriores (Roberts 2000: 460).¹⁴

Durante la Guerra Fría, los Estados Unidos y la Unión Soviética se enfrascaron en una carrera tecnocientífica. Dicha carrera tenía como una de sus vertientes principales la carrera espacial, que se inició en 1957 con el lanzamiento de Sputnik I, el primer satélite artificial en orbitar la Tierra. El público estadounidense vivió el momento con pánico pues un satélite ruso volaba sobre su país. El periódico *New York Times* publicó una nota que resumía el sentimiento general: Estados Unidos había entrado en una carrera por la supervivencia. Así, las dos potencias mundiales iniciaron una competencia para ser los primeros en llegar a la Luna, y así obtener el control del espacio. En el libro *Space Race: The Battle to Rule the Heavens*, Deborah Cadbury comenta la importancia que en aquella época representaba ganar la carrera espacial:

La victoria en esta carrera significaba más que solamente recolectar rocas o plantar banderas en un páramo desolado. El desarrollo de misiles y cohetes iba de la mano con la lucha para desarrollar la capacidad de lanzar bombas atómicas, de espiar al enemigo y de controlar el espacio. Sobre todo, la carrera espacial se convirtió en una lucha abierta entre el capitalismo y el comunismo. La victoria no solamente era una cuestión de

¹⁴ By the year 1950, there had begun a period of two and a half decades during which the central characteristics of the world political order seemed to be frozen and irremovable, even if revolutionary developments were going elsewhere. Then came a renewed quickening of the pace of change, reaching climax in the 1980s. By 1990, landmarks taken for granted for thirty years and more would disappear (sometimes overnight) and others were already called into question. But this was after a long time during most of which prolonged and bitter Soviet-American antagonism overshadowed almost every other part of international life. I was far from the only force shaping history, and perhaps not the most fundamental in those years, but Cold war is a central theme running through them and the one with which to begin.

orgullo. La seguridad nacional y la estabilidad global también estaban en juego (Cadbury 2006:1).¹⁵

Como una reacción a la crisis de confianza que se generó entre el público estadounidense y su gobierno por el lanzamiento del Spútnik, el gobierno estadounidense creó una agencia que se encargaría de llevar a Estados Unidos al espacio. Por ello, la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés) inició sus labores el primero de octubre de 1958. Así, en medio de un conflicto político y militar, surgió un proyecto megacientífico que produjo una gran cantidad de adelantos científicos y tecnológicos. Al respecto, Javier Echeverría comenta lo siguiente:

El programa espacial de la NASA se llevó a cabo por razones de prestigio nacional en el contexto de la guerra fría, sin perjuicio de que su realización acarrearía también importantes descubrimientos científicos y avances tecnológicos indudables. Los objetivos propiamente científicos y tecnológicos estuvieron subordinados en todos esos casos a las metas de otra índole que habían definido los promotores y financiadores de dichos proyectos macrocientíficos (Echeverría 2003: 38).

Durante varios años después de la creación de la NASA, Rusia siguió a la cabeza de la carrera espacial, lanzando en 1961 una nave tripulada por Yuri Gagarin, el primer hombre en orbitar la tierra. Para alcanzar a los rusos en la carrera espacial, la NASA inició varios proyectos sumamente ambiciosos. Entre ellos, se inauguró el Proyecto Mercurio,¹⁶ que investigaba la posibilidad de que los seres humanos

¹⁵ En el original en inglés: Victory in this race meant more than just collecting moon rocks or planting flags on a barren wasteland. The development of missiles and rockets went hand in hand with the struggle to develop the capacity to deliver nuclear weapons, to spy the enemy and to control space. Above all, the space race became an open contest between capitalism and communism. Victory was not just a matter of pride. National security and global stability were at stake.

¹⁶ El programa Mercurio fue el primer programa espacial norteamericano con naves tripuladas se inició el 7 de octubre de 1958, un año y tres días después de que los soviéticos pusieran en órbita al satélite Sputnik 1. Durante el programa Mercurio, los ingenieros estadounidenses tuvieron que diseñar una nave segura que permitiera a los astronautas llegar hasta la órbita terrestre. Algunos de los retos tecnológicos de la misión consistieron en construir una nave que mantuviera una temperatura adecuada que protegiera a los astronautas de la radiación. La nave tenía que resistir la

podrían sobrevivir en el espacio y el proyecto Gemini¹⁷, en el que se construyó una nave especial capaz de llevar a dos astronautas al espacio.

Al mismo tiempo que se creó la NASA se iniciaron las funciones de su gabinete de prensa, encargado de publicitar los logros de la agencia estadounidense, no solo dentro de Estados Unidos, sino también alrededor del mundo. La creación de esta oficina es de suma importancia para este trabajo, pues marca el surgimiento de oficinas de comunicación de la ciencia en institutos, centros y agencias de investigación científica.

El primer jefe de la Oficina de Información Pública de la NASA fue Walter T. Bonney, quien le dio un giro claramente propagandístico a las acciones de comunicación de la agencia. De acuerdo con Bruce Lewenstein en su artículo “NASA and the Public Understanding of Space Science”, “Bonney consideraba que su misión era llevar a cabo acciones tradicionales de comunicación — escribir discursos, boletines de prensa y reportajes especiales, contestar preguntas, preparar las presentaciones para solicitar el presupuesto anual al Congreso y realizar publicaciones internas” (Lewenstein 1993: 251). Estaba más interesado en publicar noticias que en divulgar la ciencia. En sus primeros nueve meses de vida, la Oficina de Información Pública de la NASA publicó más de 50 boletines de prensa, 36 discursos, 50 biografías y otros 50 paquetes de información (o *kits* de prensa) de distintos tipos. Para llevar a cabo esta enorme cantidad de trabajo Bonney tenía un equipo de 25 personas que tenían largas jornadas laborales. Es sumamente interesante observar la gran cantidad de información que se producía y la frecuencia con la que la presentaban ante el público estadounidense norteamericana. Lewenstein comenta que, desde el momento de creación de su oficina de prensa, la NASA definió la “apropiación pública de la ciencia” como “apreciación pública de

entrada a la atmósfera terrestre. En 1962, dentro de este proyecto, el astronauta John Glenn se convirtió en el primer estadounidense en orbitar la Tierra, siguiendo los pasos del ruso Yuri Gagarin.
¹⁷ El 25 de mayo de 1961, el presidente John F. Kennedy anunció que Estados Unidos debería comprometerse a llevar un hombre a la Luna y regresarlo a la Tierra, antes del final de la década. Para lograrlo, se crearon el programa Apolo y el programa Gemini. Este último fue concebido para probar las técnicas necesarias para el programa Apolo. En él, los astronautas de la NASA aprendieron a vivir en el espacio, a realizar los primeros paseos espaciales y a llevar a cabo maniobras de acoplamiento entre dos naves.

los beneficios de las misiones de la NASA”. Esta línea rectora continúa hasta este momento.

Una de las acciones más exitosas de la NASA, en términos publicitarios de la ciencia y la tecnología, fue la transmisión de la llegada del primer hombre a la Luna dentro de la Misión Apolo 11, momento que definió el triunfo de Estados Unidos en la carrera espacial. De acuerdo con la página oficial del proyecto Apolo 11, dentro del portal de la NASA, su objetivo principal “era completar la meta nacional, propuesta por el Presidente John F. Kennedy el 25 de mayo de 1961: lograr que una tripulación aterrizara en la Luna para después regresar a la Tierra”.¹⁸ Se tenía planeado que el Apolo 11 despegara de Cabo Kennedy el 16 de julio de 1969, con el comandante Neil Armstrong, el piloto del módulo de comando Michael Collins y el piloto del módulo lunar Edwin “Buzz” Aldrin.

La emoción del público estadounidense por el momento de esta transmisión se ha recreado una y otra vez en series de televisión como *The Wonder Years*¹⁹ y en películas como *The Dish*²⁰.

El 6 de julio de 1969, la NASA emitió un “kit de prensa” con el título *Apolo 11 Lunar Landing Mission*. El kit consistía en un texto sumamente detallado de más de 200 páginas, escrito con una máquina mecánica, en el que se detallan las especificaciones técnicas de la misión, incluyendo varios dibujos del cohete y de su llegada a la Luna. Este tipo de boletines eran parte de una política de la NASA en la que se esperaba informar al público sobre las dificultades técnicas de la misión y sus riesgos, en caso de que esta fallara, como sucedió en el famoso caso del *Challenger*²¹.

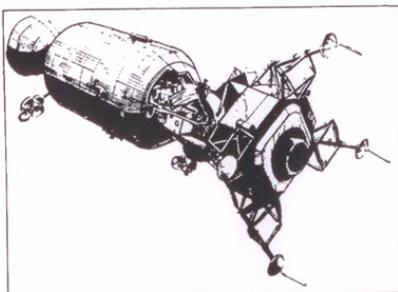
¹⁸ Página de la Misión Apolo 11 dentro del portal oficial de la NASA: https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html

¹⁹ *The Wonder Years* (*Los años maravillosos* en español) es una serie de televisión norteamericana que se empezó a transmitir en 1988 y que retrata los problemas sociales y acontecimientos históricos de Estados Unidos en el periodo de 1968 a 1973, vistos a través de los ojos del personaje principal Kevin Arnold.

²⁰ *The Dish* (2008) es una película australiana que retrata la historia del Observatorio Parkes de Australia en la transmisión de la llegada del hombre a la Luna.

²¹ El transbordador espacial *Challenger* fue lanzado por primera vez el 4 de abril de 1983, y completó nueve misiones antes de desintegrarse a los 73 minutos de lanzamiento en su décima misión, el 28 de enero de 1986, causando la muerte de sus siete tripulantes.

APOLLO 11 — Descent To Lunar Surface



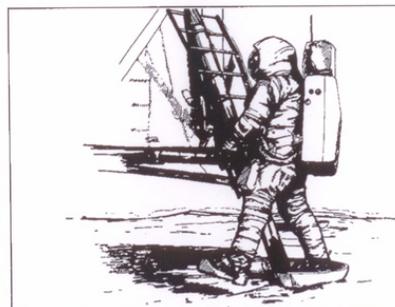
Transfer To LM



Separation Of LM From CSM



Landing On Moon



First Step On Moon

Boletín de prensa de la llegada del hombre a la Luna

El *kit* también incluye una descripción de la misión y explica el funcionamiento de las partes mecánicas de la nave Apolo 11, la trayectoria que seguiría la nave para llegar a la Luna, e incluso un programa detallado de las caminatas de los astronautas en la superficie lunar. El texto se inicia del modo siguiente:

Apolo 11

Los Estados Unidos lanzarán una nave tripulada por tres hombres que viajará hacia la Luna el 16 de julio, con el objetivo de que dos astronautas bajen a explorar la superficie lunar cuatro días después. Si la misión, llamada Apolo 11, es exitosa, el hombre logrará el sueño que ha acariciado durante un largo tiempo de caminar sobre otro cuerpo celeste.

El primer astronauta en la superficie de la Luna tiene 38 años; su nombre es Neil A. Armstrong y es originario de Wapaloneta, Ohio, y su acto inicial será develar una placa cuyo mensaje simboliza la naturaleza del viaje.

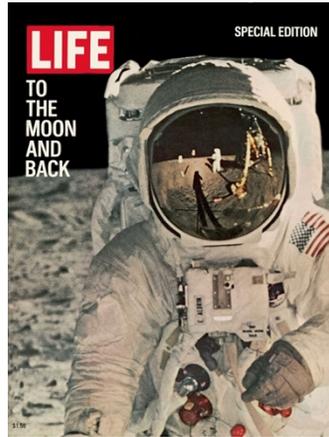
Montada en la pata del módulo de aterrizaje, la placa está firmada por el Presidente Nixon, Armstrong y sus compañeros del Apolo 11, Michael Collins y Edwin E. Aldrin, Jr. La placa lleva un mapa de la Tierra y esta inscripción:

EN ESTE LUGAR, LOS HOMBRES DEL PLANETA TIERRA
PISARON POR PRIMERA VEZ LA LUNA
JULIO 1969 d.C.
VENIMOS EN PAZ EN NOMBRE DE TODA LA HUMANIDAD²²

El estilo del “*kit* de prensa” es claramente propagandístico y muestra a los Estados Unidos como el país que logró uno de los grandes sueños de la humanidad: pisar un satélite distinto a la Tierra. El estudio de este boletín también indica que cada momento de la misión estaba planeado para obtener imágenes y declaraciones con un gran poder mediático.

En las revistas y periódicos de todo el mundo aparecieron notas basadas en este boletín. Por ejemplo, la revista *Life* emitió una edición especial en la que no sólo se hablaba de la misión Apolo, sino que se narraba la biografía de Neil Armstrong, presentándolo como el estereotipo del estadounidense modelo, y como un explorador heroico. Otras publicaciones lo retrataron como un “caballero errante moderno en un traje espacial entrando en la obscuridad, cuya nave espacial era un magnífico y moderno Taj Mahal que surcaba el espacio en dos pilares gemelos hechos de una llama amarilla y azul brillante” (Lewenstein 1993: 254).

²² En el original en inglés: The United States will launch a three-man spacecraft toward the Moon on July 16 with the goal of landing two astronaut-explorers on the lunar surface four days later. If the mission —called Apollo 11— is successful, man will accomplish his long-time dream of waling on another celestial body. The first astronaut on the Moon’s surface will be the 38-year-old Neil A. Armostrong of Wapakoneta, Ohio, and his initial act will be to unveil a plaque whose message symbolizes the nature of the journey. Affixed to the leg of the lunar landing vehicule, the plaque is signed by President Nixon, Armstrong and his Apollo 11 companions, Michael Collins and Edwin E. Aldrin, Jr. It beare a map of the Earth and this inscription: HERE MEN FROM THE PLANET EARTH / FIRST SET FOOT UPON THE MOON / JULY 1969 A.D. / WE CAME IN PIECE FOR ALL MINKIND. Tomado de la página de historia de la NASA en: <http://history.nasa.gov/spdocs.html>



Portada de la revista *Life* 1969

El tono de estas notas no solamente era claramente propagandístico, sino que estaba creando una mitología en la que el astronauta era un caballero y su nave un objeto con características casi mágicas. Algunos autores han hablado de la imagen idealizada que se le dio a Armstrong como colonizador de otros mundos, tanto en el discurso escrito, como en las imágenes de los astronautas en la Luna.

Los reporteros más perspicaces lamentaron la falta de una postura crítica en la narración de la llegada del hombre a la Luna. En particular E. Dimond señaló que la prensa perdió la oportunidad de realizar una narración crítica y profunda. Mas de la mitad de los artículos que publicó el periódico *New York Times* en una sección titulada *El hombre en la Luna* fueron escritos por personas que trabajaban o habían trabajado anteriormente para la oficina de prensa de la NASA (Lewenstein 1993: 254). Estos artículos se apegaban a los boletines de prensa y alababan la misión de la NASA sin llevar a cabo un análisis del evento.

Por otra parte, la NASA transmitió por radio y televisión los momentos más importantes de la misión. Entre ellos, transmitió por televisión el lanzamiento del cohete, un aparato que representaba la última tecnología estadounidense de la época. En dicha transmisión se intercalaron imágenes del aparato con tomas del cuarto de control, donde se mostraba a los ingenieros que monitoreaban los instrumentos de la nave. La NASA también capturó en video el momento en el que Neil Armstrong pisó la Luna, exclamando “este es un pequeño paso para el [un] hombre, pero es un paso gigante para la humanidad”. Se calcula que cerca de 530

millones²³ de personas presenciaron la transmisión y que cerca del 93% de los estadounidenses sintonizaron el aparato para presenciar la llegada del hombre a la Luna.

Para este momento, la Oficina de Información de la NASA había creado una relación controlada y cuidadosa con los medios de comunicación. Al respecto, Lewenstein comenta lo siguiente:

La NASA había aprendido a organizar el acceso de la prensa a la información. Los reporteros se mantenían fuera del área de control de la misión excepto si estaban acompañados de una escolta. Los intercambios entre los controladores de tierra y los astronautas estaban a la disposición de todos los reporteros, pero solamente después de un retraso de cinco minutos. Los reporteros solamente podrían tener acceso a los expertos bajo estricta supervisión del personal de la Oficina de Información. Y, cuando las cosas no iban bien, los voceros de la NASA muchas veces evitaban dar información. “Me he dado cuenta de que la NASA tiene más información que un perro tiene pulgas cuando las cosas van bien”, escribió un reportero en respuesta a un cuestionario acerca de las actividades de prensa, “los expertos tienden a hacerse para atrás para reagruparse cuando las cosas van mal” (Lewenstein 1993: 253).

Las políticas para publicitar y controlar la información que se publica sobre la NASA no han cambiado mucho desde entonces, como discutiremos posteriormente.

Hoy en día, una gran cantidad de proyectos científicos y tecnocientíficos en las áreas relacionadas con la física tienen oficinas de comunicación de la ciencia, que como la de la NASA surgieron como gabinetes de prensa que publicaban boletines y reportajes, además de que organizaban ruedas de prensa. Ahora, sus funciones han crecido y se han diversificado debido a varios factores. En particular, a principios del siglo XXI las oficinas de prensa tuvieron que echar mano de los

²³ Información tomada de la página del Proyecto Apollo 11:
https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html

recursos de las entonces llamadas “nuevas tecnologías” para difundir su información.

1.5 La sociedad de la información y el conocimiento

De acuerdo con Echeverría, la revolución informacional se inició en Estados Unidos en las últimas décadas del siglo XX, cuando surgieron nuevas tecnologías que modificaron radicalmente el modo en que los individuos se comunican y se relacionan. En 1969 se creó el primer sistema de Internet, que consistía en una conexión de tres nodos de cómputo en universidades estadounidenses. En 1989, el inglés Tim Berners-Lee creó la World Wide Web (www) mientras trabajaba en el CERN. La www, es un sistema de distribución de información basado en hipertextos enlazados a través de Internet, que revolucionó el manejo y la distribución de la información a nivel global.

Ligada al nacimiento de estas y otras tecnologías, Delia Crovi ubica el nacimiento de una “sociedad de la información y sociedad del conocimiento (SIC)” a mediados de los años setenta del siglo pasado y la define del modo siguiente:

Entendemos por sociedad de la información [...] a una sociedad caracterizada por un modo de ser comunicacional que atraviesa todas las actividades: industria, entretenimiento, educación, organización, servicios, comercio, etc. En este tipo de organización social, la información ocupa un lugar sustantivo y se convierte en fuente de riqueza. Se produce un crecimiento rápido de las tecnologías de información y comunicación, TIC, las que impactan a todos los sectores sociales. En efecto, a pesar de haber grandes diferencias en el acceso a estas nuevas tecnologías entre las naciones y entre los individuos, todos los países tienen al menos una franja de la sociedad que las han integrado a sus actividades. Como sabemos la mayoría de esos desarrollos tecnológicos (tanto en su parte dura, *hardware*, como en su parte blanda o lógica, *software*) se producen en los países del primer mundo (Crovi, 2006: 18).

En términos históricos, a diferencia de las sociedades anteriores, en la SIC el valor más importante es la información misma y no los objetos materiales. Por otra parte,

como subraya Covi, hay una brecha digital que separa a los ciudadanos de los países ricos, de los ciudadanos de países pobres sin acceso a las máquinas o a la tecnología para construirlas.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han modificado el modo en que nos relacionamos en todos los ámbitos. En particular han modificado la investigación científica, pues los investigadores pueden acceder rápidamente a los trabajos de sus colegas y pueden entrar en contacto con sus colaboradores en segundos, usando el correo electrónico, las plataformas que ofrecen *chats* y la telefonía por Internet con servicios como Skype. De acuerdo con el informe 2014 de la Unesco, “Internet ha traído consigo la ciencia abierta, que allana el camino para la colaboración internacional en investigación en línea, así como el acceso abierto a publicaciones y a los datos en los que estas se basan” (Unesco 2014: 40). Actualmente hay un importante movimiento en favor del acceso libre a los artículos científicos y en contra del monopolio de las revistas arbitradas internacionales. Como una respuesta a esto, se han creado plataformas de acceso libre a la información científica, como ArXiv, en las que los científicos de las áreas de matemáticas, física y biología, entre otras, suben los artículos que han sido aceptados para su publicación (*preprints*). Los modelos educativos también se han modificado sustancialmente en las últimas décadas con el desarrollo de los cursos universitarios en línea (MOOCS) distribuidos por nuevos consorcios universitarios internacionales, por ejemplo, la plataforma Coursera. Las TIC también han modificado sustancialmente el modo en que se lleva a cabo la comunicación de la ciencia desde los institutos de investigación científica, pues ahora los encargados de comunicar los proyectos de los investigadores pueden hacerlo sin necesidad de la presencia de los medios masivos de comunicación.

1.5.1 Nuevos consorcios tecnocientíficos en el siglo XXI

Durante la segunda década del siglo XXI, varios de los proyectos tecnocientíficos importantes han dejado atrás los ámbitos gubernamentales, para insertarse en la iniciativa privada; tal es el caso de varios proyectos de tecnociencia espacial. Esto se debe en gran parte a que los dueños de las compañías que los hospedan cuentan con una gran cantidad de recursos económicos que les permiten hacer que los

precios de las iniciativas espaciales sean más competitivos que los de las agencias espaciales gubernamentales.

Un ejemplo de ello es la empresa Virgin Galactic, propiedad de Richard Branson, que está diseñando un avión-cohete capaz de viajar al espacio. La empresa se anuncia como la primera agencia turística espacial con el siguiente lema: “Solamente 559 gentes han viajado al espacio. Virgin Galactic está abriendo el espacio al resto de nosotros”.²⁴ La compañía anunció que sus vuelos, que se iniciarán en el futuro próximo, costarán \$250,000 dólares.

Otro ejemplo interesante es el de la compañía Space Exploration Technologies Corporation (Space X)²⁵ que fundó en 2012 Elon Musk, también cofundador de la compañía PayPal. En un primer momento, Space X ha lanzado los cohetes reutilizables Falcon I y Falcon II que pueden aterrizar completos después de un viaje espacial. El 6 de febrero de 2018, la compañía lanzó el cohete más poderoso de la historia: Falcon Heavy.²⁶ El instrumento despegó del Centro Espacial Kennedy de la NASA; la agencia espacial colabora con Space X permitiéndole usar sus instalaciones para el lanzamiento de cohetes, algo que habría sido impensable hace algunos años. Al igual que el Apolo 11, el lanzamiento de Falcon Heavy cimbró a una generación, por varias razones. La primera es que el cohete se diseñó para llevar humanos más allá de la órbita de la Tierra, a lugares como la Luna y Marte. Por otro lado, el cohete llevaba como carga útil un auto Tesla Roadster, diseñado y construido por una compañía que fundó Musk. Dicho auto salió de una compuerta del cohete y se lanzó al espacio, con el manequí de un astronauta a bordo. El auto, que actualmente está viajando por el espacio, lleva bocinas que tocan la canción “Space Oditty” de David Bowie, además de una copia de las novelas de la Serie de la Fundación de Issac Asimov. Más aún, el astronauta viajando en un auto al espacio es una referencia directa a la película Heavy Metal²⁷ de 1981. El

²⁴ La página de Virgin Galactic se puede encontrar en: <http://www.virgingalactic.com/>

²⁵ La página de Space X se puede encontrar en: <http://www.spacex.com/>

²⁶ La página de Falcon Heavy se puede encontrar en: <http://www.spacex.com/falcon-heavy>

²⁷ Heavy Metal es una película canadiense-estadounidense de animación para adultos que se estrenó en 1981, dirigida por Gerald Potterton y producida por Len Mogel e Ivan Reitman, quien también fue el editor de la revista Heavy Metal Magazine, la base de la película.

lanzamiento del cohete se llevó a cabo con la presencia de una gran cantidad de periodistas, que transmitieron el acontecimiento por las redes sociales, en tiempo real, con ayuda de sus teléfonos celulares. En Internet es fácil encontrar un video de National Geographic²⁸ en el que se ve a Elon Musk reaccionar en el momento del despegue. Este caso es importante porque representa el nuevo modelo de comunicación de la ciencia de los proyectos tecnocientíficos. Hoy en día la comunicación no solamente depende de las oficinas de comunicación de la ciencia, sino de cualquier periodista asociado o no a un medio de comunicación, que esté interesado y que publique contenidos en las redes sociales.



A la izquierda una imagen real del auto Tesla con un astronauta a bordo. A la derecha, una imagen de la película animada Heavy Metal de 1981

1.5.2 Las oficinas de comunicación de la ciencia en la revolución informacional

Debido a que en el siglo XXI el valor más importante es la información y su uso, la comunicación de los proyectos tecnocientíficos es vital. Si dichos proyectos están financiados en parte o en su totalidad por un Estado democrático, este tiene la obligación de informar a sus ciudadanos sobre los últimos avances de la ciencia y

²⁸Video de National Geographic en el que se ve a Elon Musk en el momento del despegue del cohete Heavy Falcon. https://news.nationalgeographic.com/2018/02/elon-musk-reacts-spacex-falcon-heavy-launch-space-science/?utm_source=Twitter&utm_medium=Social&utm_content=link_tw20180210news-elonmuskspacex&utm_campaign

la tecnología, además de incluirlos en el debate sobre sus usos e implicaciones. Por otro lado, si los proyectos tecnocientíficos son privados, es importante que publiciten sus objetivos, sus logros y sus alcances, pues así obtendrán patrocinios de distintos tipos. El éxito de un proyecto tecnocientífico podría depender en gran parte del modo en que se comunique. Además, dicha transmisión de información puede tener un impacto importante en las implicaciones políticas de la iniciativa. Por todo esto, no es extraño que todos los proyectos tecnocientíficos notables tengan grupos importantes para la comunicación de la tecnociencia. Los más exitosos son aquellos que se han alejado del primer modelo de la NASA para incursionar en nuevas estrategias y en nuevos espacios, tanto físicos como virtuales.

Sección II: Análisis de la inclusión de la comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica desde el punto de vista de la filosofía, la sociología y la antropología de la ciencia

2.1 Filosofía de la ciencia

2.1.1 El problema de la comunicación de la ciencia

A pesar de la importancia del conocimiento científico y las distintas aplicaciones que tiene en la actualidad, la mayor parte de la población de México y el mundo no está enterada de las investigaciones científicas ni de sus repercusiones.

Las “nuevas tecnologías”, que surgieron a finales del siglo XX, trajeron consigo un intercambio veloz de información. Hoy en día parecería que es posible para todos estar enterados de los últimos avances de la ciencia. Sin embargo, esto está lejos de la realidad. Por un lado, las nuevas tecnologías excluyen a grandes sectores sociales; por otro, aunque los artículos científicos se publiquen en la red, resultan incomprensibles para la mayoría de la gente. Así, a pesar de que actualmente es posible hallar una gran cantidad de información sobre biología, química, matemáticas y física en Internet, la mayor parte de los individuos que no son especialistas se apropian de poco o nada de esta información, y no pueden discriminar entre el conocimiento científico y lo que no.

En varios momentos históricos, la sociedad de México —y de todo el mundo— ha requerido de información fidedigna y comprensible sobre la ciencia. Un ejemplo de ello fue el caso del incidente de Fukushima Daiichi, que tuvo lugar el 11 de marzo de 2011. En este accidente se dañaron varios edificios que albergaban reactores nucleares, después de un temblor y un tsunami en Fukushima Daiichi, Japón. Las noticias que aparecieron durante los días siguientes al accidente pintaban un escenario apocalíptico. La imagen que plazmaron los periódicos acerca

de dicho suceso estaba relacionada con el recuerdo del accidente de Chernóbil²⁹ y de la bomba atómica en Hiroshima, pues aunque dichos sucesos tuvieron lugar con sesenta y seis años de diferencia, ambos presentaron escenarios apocalípticos relacionados con la energía nuclear, que quedaron impresos en el imaginario popular. En varios periódicos se publicaron titulares como “Fukushima extiende su contaminación”³⁰ o “Terror en Japón”³¹. La información precisa sobre el tema era escasa a nivel mundial, y la población no tenía claro el funcionamiento de las plantas nucleares, la manera en la que se maneja el material radiactivo, o los niveles de radiación que son aceptables para el ser humano.

Podemos citar varios ejemplos como el anterior, en el que los ciudadanos no tienen acceso a los debates relacionados con las investigaciones de ciencia básica y sus aplicaciones. Esto es preocupante, pues en una sociedad democrática los individuos deberían poder tener una postura crítica ante aquellos incidentes o acciones que estén relacionados con la ciencia y la tecnología.

En México el conocimiento científico de los ciudadanos es muy pobre. Por un lado, un amplio sector de la población apenas cuenta con un nivel de educación básico. Por otro, las escuelas de educación media y media superior tienen maestros poco preparados para impartir las materias de ciencias, y los programas y libros de texto que usan son anticuados y no presentan la información científica más actualizada. La falta de preparación en el tema provoca que los ciudadanos tengan nociones erróneas acerca de las investigaciones científicas, y por ende que los ciudadanos apoyen, o dejen de apoyar, iniciativas relacionadas con la ciencia, sin tener razones fundamentadas para hacerlo.

En los debates sobre el tema se ha mencionado en varias ocasiones que se debe “incrementar la confianza en las instituciones científicas” con el objetivo de que los científicos cuenten con el apoyo de la población y así logren obtener

²⁹ El accidente de Chernóbil fue un accidente nuclear que sucedió en la central nuclear de Chernóbil (Ucrania) el 26 de abril de 1986. Se considera el accidente más grave en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares.

³⁰ Tomado del Sitio Web del periódico “El Universal”: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/755712.html>

³¹ Tomado del sitio de noticias “Conexión total”: <http://conexiontotal.mx/2011/03/28/terror-en-fukushima-porque-se-filtro-plutonio-hacia-napas-subterranas>

mayores recursos para llevar a cabo sus investigaciones. De acuerdo con Adriana Murguía, en su artículo “La confianza en la ciencia, reflexiones desde la teoría de la sociedad”, “el desarrollo de la actitud de la confianza resulta indispensable no sólo para la incorporación de los individuos a la sociedad, sino también es condición de posibilidad de ordenamientos sociales que ya no descansan en el parentesco y el territorio comunes” (Murguía 2011, 41). Así, la confianza en la comunidad científica es importante para que la investigación científica tenga financiamiento. No todos los individuos pueden ser expertos en todas las áreas de la ciencia. Los ciudadanos deben tener un grado de confianza en la comunidad epistémicamente pertinente³² para que ésta pueda llevar a cabo su labor. En palabras de Murguía, “lo que la confianza en la ciencia permite es poner a disposición de los no productores de la ciencia el conocimiento producido por ésta, sin necesidad de que éstos últimos sepan cómo es que se produjo, o inclusive, sin necesidad de que comprendan el contenido de las proposiciones científicas”. No obstante la necesidad de esta confianza, los individuos no pueden confiar ciegamente en las iniciativas científicas sin cuestionarse su pertinencia, sus aplicaciones o sus resultados. La respuesta de Murguía ante esta disyuntiva es la siguiente:

Una posibilidad más efectiva para democratizar la ciencia es la de institucionalizar la desconfianza, no como ausencia de ella, sino como su equivalente funcional. Es decir, crear espacios en los que se instrumentan mecanismos que funcionen como “puntos de acceso” de la sociedad en general a las actividades científicas, mecanismos que permiten afianzar la confianza en los sistemas abstractos. Estos puntos de acceso pueden ser de diferentes tipos, de los que ya existen múltiples eventos, como los movimientos sociales en grupos directamente afectados por políticas y/o

³² De acuerdo con Villoro, llamaremos *sujeto epistémico pertinente* de la creencia de S en p a todo sujeto al que le sean accesibles las mismas razones que le son accesibles a S y no otras, y *comunidad epistémica pertinente* al conjunto de sujetos epistémicos pertinentes para una creencia. Todo sujeto forma parte de una comunidad epistémica determinada, constituida por todos los sujetos epistémicos posibles que tengan acceso a las mismas razones.

aplicaciones científicas específicas; las asociaciones ciudadanas altamente profesionalizadas capaces de evaluar la actuación de las instituciones científicas; las controversias científico-tecnológicas públicas (Murguía, 2011, 41).

Así pues, si pretendemos que la sociedad participe en los debates sobre el conocimiento científico y tecnológico, debemos fomentar un pensamiento crítico, poniendo el conocimiento científico más reciente al alcance de los individuos, sin hacerlos creer ciegamente en la ciencia.

2.1.2. La importancia de la comunicación de la ciencia desde un instituto

Durante varios siglos, el conocimiento científico, en particular el conocimiento físico y matemático, permaneció dentro de los círculos de sabios o iniciados, cuyo principio, reglamentado o no, era el secreto. Uno de los ejemplos más conocidos de dichos grupos, que ya mencionamos anteriormente, es la escuela pitagórica, que realizó grandes avances en el estudio de la geometría y que mantenía en secreto sus conocimientos, castigando severamente a aquéllos que intentaran divulgarlos³³. De acuerdo con Javier Echeverría:

El momento histórico en que Pitágoras hizo públicos los conocimientos matemáticos que anteriormente eran exclusivos de su secta puede ser considerado como la primera gran revolución axiológica de la historia de la ciencia. Las matemáticas se convirtieron en ciencia, entre otros factores, porque asumieron en su núcleo axiológico un nuevo valor, lo público frente al secreto anterior de la secta pitagórica y a la consideración de los conocimientos aritméticos y geométricos como ritos y misterios propios de una secta religiosa (Echeverría, 1995: 191).

³³ La escuela pitagórica fue una escuela de filosofía, matemáticas y ciencias naturales fundada por Pitágoras en Crotona, al sur de Italia, hacia el año 530 a. C. Se considera que allí se establecieron las bases de las matemáticas como ciencia. Se trataba de una sociedad casi religiosa donde el secreto era mantenido bajo juramento. La escuela pitagórica es conocida por el Teorema de Pitágoras, sus conocimientos sobre la armonía musical, los números primos y sus conocimientos sobre astrología.

La idea de que los científicos son los únicos que deben poseer el conocimiento científico no se extinguió con la acción comunicadora de Pitágoras. Una y otra vez surgen grupos que mantienen el conocimiento científico en manos de algunos cuantos; junto con estos, han aparecido grupos o individuos que han transgredido “el secreto” y lo han comunicado. De acuerdo con Ana María Sánchez Mora, “la divulgación de la ciencia se inicia (y sigue siéndolo en cierto sentido) como una subversión contra la acumulación del conocimiento en unas cuantas manos” (Sánchez Mora, 2010: 48).

En el siglo XXI la ciencia está en todas partes, pues juega un papel crucial en el desarrollo de las nuevas tecnologías, por ejemplo, en el desarrollo de nuevos sistemas de cómputo más rápidos y eficientes como *the grid*³⁴ o *the cloud*³⁵, y en la creación de sistemas de envío de información más seguros, que revolucionan constantemente la telefonía celular. Sin embargo, el conocimiento científico sigue siendo un misterio para la mayor parte de la gente. Los individuos usan los productos de las aplicaciones científicas, por ejemplo los GPS³⁶, sin preguntarse cómo funcionan o cómo se construyeron. También se someten a tratamientos médicos basados en investigaciones científicas, por ejemplo, a tratamientos de medicina por irradiación, sin entender cabalmente cómo funcionan o cuáles son los riesgos para su salud.

En una sociedad democrática, todos los ciudadanos deberían tener acceso a las investigaciones científicas y estar suficientemente informados para poder participar en los debates sobre la pertinencia de los distintos proyectos científicos y sus aplicaciones, como ya se mencionó anteriormente. Varios divulgadores de la ciencia han hablado sobre la necesidad de llevar a cabo acciones para transmitirle

³⁴ La grid es un sistema de supercómputo que permitirá enviar datos a una velocidad 10000 veces superior a la del Internet que usamos hoy en día. Este sistema permitirá el almacenamiento de grandes cantidades de información, en una red de computadoras (nodos) situadas en todo el mundo. México tiene el primer nodo de Grid en Latinoamérica.

³⁵ La cloud o la computación en la nube es un sistema de supercómputo que no solamente comparte las capacidades de velocidad y almacenamiento de la grid, sino que también permitirá el uso de distintas aplicaciones en redes de supercómputo. Algunas compañías como Apple ofrecen servicios en la nube.

³⁶ El GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) es un sistema global de navegación por satélite, que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo.

el conocimiento científico al público en general. Luis Estrada, uno de los pioneros en esta área en México, comenta al respecto en “Acerca de la divulgación de la ciencia”:

El conocimiento generado por la ciencia afecta a todos los países. Es por ello que no sólo es necesario estar al tanto de la investigación científica, sino también tener una opinión y una posición frente a su avance. Pero, ¿quién es el que debe estar enterado y dar la opinión que antes señalé? Como en otros asuntos de importancia actual, este es de la responsabilidad general, más cuando ya no cabe duda alguna de que la ciencia es un asunto demasiado importante para estar únicamente en manos de unos cuantos.

La importancia de estar al tanto del desarrollo de la ciencia es distinta en los diferentes sectores de la población. Es claro que los científicos, los ingenieros y los profesores universitarios toman como una de sus obligaciones tener una información actualizada acerca del quehacer científico. Sin embargo, lo que aquí nos interesa subrayar es que en esta época también los demás requieren esa misma información actualizada. El hombre actual requiere del conocimiento científico para entender y aprovechar bien el mundo en el que vive, y lo necesita más ahora que antes porque este mundo está siendo conformado por su intervención directa. La construcción del futuro será el resultado no sólo de la ciencia que desarrolla una tecnología poderosa, sino también del conocimiento que aclare la clase de futuro que deseamos tener. El futuro es de todos, por lo que la responsabilidad de su construcción es también de todos y cuando esté hecha de nada servirá señalar sus defectos. Es por tanto necesario formar en nuestros pueblos una conciencia acorde a nuestro tiempo y crear en ellos una opinión pública capaz de juzgar sobre bases sólidas. En esta empresa el conocimiento aportado por la ciencia contemporánea es fundamental.³⁷

Estrada deja claro en su texto que no es suficiente con informar a la población sobre la ciencia, sino que es crucial crear una opinión pública crítica, para que los

³⁷ Cita tomada del libro *La divulgación de la ciencia como literatura* de Ana María Sánchez Mora, página 46.

individuos sean capaces de entablar debates bien fundamentados sobre la ciencia y la tecnología. Por su parte Mario Méndez Acosta señala lo siguiente:

La tecnología seguirá avanzando y el conocimiento científico seguirá aumentando exponencialmente, y a todos les conviene tener información sobre estos avances. Quienes se marginen o sean mantenidos socialmente alejados de los mismos, se verán sometidos a un aislamiento dañino para su formación como seres humanos. En ese aspecto, la divulgación científica se convierte en un asunto prioritario para el logro de las sociedades libres (Tonda, 2002: 264).

Como señala Méndez, es importante que los avances tecnológicos lleguen a la población poco tiempo después de que fueron aceptados por la comunidad científica o cuando fueron implementados por una empresa tecnocientífica. Aquellos individuos que no estén al tanto de estos avances quedarán aislados del resto de la sociedad. Esto sucede, por ejemplo, con las personas que no logran apropiarse de los avances informáticos que permiten el acceso a Internet. Estos individuos pueden quedar al margen de los últimos acontecimientos del mundo, o simplemente son incapaces de realizar transacciones bancarias o incluso de comprar boletos para el cine a través de Internet.

Para lograr que los descubrimientos científicos más recientes salgan de la comunidad científica y lleguen al resto de la sociedad de la manera más directa posible, se han creado varios proyectos de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica. En 2004 se inició el primero en su tipo en la UNAM, liderado por Rolando Ísita. A este le siguió uno en el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM, que se inició con una primera fase en 2005; sin embargo, se decidió que este primer proyecto no cumplía con las expectativas del instituto, pues este quería que no solamente se llevaran acciones locales, sino que se tuviera un mayor impacto al comunicar la ciencia a través de distintos medios y a distintos públicos. Por lo tanto, en 2008 se inició un nuevo programa a cargo de la autora de este trabajo, que continuó durante diez años; esto se detallará en su oportunidad.

Los objetivos y las acciones de estos proyectos son muy variadas. Sin embargo, una de las misiones que tienen en común es la creación de una cultura científica en la sociedad. En este punto cabe preguntarnos qué quiere decir el concepto de “cultura científica” que se ha discutido anteriormente y en qué consiste su apropiación por parte de la sociedad.

Desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia se ha hablado varias veces de la importancia de que la ciencia sea parte de la cultura. Al respecto, León Olivé comenta lo siguiente:

La comunicación científica desempeña un papel fundamental en la cultura de hoy en día. Primero, porque es la principal fuente de donde puede nutrirse la gente culta (no especializada en ciencias) para tener idea de los conocimientos científicos. Segundo, porque es la principal responsable de la formación de la imagen que la opinión pública tiene sobre la ciencia. Esta imagen es importante; se trata de la idea que la gente en general tiene acerca de lo que es la ciencia, de por qué la ciencia importa y puede confiarse en ella, y por qué es aceptable gastar socialmente en ella. Sin duda, actualmente la idea de lo que es la ciencia, así como el acceso al contenido de las ideas científicas y de lo que puede hacerse aplicando el conocimiento científico, para la mayoría de la gente, proviene de las instancias encargadas de la difusión de la ciencia (Olivé, 2000: 67).

En este texto, Olivé toca dos puntos importantes para el trabajo que nos ocupa. En primer lugar, la divulgación de la ciencia no solamente se debe ver como una serie de acciones dirigidas a niños y jóvenes, o a personas con una educación deficiente. La divulgación de la ciencia también es una fuente de información para distintos tipos de públicos entre ellos, “la gente culta”. Por otra parte, el autor señala que la comunicación de la ciencia crea una imagen pública de la ciencia, que predomina sobre la educación científica, que en nuestro país muchas veces resulta deficiente. Por su parte, el divulgador de la ciencia Martín Bonfil comenta lo siguiente:

Como ya he expresado en otras ocasiones y foros, me adhiero a la visión que concibe a la divulgación científica como actividad esencialmente de difusión cultural. Si quisiéramos ser grandilocuentes, diríamos que su objetivo es fomentar la cultura científica de la población. Si somos modestos, basta con reconocer nuestra ilusión de compartir aquello que la ciencia tiene de asombroso y apasionante, y para ello es importante dar al público las herramientas para que pueda apreciarlo. Dicho de otra manera, la divulgación científica, concebida con esta visión cultural, aspira menos a educar que a promover la *apreciación de la ciencia* (en el mismo sentido en el que se promueve, por ejemplo, la apreciación del arte) (Tonda, 2002: 38).

Yo concuerdo con Bonfil en que el objetivo de la divulgación de la ciencia no es enseñar, sino crear una cultura científica. Aunque esta visión está permeando cada vez más los proyectos de comunicación de la ciencia de los institutos de investigación científica, en muchas de estas dependencias aún se considera que la comunicación debe hacerse para apoyar la enseñanza de la ciencia o para crear vocaciones científicas y así atraer estudiantes. Muchos científicos están convencidos de que comunicar la ciencia no es parte de su trabajo; sin embargo, para que los últimos adelantos en ciencia y la tecnología estén al alcance de la población, es crucial que se involucren en dicha actividad. En este sentido, concuerdo con León Olivé cuando comenta lo siguiente en su libro *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*:

La responsabilidad de los científicos hoy en día es doblemente espesa. No porque tengan dos responsabilidades distintas, sino porque es una responsabilidad que se duplica en la medida en que desempeñan un papel social tanto *como ciudadanos y como científicos*, es decir, como *ciudadanos científicos*.

Esa responsabilidad se deriva de tener conocimientos que no son accesibles en toda su profundidad al ciudadano de la calle (y normalmente el acceso del ciudadano a esos conocimientos es apenas el de enterarse de ciertos nombres). Este tipo de responsabilidades surgen dentro de los

sistemas de ciencia y tecnología porque, en determinadas circunstancias, tener un cierto conocimiento y pertenecer a una determinada práctica científica, implica tener una responsabilidad social y el deber de elegir entre cursos de acción posibles (Olivé 2012: posición 1833 en versión Kindle).

Yo concuerdo con Olivé en que los científicos tienen la responsabilidad de comunicar la ciencia. Sin embargo, la participación de los científicos en dichos proyectos puede consistir llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia de manera personal, o en colaborar con un periodista o con un comunicador de la ciencia dándole la información necesaria para crear textos, videos, reportajes u otras acciones. Por ello es de suma importancia que se creen proyectos de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica.

2.1.3 Cultura científica

Los comunicadores de la ciencia que trabajan en oficinas en institutos de investigación científica muchas veces se enfrentan al problema de tener que comunicar un proyecto complicado, que es muy importante para la ciencia, pero que es ajeno al contexto de las personas.

Tomemos como ejemplo el observatorio de rayos gamma HAWC (High Altitude Water Cherenkov), que se encuentra dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba en México, que ya se mencionó en la introducción de este texto.

Usualmente la palabra observatorio nos hace imaginar cúpulas con grandes telescopios; sin embargo, HAWC es un observatorio diferente pues consiste en 300 tanques de aluminio, de cuatro metros de altura, que se llenan de varios litros de agua para detectar rayos gamma de altas energías³⁸ y rayos cósmicos.³⁹ Los tanques de HAWC están aislados de la luz ambiental y están equipados con

³⁸ La radiación gamma es un tipo de radiación electromagnética, constituida por fotones, que se genera a partir del decaimiento de elementos radiactivos o por procesos subatómicos, que pueden producirse en fenómenos astrofísicos de gran violencia. Los rayos gamma no son visibles para el ojo humano, y para detectarlos se usan telescopios de distintos tipos.

³⁹ Los rayos cósmicos son partículas subatómicas que se originan en el espacio. Pueden producir nuevas partículas que penetran en la atmósfera de la Tierra y que llegan a su superficie. La mayoría de los rayos cósmicos están compuestos de fotones, protones, núcleos atómicos o electrones. Una pequeña fracción está compuesta por antimateria (por ejemplo, por positrones o antiprotones).

aparatos llamados tubos fotomultiplicadores. Cuando un rayo cósmico —una partícula subatómica que viaja a gran velocidad por el universo— choca con la atmósfera de la Tierra, se crea una lluvia de nuevas partículas que recibe el nombre de “chubasco de rayos cósmicos”. Cuando una de estas partículas llega a un tanque, viaja por el agua a una velocidad mayor a la de la luz, emitiendo un destello luminoso.⁴⁰ Cada tanque tiene un aparato llamado fotomultiplicador que registra estos destellos y que envía la información a los centros de supercómputo, para ser analizada. El objetivo de este análisis es obtener información acerca del origen de los rayos cósmicos, que generalmente está relacionado con algunos de los eventos más violentos del universo, como las colisiones de agujeros negros y las supernovas. Aunque el observatorio está en México, se construyó como una colaboración de científicos provenientes de varias dependencias de nuestro país y de Estados Unidos.



El arreglo de tanques de HAWC y la fotografía de uno de ellos

Cerca de la zona en que está situado el HAWC se encuentra el municipio de Atzizintla, un pequeño poblado con ocho mil habitantes, muy alejado de los grandes centros urbanos de los estados de Veracruz y Puebla. Durante la construcción de HAWC, la colaboración empleó a varios jóvenes de esta comunidad para preparar el terreno y construir los tanques. Además, los miembros de la colaboración⁴¹ se

⁴⁰ Esto se conoce como efecto Cherenkov.

⁴¹ Al grupo de científicos que trabaja en un proyecto tecnocientífico se les llama “la colaboración”. Cada uno de ellos es un “miembro de la colaboración”. Esto los obliga a seguir una serie de reglas,

hospedaban en un hotel local y encargaban alimentos en su restaurante para consumirlos en el sitio. Estas acciones impulsaron la economía local. Sin embargo, cuando se terminó la construcción del observatorio, también finalizaron la mayor parte de las interacciones entre la comunidad científica y los miembros de la comunidad de Atzizintla, de modo que la economía local cayó nuevamente. Durante este tiempo la comunidad científica no se preocupó por impulsar la comprensión pública de la ciencia del HAWC entre los ciudadanos del lugar. La mayor parte de la comunicación del proyecto se hizo hacia el exterior y con el objetivo de obtener fondos entre los tomadores de decisiones.

Actualmente la mayor parte de los habitantes de la ciudad ignora para qué se usa el arreglo de 300 tanques que se encuentran cerca de sus hogares, e incluso muchos de ellos creen que su función es almacenar agua para la época de sequía, en vez de las partículas elementales provenientes de distintos lugares del Universo.

Como ya mencionamos en la introducción de este trabajo, el 20 de marzo de 2015 se inauguró el HAWC con una gran celebración en la que estuvieron presentes varios directores de los institutos de investigación científica, los científicos más importantes en el área de física de altas energías, periodistas y comunicadores de la ciencia. Sin embargo, los únicos miembros de la comunidad de Atzizintla que asistieron a la celebración fueron aquellos que se emplearon como meseros o cocineros durante el brindis, o como choferes para transportar a los invitados especiales.

En un ejemplo como este cabe preguntarnos: ¿qué significa crear una cultura científica entre la gente de las comunidades cercanas al proyecto HAWC?, ¿qué significa ver a la comunicación de la ciencia como una acción de comunicación intercultural? La población de Atzizintla tiene su propia cultura, que incluye cierto tipo de creencias, prácticas, conocimientos y rituales. Con la creación del HAWC se impone una nueva cultura: la de los científicos, que se está insertando en su comunidad. Si los miembros de las comunidades cercanas al proyecto no se la apropian, puede haber un conflicto entre ellos y los científicos. Es importante

por ejemplo, a citar a todos los miembros de la colaboración en los artículos que publiquen en revistas arbitradas.

mencionar que cuando un grupo de científicos inserta un proyecto tencocientífico en una comunidad, sin informar o involucrar de algún modo a los ciudadanos del lugar, más allá de usarlos como mano de obra, este se convierte en un proyecto de *colonialismo científico*.

En los textos que discutimos en la sección anterior, el concepto de “cultura científica” se usa tomando el sentido coloquial de la palabra “cultura”. Sin embargo, para entender el proceso de comunicación entre la comunidad científica y el público en general, es necesario discutir el concepto de cultura con mayor profundidad y entonces tratar de contestar la pregunta siguiente: ¿cómo podemos impulsar la creación de una cultura científica en la sociedad?

De acuerdo al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, el término *cultura* se refiere al “conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico” y al “conjunto de modos de vida, costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época, grupo social, etc”. Por otro lado la expresión *cultura popular* significa el “conjunto de las manifestaciones en que se expresa la vida tradicional de un pueblo”. De acuerdo a estas definiciones, la apropiación de la “cultura científica” por parte de la sociedad se refiere a que los individuos estén enterados de los proyectos científicos para poder ejercer su juicio crítico. Este es solamente uno de los objetivos importantes al hacer comunicación de la ciencia. Algunas otras concepciones de cultura nos pueden ayudar a entender mejor los demás objetivos.

De acuerdo con John B. Thompson, en su libro *Ideology and modern culture*, en las primeras discusiones sobre cultura, especialmente aquellas que se llevaron a cabo entre los grupos de filósofos e historiadores durante los siglos XVIII y XIX, el término *cultura* usualmente se refería a un “proceso de desarrollo y crecimiento intelectual o espiritual, un proceso facilitado por la asimilación de trabajos académicos y artísticos”. Thompson se refiere a esta acepción del término como el *concepto clásico de cultura*.

Esta concepción de cultura corresponde a la que adopta Luis Estrada cuando se refiere al valor estético de la ciencia. Carlos López Beltrán comenta las ideas de

Luis Estrada en su ensayo “Conversaciones con Luis Estrada, o de la malla en que se enhebran las ciencias en la cultura”:

La belleza tiene un sitio central en la mirada de Luis Estrada sobre las ciencias y su lugar en la cultura. En su idea, los valores estéticos (simplicidad, elegancia, hondura...), en la ciencia no son elementos suplementarios que pueden ayudar a acercar a otros al conocimiento y hacerlo paladeable y vendible ante los no iniciados, sino elementos sustanciales, indispensables de ella, que no sólo pueden abrir en la práctica científica misma posibilidades de exploración y hallazgo, sino que terminan siempre redundando en visiones (impresiones) de la naturaleza capaces de despertar emociones, estéticas e intelectuales, profundas y únicas. Si eso a alguno le parece elitista y esquivo, a algún otro le suena mistificante, la respuesta clara es la diferencia de sensibilidad (López Beltrán en Estrada, 2010: 14).

De acuerdo con esta concepción, la belleza es algo intrínseco a la ciencia. Aquellos individuos que tengan una cultura científica estarán sensibilizados para apreciar la belleza de la ciencia. Esta definición presenta un reto fuerte cuando hablamos de proyectos como el HAWC pues para que los individuos ajenos a la ciencia aprecien la ciencia del experimento, como lo hacen los científicos, deben tener una comprensión básica de varios conceptos de física, que no tienen referentes en el contexto cotidiano de las personas.

A partir del siglo XIX el concepto de cultura empezó a adquirir otros significados. Entre ellos, hay dos que han tenido una gran influencia. El primero es el que Thompson llama *concepto descriptivo*, que se refiere al arreglo variado de valores, creencias, costumbres, leyes, convenciones y prácticas características, así como objetos e instrumentos, de una sociedad particular o de un periodo histórico. Esta serie de elementos distingue un “todo complejo” característico de una sociedad en particular, que la distingue de otras que existen en otros tiempos y lugares distintos.

En el *concepto descriptivo de cultura*, la apropiación de la cultura científica por parte de los individuos se refiere a que una persona se apropie de las costumbres, rituales, prácticas, etc., de la comunidad científica. Es claro que para que una persona común se pudiera apropiarse de “todos” estos elementos, tendría que pasar por un entrenamiento científico en una universidad, trabajar como científico en un laboratorio o instituto de investigación, y participar en proyectos científicos. Esto es imposible, además de indeseable. Entonces, ¿qué partes de la cultura de los científicos es importante o deseable transmitir a la sociedad?, y ¿qué tipo de prácticas es deseable que se apropien los individuos?

Regresando a nuestro ejemplo, las prácticas científicas que llevan a cabo las personas que construyen y manejan el HAWC, por ejemplo, construir tanques, llenarlos de agua, montar tubos de fibra óptica, acomodar cables que van desde un tanque hasta un módulo de cómputo, etc., son prácticas que no resultan particularmente útiles o interesantes para las comunidades cercanas. En cambio, el que los miembros de las comunidades aprendan la manera en que los científicos validan el conocimiento, podría resultar importante para la toma de decisiones de su vida cotidiana de manera racional: esto podría ayudarlos, por ejemplo, a decidir si un cierto tipo de práctica o conocimiento tiene un trasfondo científico o bien es pseudociencia. Un ejemplo de ello es cuando una persona debe decidir si sigue los consejos del curandero de la localidad.

Thompson continúa la discusión sobre los conceptos de cultura con el *concepto simbólico de cultura*, que propuso el antropólogo norteamericano Clifford Geertz en su obra *The interpretation of cultures*. En este concepto hay un cambio de enfoque hacia el simbolismo: los fenómenos culturales son fenómenos simbólicos, y el estudio de la cultura consiste en la interpretación de los símbolos y de la acción simbólica. En el texto de Geertz, la cultura es una jerarquía estratificada de estructuras con sentido: consiste en acciones, símbolos y signos, en un movimiento, en un guiño, en un falso guiño, en una parodia o en una expresión oral, conversaciones y soliloquios. Al analizar la cultura el autor está interesado en “mostrar los distintos niveles de significado, describiendo y volviendo a describir

acciones y expresiones que ya tienen un significado para los individuos que producen e interpretan estas acciones y expresiones en el curso de sus vidas.

En otras palabras, este concepto simbólico está relacionado con las interpretaciones de las observaciones de los antropólogos. Si un antropólogo llega a una comunidad y observa a alguien guiñando un ojo para comunicarse con alguien más, el antropólogo puede interpretar el guiño con el significado que se le da en su propia cultura. Sin embargo, en la cultura que observa, puede tener un significado completamente distinto, que el antropólogo debe interpretar correctamente.

En *Ideology and modern culture*, Thompson extiende el concepto simbólico de Geertz para definir el *concepto estructural de cultura*. En este concepto, los fenómenos culturales pueden entenderse como formas simbólicas⁴² en contextos estructurados; el análisis de una cultura debe entenderse como el estudio de la constitución del sentido y la contextualización social de las formas simbólicas. Por ejemplo, el estudio de la cultura de los científicos puede entenderse como el estudio de sus artículos arbitrados, los libros que producen, las acciones a través de las cuales se comunican en un congreso científico, etc. En nuestro ejemplo, el estudio de la cultura de los científicos que participan en el HAWC incluiría el estudio de las formas simbólicas de los científicos que construyen y trabajan en el HAWC.

Para poder comunicar la tecnociencia de un proyecto como HAWC es importante estudiar a la comunidad con métodos etnográficos con el fin de establecer un diálogo entre su sistema cultural y el científico. Hay que tender puentes conceptuales e incorporar términos que favorezcan el diálogo y con suerte, la apropiación.

⁴² Para Thompson las formas simbólicas son fenómenos culturales, por ejemplo, una oración, un periódico, un video, una obra de arte, etc. Thompson describe cinco características de las formas simbólicas: a) El aspecto "intencional": un sujeto expresa las formas simbólicas para otro sujeto o sujetos. b) El aspecto "convencional": la producción, construcción o empleo de las formas simbólicas, así como su interpretación por parte de los sujetos que las reciben, son procesos que típicamente incluyen la aplicación de reglas, códigos o convenciones de distintos tipos. c) El aspecto "estructural": las formas simbólicas son construcciones que muestran una estructura articulada. D) El aspecto "contextual": Las formas simbólicas siempre se insertan en un contexto histórico-social específico y en un proceso dentro del cual, y por medio del cual, se producen, se transmiten y se reciben.

2.1.4 Las comunidades científicas y la comunicación de la ciencia

En mi experiencia como coordinadora de Comunicación de la Ciencia del ICN tuve que interactuar constantemente con los miembros de las comunidades científicas de la dependencia. En ese sentido, el trabajo de un comunicador de la ciencia dentro de un instituto de investigación científica difiere enormemente de uno que trabaja para un museo o una revista. Mis fuentes de información no solamente son textos científicos o de divulgación, sino también entrevistas con los científicos con los que tengo que convivir constantemente.

La oficina de comunicación de la ciencia funciona como *mediadora* entre los intereses del instituto y aquellos del público en general: por una parte, hacia el interior del instituto, la oficina tiene que actuar como representante de las personas que nunca han tenido un contacto con la ciencia, asegurándose de crear materiales o acciones de comunicación de la ciencia que resulten relevantes para ellas; por otra parte, la oficina de comunicación de la ciencia es “la cara del instituto” y debe transmitir la ciencia de la manera más precisa y objetiva posible, sin perder de vista los intereses de su dependencia.

Para actuar como un puente entre los científicos y la sociedad, es crucial que los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia entiendan el funcionamiento de la comunidad científica, la interacción de los miembros y sus intereses, además del modo en que dicha comunidad decide si algún tipo de conocimiento se puede considerar conocimiento científico, pues sin estos conocimientos no pueden comunicar el trabajo que se lleva a cabo en la dependencia adecuadamente.

La comunidad epistémica pertinente que decide qué saberes se consideran conocimientos científicos son los investigadores profesionales que han sido educados, durante varios años, en la tradición de la ciencia occidental. Esta comunidad epistémica funciona mediante ciertas prácticas cognitivas⁴³. Dentro de

⁴³ De acuerdo con Olivé, en *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, las prácticas cognitivas son aquellas a través de las cuales se aplican y se evalúan los diferentes tipos de conocimientos. Se ven como las unidades de análisis centrales de la epistemología, y se entienden como sistemas dinámicos que incluyen al menos los siguientes elementos, que deben verse como íntimamente relacionados e interactuando entre sí: a) Un conjunto de *agentes* con capacidades y con propósitos comunes; b) Un *medio* del cual forma parte la práctica, y en donde los agentes

este contexto, los científicos son un conjunto de agentes cuyo propósito común es construir modelos para entender el funcionamiento del Universo⁴⁴. Por ejemplo, un físico puede construir el modelo matemático de un agujero negro, para entender sus propiedades. En casos como este, el científico no estudia un fenómeno o un objeto, sino su representación⁴⁵. Sobre esto se abundará más adelante.

Los científicos interactúan en una comunidad formada por pares, trabajando en grupos, cuyo número de participantes varía desde dos colaboradores, por ejemplo dos algebristas trabajando en el mismo problema, hasta varias decenas de investigadores, por ejemplo, el grupo que trabaja en el proyecto del detector ALICE, dentro del Gran Colisionador de Hadrones, en Ginebra, Suiza. Sus acciones consisten en plantear problemas, junto con otros científicos o de manera individual. Una vez que localizan un problema, plantean una conjetura para su solución y tratan de probar la veracidad de dicha conjetura con métodos experimentales, matemáticos o lógicos, aceptados por la comunidad científica a la que pertenecen. Cuando obtienen resultados interesantes, los someten a la aprobación de la comunidad científica, enviándolos a una revista especializada para su publicación. Un físico podría enviar su artículo a la revista *Physical Review Letters*⁴⁶, y un matemático al *Journal of Algebra*⁴⁷. Estas revistas están dirigidas a los miembros de la comunidad epistémicamente pertinente de físicos y matemáticos especialistas en física y álgebra, respectivamente. Las personas que deciden si un artículo es adecuado para publicarse en una revista de este tipo son miembros reconocidos de

interactúan con otros objetos y otros agentes; c) Un conjunto de objetos (incluyendo otros seres vivos) que forman también parte del medio. Sujetos de investigación, pacientes, vacunas, animales, etc. d) Un conjunto de acciones (potenciales y realizadas de hecho) que constituyen una estructura.

⁴⁴ Esta descripción se aplica a los físicos y a los matemáticos aplicados. Los matemáticos puros, a quienes para propósito de esta tesis también consideraremos científicos, se dedican a estudiar las estructuras matemáticas abstractas y encontrar nuevas propiedades y elementos en ellas.

⁴⁵ Una representación es un modelo del mundo, a la manera de un mapa, pero un mapa que no es independiente de su usuario y de las acciones para las cuales el mapa le es útil. Todas las teorías científicas son modelos del mundo, que pueden ser mejores o peores como guías de las acciones de los científicos y de otros grupos humanos.

⁴⁶ *Physical Review Letters* es una de las revistas arbitradas más prestigiosas en el área de la física. Para los miembros de la comunidad epistémica pertinente de físicos se considera un honor publicar en dicha revista. <http://prl.aps.org/>

⁴⁷ El *Journal of Algebra* publica artículos especializados sobre distintos temas relacionados con el álgebra especializada.

http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/622850/description#description

la comunidad epistémica pertinente de científicos especialistas en el tema de interés de la publicación.

El comité de dichas revistas somete el trabajo a evaluación y decide si es digno de ser publicado o no. Si dicho artículo se acepta para su publicación, se considera como una validación de los resultados. Las revistas gozan de distintos niveles de prestigio. Hay algunas revistas en las que se considera particularmente importante publicar, por ejemplo *Nature*. Los científicos que publican en dicha revista son parte de un selecto grupo de investigadores con gran reconocimiento por parte de la comunidad científica.

Aparte de las revistas arbitradas, otra manera de someter los resultados de una investigación al escrutinio de la comunidad es presentarlos en un congreso especializado en el tema sobre el que versan. Estos resultados pueden recibir aprobación o desaprobación inmediata, por parte de los asistentes del congreso. Hay congresos sumamente especializados, por ejemplo, el Congreso Internacional de Gravitación y Relatividad General⁴⁸, o congresos más generales, por ejemplo, el Congreso Anual de la Sociedad Matemática Mexicana⁴⁹.

Durante el proceso que va de la construcción o del descubrimiento del conocimiento a su aceptación como tal en la comunidad epistémicamente pertinente, intervienen varias representaciones de la ciencia. Las representaciones, que se hacen dentro de la comunidad de los científicos, influyen en los argumentos que se dan en el debate para reconocer o no un cierto tipo de saber como conocimiento científico. Este debate tiene lugar entre pares, por ejemplo, entre un grupo de físicos de partículas, y aquellos que no pertenecen a la comunidad científica muchas veces ni siquiera se enteran de que el debate se está llevando a cabo. Esto no debe extrañarnos, pues, de acuerdo con Luis Villoro en su libro *Creer, Saber, Conocer*, para juzgar la objetividad de las razones de una creencia, solo son

⁴⁸ El Congreso Internacional de Gravitación y Relatividad General es un evento que reúne a los mejores especialistas del mundo en temas relacionados con las investigaciones de Albert Einstein, por ejemplo, el Big Bang, los agujeros negros, la expansión del Universo, etc. Los participantes en este congreso son físicos altamente especializados en ciertos temas.

⁴⁹ En este congreso, organizado por la Sociedad Matemática Mexicana, se presentan ponencias sobre cualquier tema de matemáticas, incluyendo la enseñanza de las matemáticas para profesores de los niveles básicos de educación.

pertinentes los juicios de los miembros de una cierta comunidad epistémica definida, porque los demás no están en condiciones adecuadas para juzgarlos (Villoro, 1989: 148). Si bien es cierto que en algunos casos el resultado de los debates en el seno de los institutos científicos no afecta la vida cotidiana de la mayoría de los individuos, en otros sus conclusiones podrían afectar a la sociedad en general. Algunos ejemplos de esto son el uso de distintas técnicas de medicina nuclear o el desarrollo de tecnologías cuyo uso puede ser peligroso si no se controlan correctamente, como la energía nuclear.

El objetivo de comunicarle la ciencia al “público en general”⁵⁰ es convertir a los individuos en sujetos pertinentes del saber científico o, en términos kuhnianos, “convertir a todo sujeto empírico en miembro de la intersubjetividad trascendental de la ciencia” (Villoro 1989: 149).

2.1.5 Los valores y las prácticas cognitivas de la comunidad científica

Para llevar a cabo un estudio de los valores⁵¹ y los intereses de la comunidad científica, en esta tesis adoptaré el punto de vista que propone Javier Echeverría en su libro *Ciencia y valores*. En dicho texto, Echeverría señala que hará “filosofía de la práctica científica más que filosofía del conocimiento científico”, teniendo en cuenta que la ciencia no es neutral y que hay conjuntos de valores que guían cualquier acción científica (Echeverría, 1995: 8). Él llama “axiología de la ciencia y la técnica” a este tipo de indagación⁵². Para estudiar los valores de la ciencia,

⁵⁰ Varios divulgadores de la ciencia han señalado que no existe tal cosa como “un público en general”. Los individuos tienen distintos marcos conceptuales. Todos ellos pertenecen a comunidades epistémicas pertinentes, que generalmente no comparten marcos conceptuales con los científicos.

⁵¹ En su libro *Ciencia y valores*, Echeverría señala que no pretende definir lo que son los valores de la ciencia. Se ocupará de los procesos de evaluación a lo largo de los cuales se manifiestan los valores relevantes para la práctica científica. Más que valores, habla de *criterios de evaluación*.

⁵² En su libro *Ciencia y valores*, Echeverría menciona que la axiología de la ciencia ha de ser: a) Empírica o a posteriori: ha de partir de los procesos de evaluación tal y como estos se producen en la actividad científica. Para ello, conviene proceder investigando casos concretos procedentes de las diversas disciplinas científicas y tecnológicas; b) Analítica: partirá de una teoría de la acción basada en distintos componentes, cada uno de los cuales ha de ser evaluado por separado, y todos ellos en conjunto. En lugar de ocuparnos únicamente de los resultados científicos, analizaremos axiológicamente las diversas componentes de las acciones científicas; c) Formal: ha de elaborar instrumentos de análisis formal de los procesos de evaluación, partiendo para ello de los protocolos de evaluación que habitualmente utilizan los propios científicos, o quienes evalúan la ciencia; d)

Echeverría analiza la actividad científico-tecnológica distinguiendo cuatro contextos: el contexto de educación, el contexto de innovación, el contexto de aplicación y el contexto de evaluación. Explicaré los cuatro contextos a los que se refiere Echeverría, ejemplificándolos con el caso de los físicos de partículas.

En primer lugar, el contexto de educación se refiere a la transmisión del conocimiento científico en un entorno escolar:

La enseñanza de la ciencia es pues el primer ámbito en donde la actividad científica tiene vigencia. Incluye dos acciones recíprocas básicas: la enseñanza y el aprendizaje de sistemas conceptuales y lingüísticos, por una parte, pero también de representaciones e imágenes científicas, notaciones, técnicas operatorias, problemas y manejo de instrumentos. Cada individuo habrá de mostrar que tiene una competencia en el manejo de todos esos sistemas sígnicos y operatorios. A partir de ello podrá ser reconocido (o rechazado) como posible candidato a devenir miembro de una comunidad técnica o científica concreta. Toda esta fase abarca desde su formación como investigador hasta el inicio de su actividad profesional como alevín de científico (o ingeniero, o experto). Tras su fase de formación, la mayoría de los titulados pasan al ámbito de aplicación correspondiente, sin incidir en modo alguno en la investigación ni en la elaboración de teorías. Y no por ello dejan de ser científicos. Tenemos así una primera interacción en el contexto de enseñanza y el contexto de aplicación. Por supuesto, también este último incide sobre el primero (Echeverría, 1995,:60).

Para que alguien se convierta en experto en física de partículas, tiene que haber cursado una licenciatura en física en la que aprendió el lenguaje matemático y la notación de la física. Durante esta etapa, los estudiantes adquieren representaciones adecuadas de los conocimientos científicos previos, aprendiendo

Plural: Ha de ser capaz de investigar el contexto de evaluación de las diversas ciencias. En lugar de partir de concepciones apriorísticas sobre los valores, se trata de investigar los criterios de evaluación efectivamente intervinientes en las diversas acciones científicas. e) Sistémica: Distingue entre distintos sistemas de valores y muestra que los valores de la ciencia están estrechamente relacionados entre sí. f) Meliorista: No se limita a describir, analizar y reconstruir los procesos de evaluación. Ha de ser capaz de criticarlos e intervenir en ellos.

a llevar a cabo distintas demostraciones y experimentos científicos. Algunos de ellos inician su participación en proyectos experimentales construyendo partes de instrumentos, por ejemplo, paneles de fibra óptica para detectores de partículas, o haciendo los análisis más sencillos de los resultados obtenidos en un experimento. Posteriormente los estudiantes cursan una maestría y un doctorado, donde deciden si se convertirán en físicos experimentales o teóricos. Finalmente, aquellos que pasan todas las evaluaciones, se incorporan a un instituto como investigadores posdoctorales, y eventualmente, como investigadores permanentes. Durante todo ese proceso, los estudiantes se someten a distintas pruebas, para demostrar que pueden formar parte de la comunidad científica, por ejemplo, exámenes generales de física o exámenes de doctorado.

De acuerdo con Echeverría, “la enseñanza no solo transforma las mentes al introducir en ellas conocimientos básicos, sino también modifica las capacidades de acción de las personas, es decir, sus habilidades y destrezas. La educación científica, por tanto, es un gran ejemplo de transformación del mundo” (Echeverría *Los valores de la ciencia*, 218). Dentro del contexto de educación no solamente se transmiten a las nuevas generaciones los conocimientos de la *ciencia normal* (en el sentido kuhniano), sino también los valores científicos. Algunos de estos valores son el rigor, la coherencia, la precisión, la generalidad, la novedad, la replicabilidad y la elegancia.

El segundo contexto al que se refiere Echeverría es el contexto de innovación:

Un segundo ámbito lo constituye el antiguo contexto de descubrimiento, al cual hay que añadir, si queremos estudiar la tecnociencia actual, y no solamente la ciencia clásica, la función de innovación y de invención que ha caracterizado históricamente a los ingenieros y a los técnicos por oposición a los científicos: por eso es preferible llamarlo *contexto de innovación*, pues ésta lleva a veces a descubrimientos (o fracasa en esa tentativa), pero también produce innovaciones o novedades. Puede suceder perfectamente que una innovación técnica (como la máquina de vapor, el teléfono o el radio) tenga una mínima apoyatura en teorías científicas, y no obstante acabe generando una o varias teorías con sus correspondientes leyes. La

actividad teórica es sólo una de las componentes de la actividad científica en el ámbito de la investigación e innovación. Los laboratorios y los locales de estudio de los tecnocientíficos son el escenario fundamental para este segundo ámbito, en el que prima la producción de conocimiento (teórico, empírico, formativo y técnico...), pero en el que también puede haber una importante componente de construcción de nuevos artefactos: entendiendo por tales, desde una nueva notación matemática hasta un nuevo instrumento de medida o una nueva clasificación, pasando por un nuevo software o un virus desconocido (Echeverría, 1995: 62).

En el caso de los físicos de partículas, el segundo contexto se refiere a los artefactos que construyen para comprobar si sus teorías son válidas a través de experimentos, por ejemplo los detectores de partículas.

Posteriormente al contexto de innovación, Echeverría sitúa el *contexto de justificación*:

Un tercer ámbito lo constituye el consabido contexto de justificación, tradicionalmente basado en una buena fundamentación metodológica y racional de la ciencia. Independientemente de que dicha justificación fuera lógico-deductiva, inductivista, proabilista, verificacionista, falacionista o de cualquier otro tipo, lo cierto es que, si admitimos que el segundo ámbito de la actividad científica es el de innovación y no sólo el de descubrimiento, entonces necesariamente hemos de ampliar el contexto de justificación. Por ello proponemos hablar del contexto de valoración o evaluación de la actividad tecnocientífica, y no sólo de la justificación del conocimiento científico. Tan importante es valorar el descubrimiento de un nuevo hecho empírico como evaluar el interés de una nueva formalización o simbolización. En el caso de los ingenieros y de los inventores, sus prototipos, sus diseños y sus planos han de ser valorados en función de su viabilidad, de su aplicabilidad, de su competitividad frente a propuestas alternativas y en general en función de su utilidad (Echeverría, 1995: 64).

En el contexto de los físicos de partículas, se puede valorar los planes y los prototipos de experimentos como ALICE o LHCb en el LHC (Ver el Anexo I).

El último contexto que define Echeverría es el contexto de aplicación:

La ciencia, por último, se muestra particularmente activa a la hora de ser aplicada para modificar, transformar y mejorar el medio, el entorno, el mundo o la realidad: como prefiera decirlo cada cual. [...] En el caso del ámbito de aplicación y transformación, las producciones y artefactos científicos sufren cambios todavía más profundos [...]. El criterio de valor principal es, probablemente, el *it works* (funciona), pero cabe aplicar otros muchos: desde la rentabilidad económica hasta la utilidad social, pasando por la propia capacidad transformadora de la propuesta tecnocientífica (Echeverría, 1995: *ciencia*, 65).

El contexto de aplicación se puede ejemplificar con los adelantos en medicina nuclear, que son aplicaciones de las teorías y experimentos de física de partículas, o los adelantos en supercómputo como Grid, que se desarrollaron para facilitar la transmisión de datos en la física nuclear.

En su modelo, Echeverría omitió un contexto muy importante, el *contexto de comunicación*, que definimos en este trabajo. El autor incluye a la divulgación de la ciencia en el contexto de educación. Sin embargo, la comunicación de la ciencia tiene una problemática distinta a la educación. El *contexto de comunicación*, que definimos aquí, se refiere al contexto en el que se lleva a cabo la transmisión del conocimiento científico en entornos no escolares. El conocimiento, que la comunidad epistémicamente pertinente avala como conocimiento científico, se transmite (usando distintos medios de comunicación) a distintos públicos voluntarios. El objetivo de la comunicación de la ciencia no es enseñar, y, por lo tanto, no lleva a cabo evaluaciones ni pruebas. Los encargados de comunicar la ciencia no son los profesores ni los científicos, sino los divulgadores y los periodistas científicos profesionales. Siguiendo con el ejemplo de la física de partículas, un concepto relativamente novedoso como el del cuark se puede transmitir a través de

distintos medios, por ejemplo, en una obra de teatro como *Sopa de cuarks*⁵³, de Ana María Sánchez Mora, o en un artículo de divulgación de la ciencia, como *La receta cósmica*⁵⁴, de Alberto Gúijosa Hidalgo.

Hablaremos con más detalle sobre el *contexto de comunicación* a lo largo de esta tesis, con el objeto de proponer un modelo de comunicación de la ciencia. Por el momento, es importante subrayar que los cuatro contextos que propone Echeverría, además del *contexto de comunicación* que acabamos de caracterizar, son parte integral de la actividad científica.

En cada uno de estos contextos se llevan a cabo distintas *prácticas cognitivas*. Por ejemplo, en el contexto de *innovación* intervienen grupos de científicos y técnicos que construyen modelos, teorías y artefactos. En el caso de los físicos de partículas experimentales, varios grupos de científicos e ingenieros pueden colaborar para construir un colisionador de partículas. Este aparato se vuelve, posteriormente, el medio⁵⁵ en el que interactúan los distintos agentes⁵⁶. En el medio hay distintos tipos de objetos que los científicos usan para su investigación, por ejemplo, computadoras que sirven para controlar los aparatos y llevar a cabo cálculos complicados. En el contexto de innovación, los científicos llevan a cabo varias acciones⁵⁷, por ejemplo, construyen los sistemas de supercómputo y programan el software para analizar las colisiones de partículas.

Como mencionamos al principio de este apartado, Javier Echeverría está convencido de que la ciencia no es axiológicamente neutra, y que hay una serie de

⁵³ Se puede consultar una reseña de la obra en:

<http://www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/boletines/bol200403.pdf>

⁵⁴ El artículo se puede consultar en: http://www.comoves.unam.mx/articulo_129_01.html

⁵⁵ De acuerdo con Olivé, en su libro *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, en las prácticas cognitivas hay un *medio* del cual forma parte la práctica, y en donde los agentes interactúan con otros objetos y otros agentes. El medio incluye la sociedad en la cual los agentes realizan sus actividades.

⁵⁶ De acuerdo con Olivé, en su libro *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, en las prácticas cognitivas intervienen un conjunto de *agentes* con capacidades y propósitos comunes. Una práctica siempre incluye un colectivo de agentes que coordinadamente interactúan entre sí y con el medio. Por lo tanto, en las prácticas los agentes siempre se proponen tareas colectivas y coordinadas.

⁵⁷ De acuerdo con Olivé, en su libro *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, en las prácticas cognitivas hay un conjunto de acciones (potenciales y realizadas de hecho) que constituyen una estructura. Las acciones involucran intenciones, propósitos, fines, proyectos, tareas, representaciones, creencias, valores, normas, reglas, juicios de valor y emociones.

valores que comparten los miembros de la comunidad científica y que influyen en las prácticas cognitivas en los contextos mencionados anteriormente:

Por nuestra parte afirmamos que la ciencia y la tecnología tienen una componente axiológica indudable y que hoy en día no cabe hablar de una neutralidad axiológica de la ciencia. El peso y la relevancia relativa de unos y otros valores en cada contexto, en cada escenario y en cada momento histórico es variable y por ende debe ser analizado desde el punto de vista filosófico. La axiología pasa a ser un tema relevante para los estudios sobre la ciencia y la tecnología, en particular para la filosofía de la ciencia (Echeverría, 1993: 176).

Este es un tema crucial para la comunicación de la ciencia, pues si éstos identifican los valores que rigen la labor de los científicos, pueden comunicar el quehacer científico de una manera más precisa, más interesante y menos idealizada.

Varios filósofos han identificado los valores que comparten los miembros de la comunidad científica. Por ejemplo Khun, influenciado por las teorías de Merton, identificó cinco valores universales de la ciencia: precisión, coherencia, amplitud, simplicidad y fecundidad:

En primer término, una teoría debe ser precisa: esto es, dentro de su dominio, las consecuencias deducibles de ella deben estar de acuerdo demostrando con los resultados de los experimentos y las observaciones existentes. En segundo lugar, una teoría debe ser coherente, no sólo de manera interna o consigo misma, sino también con otras teorías aceptadas y aplicables a aspectos relacionables de la naturaleza. Tercero, debe ser amplia: en particular las consecuencias de una teoría deben extenderse más allá de las observaciones, leyes o subteorías particulares para las que se destinó en principio. Cuarto, e íntimamente relacionado con lo anterior, debe ser simple, ordenar fenómenos que, sin ella, y tomados uno por uno estarían aislados y, en conjunto, serían confusos. Quinto, aspecto algo menos frecuente, pero de importancia especial para las decisiones

científicas reales, una teoría debe ser fecunda, esto es, debe dar lugar a nuevos resultados de investigación: debe revelar fenómenos nuevos o relaciones observadas con cosas que ya se saben (Khun 1983: 344).

Para Echeverría, la universalidad de estos valores no implica que sean estáticos, sino que hay una pluralidad de valores. Por lo tanto, la *axiología de la ciencia es dinámica* y la componente axiológica de la ciencia puede cambiar dependiendo de las épocas, las disciplinas o los escenarios en los que se lleve a cabo la actividad científica. Para el filósofo español, el problema de los valores es en realidad un problema matemático en el que una *función axiológica* vinculada a la ciencia toma muchas diferentes variables, “que se satisfacen en mayor o menor medida en unas u otras fases de la actividad científica”. A partir de la idea de esta función, Echeverría obtiene las conclusiones siguientes:

1. La actividad científica está profundamente influenciada por una pluralidad de valores (epistémicos y no epistémicos) que son satisfechos en mayor o menor grado por las teorías, los experimentos o las demás formas de plasmación del conocimiento científico.
2. La ciencia no tiene un valor ni un objetivo prioritario sino múltiples valores para distintos fines.
3. Los criterios de valoración que utilizan los científicos a la hora de elegir y evaluar unos u otros resultados científicos son muy distintos en función de los contextos en los que actúan y de los escenarios en los que intervienen.
4. Desde el punto de vista metodológico, conviene que la filosofía de la ciencia parta en sus análisis axiológicos de los valores epistémicos internos, tal y como éstos se manifiestan en las acciones y decisiones de los científicos.
5. Hay que discernir los diversos valores subyacentes a toda propuesta científica y sobre todo las diversas ponderaciones que puede haber en una misma colección de valores.
6. Así concebida, la axiología de la ciencia no se reduce a la racionalidad instrumental sino que analiza los fines en función de los valores que hipotéticamente serían satisfechos si se logran dichos objetivos (Echeverría, 1998: 189).

Para los comunicadores de la ciencia es importante tener en cuenta estos señalamientos pues, entre otras cosas, terminan con la visión de que hay un solo objetivo en la ciencia y un solo criterio de evaluación para el conocimiento científico. Echeverría también identifica cinco “valores sociales de la ciencia”:

1. Los resultados de la actividad científica deben ser públicos, tarde o temprano, y no sólo privados.
2. Los resultados de la actividad científica deben ser comunicables y enseñables.
3. El saber científico debe ser accesible a cualquier ser humano, previa educación.
4. La objetividad prima sobre la subjetividad. O si se prefiere, la ciencia debe ser objetiva.
5. En la medida de sus posibilidades, los científicos deben tratar de mejorar lo logrado por sus predecesores (Echeverría 1995: Capítulo 3).⁵⁸

Me parece importante agregar un nuevo valor social a esta lista, como resultado de la inclusión del contexto de comunicación de la ciencia. *6. Los resultados de la actividad científica deben ser comunicables, de una manera accesible, a cualquier ser humano, sin importar si ha tenido educación o no.* Esto difiere del punto número 3 definido por Echeverría, que requiere que los individuos tengan una educación previa. El punto 6 que definimos aquí es un valor que deben compartir los científicos y los comunicadores de la ciencia.

2.1.6 Las representaciones de la ciencia

En todos los contextos mencionados anteriormente, hay un conjunto de *representaciones* que guían las acciones de los agentes. De acuerdo con Olivé en *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, hay dos tipos de representaciones de la ciencia que tienen los científicos:

⁵⁸ Capítulo tomado de:
<http://www.mdp.edu.ar/humanidades/documentacion/licad/archivos/modulos/metodologia/archivos/bibliografia/M007.pdf>

- a) Las representaciones del mundo que tienen los científicos. Estas son las representaciones *en la ciencia*.
- b) Las representaciones de los propios científicos acerca de sus tareas, objetivos y resultados, y acerca de sus papeles en el contexto estrictamente científico y en el contexto social más amplio. Estas son las representaciones *de la ciencia*.

Como un ejemplo de las representaciones en la ciencia podríamos mencionar la representación del universo con un porcentaje de 21% de materia oscura y 70% de energía oscura. Por otra parte, una representación del quehacer científico entre los científicos podría corresponder a la creencia de que la ciencia es una actividad de suma importancia y que aquellos que hacen investigación de punta pertenecen a la elite de la sociedad.

En *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, Olivé comenta que existen representaciones objetivas y subjetivas en la ciencia:

Las representaciones objetivas correlacionan estados del mundo (“hechos”) con creencias, actitudes y emociones de los agentes. Su *objetividad* consiste en que los agentes tienen a su disposición razones para creer que tal estado del mundo en efecto existe y es como se lo describe, y no existen *buenas* razones para creer lo contrario. [...Las representaciones subjetivas] son representaciones que correlacionan un pretendido estado de cosas en el mundo, con creencias, actitudes y emociones. Se trata de “formas de mirar el mundo”, que tienen consecuencias en la manera en la que actúan quienes ven el mundo de esa manera y en las relaciones sociales (Olivé, posición 4337 en la edición Kindle).

Una representación objetiva, por ejemplo, puede corresponder a la creencia de que las leyes de Newton se cumplen en un cierto rango de escalas. Una representación subjetiva puede corresponder a la creencia que mantienen algunos científicos de

que solamente los miembros de la comunidad epistémicamente pertinente pueden involucrarse en los debates de la ciencia.

En *El bien, el mal y la razón*, Olivé señala que podemos hablar de varias imágenes de la ciencia. No solamente de la imagen que tienen los científicos del conocimiento y el quehacer científico, sino también las imágenes que vienen de fuera del ámbito científico. El autor distingue dos tipos de imágenes: en primer lugar la imagen filosófica de la ciencia, que corresponde a la perspectiva de disciplinas como la sociología, la antropología, la historia y la filosofía de la ciencia, y, en segundo lugar, la imagen pública de la ciencia, que se forma por la labor de los comunicadores de la ciencia.

Para efectos de nuestro modelo de comunicación de la ciencia, es necesario abordar el problema de las representaciones de la ciencia y de las representaciones de la comunicación de la ciencia en las oficinas de comunicación de la ciencia, pues en ellas confluyen y se modifican las representaciones e imágenes mencionadas anteriormente: por una parte, dichas oficinas deben entender y asimilar las *representaciones* que tienen los científicos de *la ciencia*; por otra parte, las oficinas *deben tener una representación de la ciencia* que corresponda a un análisis desde la filosofía, la sociología, la antropología de la ciencia, la filosofía de la comunicación y la teoría de la divulgación de la ciencia, para poder tomar decisiones críticas acerca de qué conocimiento comunicar, que tipo de visión de la ciencia transmitirán y que tipo de ideología, entre otras cosas. Más aún, las oficinas *crean* representaciones de la ciencia y de los científicos, que se transmiten a través de distintos medios de comunicación. Tomado en cuenta todos estos factores, para efectos de este trabajo, hablaremos de algunos nuevos tipos de representaciones:

- c) Representaciones de la ciencia y los científicos en la comunicación de la ciencia. Es decir, *representaciones de la ciencia* en la comunicación de la ciencia.
- d) Representaciones en la oficina sobre su labor. Es decir, *representaciones de la comunicación de la ciencia*.

- e) Representaciones en la comunidad de científica de la comunicación de la ciencia y de los comunicadores profesionales. Es decir, *representaciones de la comunicación de la ciencia* en la comunidad científica.

Es importante que tanto científicos como comunicadores de la ciencia también estén conscientes de las representaciones públicas de la ciencia y los científicos. Un indicador interesante acerca de dichas representaciones es la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (ENPECYT) 2017, pues arrojó algunos resultados relevantes:

- El 8.4% de la población de áreas urbanas está “muy interesada” en los nuevos inventos, descubrimientos científicos y desarrollo tecnológico.
- El 5.2% de la población dice tener un nivel de información muy bueno sobre nuevos inventos, descubrimientos científicos y desarrollo tecnológico.
- El 92% de la población está de acuerdo en que haya mayor inversión en ciencia y tecnología.
- La gente está más interesada en deportes (12.8%) que en ciencias exactas (3.3%).
- La mayoría de la gente considera que los mejores científicos están en Estados Unidos (40.4%).
- La mayoría de los encuestados (58.5%) confía más en la fe que en la ciencia.⁵⁹

Es claro que, a pesar de los esfuerzos que se han hecho para comunicar la ciencia en México, sigue habiendo poco interés en ella. A pesar de ello, la mayoría de la gente considera que se debe dar mayor apoyo a la ciencia y la tecnología.

Otro indicador interesante es la prueba “Dibuja a un científico” que desarrolló en 1983 el historiador de la ciencia David Wade Chambers, de la Universidad de Deakin. En esta prueba se le pide a un grupo de niños que dibuje a una persona que haga ciencia (“draw a scientist”). Aunque cuando se les pide a los niños que realicen el dibujo no se especifica el sexo del científico, la mayor parte dibuja hombres. La primera vez que se llevó a cabo, de 4807 niños que participaron

⁵⁹ Datos tomados de la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (ENPECYT) 2017 realizada por el Conacyt y el INEGI.

solamente 28 dibujaron mujeres. Además, la mayoría dibujó hombres con cabello revuelto, vestidos con batas de laboratorio y rodeados por matraces.

En marzo de 2018, Wade Chambers publicó un nuevo estudio que muestra que en los grupos de niños de entre 5 y 6 años, antes de la escolarización, los niños publicaron la misma cantidad de hombres que de mujeres. Este equilibrio desaparece a partir de los siete años de edad. A partir de los 14 años, solo el 20% de los dibujos mostraban mujeres. Otro punto importante es que el 80% de los dibujos mostraron a hombres blancos. Aunque estos estudios se llevaron a cabo en Europa, los resultados en otros países del mundo son similares.

Los estudios anteriores nos permiten observar que es importante continuar con los programas de comunicación de la ciencia en México. Es muy importante crear programas de comunicación de la ciencia dirigidos a las niñas y a las jóvenes mexicanas. Finalmente, es crucial comunicar que hay investigadoras de primer nivel en México.

2.1.7 El nuevo contrato social de la ciencia y la responsabilidad de los científicos

En *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, León Olivé habla, en primer lugar, del “viejo contrato social de la ciencia y la tecnología”, que tiene la siguiente tesis central:

El sistema científico recibe apoyo de la sociedad por medio del Estado, en especial para la investigación básica, cuyos resultados difícilmente tienen un valor en el mercado, se mantiene autónomo y relativamente aislado, es decir, fija sus propias reglas y metas y, a la larga, la sociedad se beneficia por medio de la ciencia aplicada y de la innovación tecnológica (Olivé, 2011: posición 478 en la versión de Kindle).

Este contrato supone que la ciencia se puede quedar aislada y tomar decisiones al margen de la sociedad. Por ello, en su libro Olivé discute la importancia de un “nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología”:

[Debe ser un contrato] que reconozca que la ciencia y la tecnología no están aisladas del resto de la sociedad; en realidad están inmersas en ella por lo que es imprescindible tomar en cuenta el papel de los funcionarios del Estado, de los empresarios así como de los ciudadanos en general, ya que en una sociedad democrática todos ellos deben evaluar positiva o negativamente el gasto público para desarrollarlas pues son por último quienes se benefician con sus resultados (Olivé, 2011: posición 507 en la versión de Kindle).

Olivé deja claro que en este nuevo modelo las comunidades científicas y tecnológicas no pueden mantenerse al margen de la sociedad. Lo que justifica la existencia del sistema científico y tecnológico es que pueda satisfacer algunas demandas de la sociedad, por ejemplo, las económicas, y las empresariales, aunque esto no excluye la investigación básica. Dentro de este nuevo contrato social, es crucial la participación de los comunicadores de la ciencia.

En sus textos, León Olivé ha propuesto la formación de nuevos expertos y profesionales en gestión, en mediación y en comunicación de la ciencia, para trabajar dentro del nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología:

De lo anterior se concluye la formación de nuevos expertos en ciencias naturales, sociales y humanidades, así como en tecnologías, con la capacidad de integrarse a equipos interdisciplinarios que sean receptivos a las muy diversas demandas sociales, y que desarrollen estrategias de investigación para obtener respuestas. Urgen además profesionales que actúen como interfaz entre los sistemas de ciencia y tecnología y el resto de los sectores sociales. Para lograr la vinculación efectiva con la sociedad es indispensable formar especialistas en comunicación pública de la ciencia y en gestión científica y tecnológica [...] con sólidos conocimientos sobre la razón de ser de un sistema de ciencia y tecnología financiado por una sociedad democrática (Olivé, 2011: posición 542 en la versión de Kindle).

Así, es de vital importancia que los comunicadores de la ciencia que trabajen en oficinas en institutos no solamente deben ser capaces de recrear la ciencia y crear

textos accesibles, atractivos y precisos, sino también de tomar decisiones críticas acerca de la dirección que deberá tomar el proyecto de comunicación de la ciencia de su dependencia.

Otro punto importante que discute Olivé es el de la responsabilidad de los científicos en el nuevo contrato social de la ciencia:

Los científicos deben ser concientes de las responsabilidades que adquieren en función de los temas que eligen para investigar, de las posibles consecuencias de su trabajo, y de los medios que escojen para obtener sus fines. En particular deben estar concientes de que su carácter de expertos los coloca en situaciones de mayor responsabilidad, pues en gran medida la sociedad depende de sus opiniones autorizadas (Olivé, 2011: posición 4760 en versión Kindle).

Dentro del nuevo contrato de la ciencia y la tecnología, los científicos deben hacerse responsables de las posibles consecuencias de su trabajo y de informar adecuadamente a la población sobre los temas que los competen.

2.2 Sociología de la ciencia

La inclusión de la comunicación de la ciencia como una actividad profesional dentro de los institutos de investigación científica provoca una serie de tensiones y adaptaciones entre sus miembros. Éstas han sido poco estudiadas, por ello resulta sumamente interesante analizarlas desde el punto de vista de algunas corrientes de la sociología de la ciencia. A continuación llevaré a cabo una breve discusión sobre el tema, basada en las observaciones presenciales que he realizado tanto dentro del Instituto de Ciencias Nucleares como en otras dependencias que he visitado durante la investigación para este trabajo.

2.2.1 Funcionalismo estructuralista

Aunque para muchos autores los estudios de Robert K. Merton resultan superados, pueden arrojar luz sobre el comportamiento de los investigadores de un instituto de investigación científica cuando se inserta una nueva área en la dependencia como

la comunicación de la ciencia. En sus investigaciones sobre la estructura normativa de la ciencia Merton postuló el *ethos* de la ciencia del modo siguiente.

Es ese complejo, con resonancias afectivas, de valores y normas que se consideran obligatorios para el hombre de ciencia. Las normas se expresan en forma de prescripciones, proscriciones, preferencias y permisos. Se las legitima en base a valores institucionales. Estos imperativos, transmitidos por el precepto y el ejemplo, y reforzados por sanciones, son internalizados en grados diversos por el científico, moldeando su conciencia científica (Merton, 1968: 66).

De acuerdo con esta definición, todas las comunidades científicas tienen reglas no escritas que todos los miembros deben seguir, por ejemplo, aquellos que publiquen resultados que sean falsos serán sancionados. Posteriormente, Merton introdujo el concepto de “sistema de recompensas de la ciencia”, que regula la institución científica:

Desde hace algún tiempo notamos que las recompensas en el ámbito de la ciencia se distribuyen principalmente en la moneda del reconocimiento a la investigación por parte de los pares. Esta recompensa está estratificada dependiendo de los distintos niveles de logros científicos. Tanto la imagen personal como la imagen pública de los científicos se forjan por el testimonio de los pares. (Merton, 1968: 56).⁶⁰

Basándome en las investigaciones de Merton y en mis propias observaciones etnográficas, he algunas de las recompensas más comunes para los científicos:

⁶⁰ En el original en inglés: Some time ago it was noted that graded rewards in the realm of science are distributed principally in the coin of recognition accorded research by fellow-scientists. This recognition is stratified for varying grades of scientific accomplishment, as judged and the scientist's peers. Both the self image and the public image of scientists are largely shaped by the commonly validating testimony of significant others that they have variously lived up to the exciting institutional requirements in their roles.

- **El reconocimiento por las publicaciones que tiene.** El reconocimiento que se le da a un científico por las publicaciones que tiene no depende solamente del número de sus artículos arbitrados sino también de la calidad de las revistas en las que publica. Un científico que tiene un gran número de publicaciones individual, en revistas importantes, se considera un científico muy productivo y se le da gran reconocimiento. Por otro lado, se considera que un científico que tiene un gran número de publicaciones escritas en colaboración con cientos de otros autores tiene menor productividad. Por ejemplo, podríamos pensar en las publicaciones de la colaboración ALICE dentro del CERN, o las publicaciones de la colaboración del Observatorio Pierre Auger, que generalmente tienen una gran cantidad de autores.
- **La cantidad de citas a sus artículos científicos.** Una de las medidas del éxito de un científico es el número de citas que tiene alguno de sus artículos. En particular, se toma en cuenta el índice h , un sistema para la medición de la calidad profesional de físicos y de otros científicos, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos. Un científico tiene índice h si ha publicado h trabajos con al menos h citas cada uno.
- **La reputación de las revistas en las que publica.** Un científico que publica en las revistas *Science* y *Nature* obtiene un alto grado de reconocimiento entre sus colegas, pues se consideran revistas científicas de primer nivel. Por otro lado, se considera que alguien que publica en revistas poco conocidas tiene una investigación mediocre.
- **Los premios obtenidos.** El Premio Nobel y la Medalla Fields son los reconocimientos más importantes que puede obtener un científico. En orden de importancia, los premios más relevantes para los investigadores son aquellos otorgados por organizaciones científicas internacionales o por los organismos nacionales de gran relevancia, por ejemplo, los premios nacionales de ciencias o los premios otorgados por la asamblea legislativa.

También se considera importante recibir premios otorgados por los institutos o las universidades.

- **La pertenencia a comités evaluadores dentro de las revistas científicas reconocidas.** Se considera que esto es una recompensa importante porque el científico tendrá injerencia en las políticas de alguna revista científica.
- **La pertenencia a los comités centrales de los grandes proyectos científicos.** Pertenecer a los comités directivos o ser el “spokesperson” (o director) de un experimento se considera un gran honor entre los científicos.
- **Financiamiento para investigación.** Los científicos que obtienen financiamientos sustanciosos (*grants*) para su investigación suelen tener gran reconocimiento entre sus colegas. De acuerdo con Merton y sus investigaciones sobre el “efecto Mateo de la ciencia”,⁶¹ obtener estos reconocimientos es más fácil para aquellos que ya tienen reconocimiento. Es decir, se aceptará más fácilmente para publicación en una revista científica un artículo firmado por un científico muy reconocido que presente un cierto resultado “x” a un artículo firmado por un investigador joven o desconocido.
- **Aparición en medios de comunicación.** En el momento en que Merton publicó su investigación, no consideró las apariciones en medios como una recompensa. Sin embargo, hoy en día es importante reconocer que los científicos que aparecen en medios de comunicación que se consideran “serios” dentro de su comunidad, como la *Gaceta UNAM* o el *CERN Courier*, o cuando se hace una rueda de prensa para publicitar sus investigaciones

⁶¹ Merton usa el término *Efecto Mateo de la ciencia* para describir el fenómeno que ocurre cuando los científicos famosos, en particular los ganadores de premios Nobel, obtienen un crédito desproporcionadamente grande por sus contribuciones a la ciencia, mientras que los científicos jóvenes o desconocidos tienden a tener un crédito desproporcionadamente pequeño por contribuciones comparables.

con la presencia de las autoridades de su dependencia, los científicos obtienen reconocimiento en su comunidad.

Cabe mencionar que aunque las apariciones en medios “serios” son una recompensa para los científicos. Sin embargo; la exposición mediática exagerada o las apariciones en medios que no se consideran serios está mal vista dentro de la comunidad.

Es importante señalar que cuando recién se inserta una oficina de comunicación de la ciencia en un instituto de investigación científica, los científicos suelen desconfiar de las apariciones en medios que gestionan los comunicadores de dicha oficina. Sin embargo, una vez que un científico que tiene gran reconocimiento dentro de la comunidad empieza a aparecer en la prensa, los demás quieren aparecer también. Es interesante notar que es más probable que la prensa quiera entrevistar a un científico que ya tiene una importante presencia mediática, a que quiera entrevistar a uno que nunca o pocas veces aparece en los medios de comunicación.

Las apariciones en la prensa les facilitan a los científicos el acceso a algunos premios que les dan prestigio dentro de la comunidad. Un ejemplo de esto son los premios “Mentes Quo Discovery”, “Juchimán de Plata” y “Crónica”⁶² que reconocen a los científicos con aportaciones importantes y con gran presencia mediática.

Cuando las apariciones en prensa se empiezan a considerar una recompensa dentro de una comunidad científica, puede haber conflictos entre los investigadores, o entre los investigadores y los comunicadores de la ciencia. Esto

⁶² El “Premio Mentes Quo Discovery”, que patrocinan la revista *Quo* y el canal televisivo Discovery Channel, tiene como objetivo rendir un homenaje a los científicos, artistas y creadores, que con su conocimiento logran cristalizar sus ideas en proyectos que benefician a la sociedad y dotan de una nueva dimensión social a su quehacer científico. Lo han recibido científicos como Gerardo Herrera, Miguel Alcubierre y Rafael Navarro. El premio “Huchimanes de Plata” es un galardón otorgado de el ámbito nacional e internacional por la asociación civil Juchimanes de Plata, del estado de Tabasco a las personalidades destacadas por su trayectoria en las áreas de Filantropía, Medio Ambiente y Ecología, Ciencia y Tecnología, Comunicación, Ciencias y Técnicas de la Comunicación, Artes y Letras, Artesanías, Ciencias y Letras, Derechos Humanos y la Paz, Ciencias y Humanidades. Entre lo científicos que lo han recibido podemos mencionar a Guy Paic. Por último, el “Premio Crónica”, otorgado por el periódico del mismo nombre, está dirigido a “reconocer a quienes con su trabajo y talento enaltecen la actividad humana y engrandecen México”. Entre los científicos que han recibido el premio podemos mencionar a Rafael Navarro y a Gerardo Herrera.

se debe a que los científicos y los comunicadores de la ciencia pueden tener criterios diferentes para impulsar la difusión del trabajo de un científico. Mientras que para los científicos es importante que se publicite todo su trabajo, para los comunicadores de la ciencia es vital que se comunique el conocimiento científico que sea relevante para la sociedad. Esto está relacionado con los intereses que tienen los comunicadores de la ciencia y las recompensas que buscan dentro de su comunidad desde el punto de vista mertoniano. Algunas de ellas son las siguientes:

- **El reconocimiento por la calidad de sus publicaciones (en libros y revistas).** Los comunicadores de la ciencia obtienen reconocimiento de parte de su comunidad por la calidad que tienen los escritos que publican, en medios no arbitrados, con gran circulación a nivel nacional o internacional. Las publicaciones deben tener precisión científica, ser agradables y accesibles para un público en general.
- **Reconocimiento por los festivales, exposiciones, talleres, y acciones de distintos tipos que ha organizado.**
- **Los premios obtenidos.** Existen distintos premios para los comunicadores de la ciencia por sus artículos, programas de radio, de televisión, talleres, etc.
- **Ser elegido como encargado de la comunicación de un proyecto e, como curador de un festival o como museógrafo de una exposición importante.** Por ejemplo, es muy importante para un comunicador ser el encargado de difundir las investigaciones del Gran Colisionador de Hadrones, curar un festival de arte y ciencia, o de una exposición dentro de un museo de ciencias.
- **Financiamiento para comunicación de la ciencia.** Los comunicadores de la ciencia con financiamiento para sus proyectos suelen tener reconocimiento entre sus colegas.

- **Apariciones en medios masivos de comunicación.** Un comunicador de la ciencia que es claro, preciso, accesible e incluso entretenido goza de mayor reconocimiento entre sus colegas, y por ello es invitado a aparecer en los medios de comunicación en los que trabajan sus colegas.

Es importante subrayar nuevamente que para los comunicadores de la ciencia los criterios para publicitar o comunicar una investigación están relacionados con el interés público que esta tiene y con la claridad con la que se pueda comunicar, mientras que para los científicos estos criterios están relacionados con la importancia que se le da a dicha investigación entre la comunidad científica, la revista en la que se publicó o la reputación del científico que la presentó.

2.2.2 Teoría de campos

En esta sección analizaremos el papel que juegan los distintos actores sociales en un instituto de investigación científica, dentro del campo de la física, de acuerdo a la teoría de Pierre Bourdieu. Para los estudios del sociólogo francés es muy importante el concepto de *habitus*, que junto con aquellos de campo y capital determinan el conjunto de prácticas de un agente social. El sociólogo francés define *habitus* del modo siguiente:

El *Habitus* es una propiedad de los agentes sociales (individuos, grupos o instituciones) que consiste en una “estructura estructurada y estructurante”. Está “estructurada” por las circunstancias pasadas y presentes de cada quien, como la familia, la crianza y las experiencias educativas. Es “estructurante” en el sentido de que el *habitus* de uno le permite darle forma a las circunstancias presentes, pasadas y futuras de cada quien. Es una “estructura” en el sentido de que está ordenada sistemáticamente y no es caótica o sin patrones. Esta estructura incluye un sistema de disposiciones que generan percepciones, apreciaciones y prácticas. [...] El *habitus* se enfoca en nuestros modos de actuar, de sentir, de pensar y de ser. Captura el modo en que nos movemos dentro de nuestra historia, cómo traemos

nuestra historia a nuestras circunstancias presentes, y cómo hacemos elecciones para actuar de ciertos modos y no otros (Maton, 2010: 52-53).⁶³

Así, el *habitus* de los científicos incluye, entre otras cosas, una educación de varios años dentro de una institución científica de prestigio internacional, mientras que el de los comunicadores de la ciencia generalmente incluye un entrenamiento científico básico (como una licenciatura en un área científica), además de entrenamientos formales e informales en periodismo, realización de videos o gestión cultural, entre otras cosas.

Bourdieu introdujo el concepto de *campo* en 1971 en un artículo titulado “Champ intellectuel et project créateur”. Dicho planteamiento resulta de utilidad para estudiar a los científicos y los espacios en los que trabajan, pues se enfoca en la existencia de relaciones objetivas entre los laboratorios y entre los investigadores que gobiernan u orientan las prácticas. Bourdieu define de manera más específica el *campo científico* del modo siguiente:

Un campo científico es un campo de fuerzas estructurado, y también es un campo de luchas para conservar o transformar este campo de fuerzas. [...] Los agentes, científicos aislados, grupos o laboratorios, crean, a través de sus relaciones, el mismo espacio que los determina, aunque sólo existe a través de agentes que pertenecen a él, quienes, para usar el lenguaje de la física, distorsionan el espacio de su vecindario, dándole cierta estructura. [...] El peso asociado a un agente, que está sujeto a las fuerzas del campo al mismo tiempo que ayuda a estructurarlo, depende de todos los otros

⁶³ En el original en inglés: *Habitus* is a property of social agents (whether individuals, groups and institutions) that comprises a “structured and structuring structure”. It is “structured by one’s past and present circumstances, such as family upbringing and educational expertise. It is “structuring” by one’s past and present circumstances, such as family upbringing, and educational experiences. It is “structuring” in that one’s habitus helps to shape one’s past and present and future circumstances. It is a “structure” in that it is systematically ordered rather than random or unpatterned. This “structure” comprises a system of dispositions which generate perceptions, appreciations and practices. Habitus focuses in our ways of acting, feeling thinking and being. It captures the way in which we move within our history, the way we bring our history into our present circumstances and the way we make choices for acting in certain ways and not others.

agentes, todos los otros puntos en el espacio, y las relaciones entre esos puntos, es decir, todo el espacio. (Bourdieu 2001: 33).⁶⁴

De acuerdo con esta definición podemos hablar, por ejemplo, del campo de la física, del campo de las ciencias nucleares, o del campo de la comunicación de la ciencia.

Otro concepto fundamental para Bourdieu es el de *capital*, que define como “la labor acumulada (en su forma materializada o “incorporada al cuerpo”) que los agentes o grupos de agentes se apropian de manera privada y exclusiva, y que les permite apropiarse de la energía social en forma de labor viva” (Bourdieu 1986: 81).⁶⁵ La fuerza que cada agente tiene en un campo depende de los distintos tipos de capital posee y que pueden darle ventajas en las competencias. Los distintos tipos de capital son los siguientes:

- Capital Cultural: puede encontrarse en tres formas. A) En estado incorporado (en forma de disposiciones de larga duración de la mente y cuerpo). Se adquiere por medio de la formación familiar o personalmente por medio de la educación. B) En estado objetivado en forma de bienes culturales como imágenes, libros, diccionarios, instrumentos, máquinas, etc. C) Capital institucional adquirido con los títulos académicos y que se puede convertir en capital económico.
- Capital social: está ligado a la posesión de una red durable de relaciones más o menos institucionalizadas en las que hay un reconocimiento mutuo. Es la pertenencia a un grupo y a sus redes sociales. Este grupo apoya a cada miembro con el capital de todo grupo. El volumen del capital social de un agente depende del tamaño de su red de conexiones que puede movilizar. El desarrollo de las redes

⁶⁴ En el original en inglés: A scientific field is a structured field of forces, and also a field of struggles to conserve or transform this field of forces. [...] The agents, isolated scientists, teams or laboratories, create, through their relationships, the very space that determines them, although it only exists through the agents placed in it, who, to use the language of physics, “distort the space in their neighborhood. The weight associated with an agent, who undergoes the forces of the field at the same time as he helps to structure it, depends on all the other agents, all the other points in space, and the relations among those points, that is to say, the whole space.

⁶⁵ En el original en inglés: Capital is the accumulated labor (in its materialized form or its “incorporated”, embodied form) which, when appropriated on a private, i.e., exclusive, basis by agents or groups of agents, enables them to appropriate social energy in the form of reified or living labor.

sociales depende tanto de los individuos (su respeto, reconocimiento y capacidad de crear comunidades), como de las garantías institucionales que da una organización. B) La segunda característica está basada en el reconocimiento mutuo, del mismo modo que en la teoría de Merton. Así se transforma en capital simbólico.

- Capital económico: el capital económico son los recursos financieros con los que cuenta un individuo o una institución. Las diferentes formas de capital pueden derivarse del capital económico. Sin embargo, hay algunas que solamente se pueden obtener con capital social, por ejemplo, a través de redes cultivadas por un largo tiempo, o a través de capital cultural.
- Capital político: El capital político se refiere a la confianza, la buena voluntad y la influencia que un actor político ostenta, en un momento determinado, frente a la opinión pública. Se trata de un tipo de divisa invisible que fluctúa por factores casi caprichosos y que tiene directa relación con la reputación y confiabilidad de la persona política. El capital político se obtiene y se pierde, se acumula y se gasta en el ejercicio de la política, desde la anulación de un adversario hasta la aprobación de un paquete de reformas; es el producto de las relaciones públicas y las relaciones discretas, es el ejercicio responsable del poder y el buen juicio, hasta el sentido común, y está integrado de otros capitales.

Bourdieu también define el capital científico del modo siguiente:

- Capital científico: un tipo de capital simbólico particular basado en el conocimiento que posea cada científico. Es un poder que funciona como una forma de crédito, presuponiendo la confianza o las creencias de aquellos que lo tienen porque están dispuestos (por entrenamiento y por su pertenencia al campo) de dar crédito y credibilidad.

Para Bourdieu, la estructura de la distribución del capital determina la estructura del campo. Los científicos que poseen una gran cantidad de capital tienen mayor poder

sobre el campo y por ende sobre los agentes que tienen menos capital. Un agente dominante es aquel que ocupa un lugar importante dentro de la estructura.⁶⁶

Para analizar el campo de la física y sus interacciones con el campo de los comunicadores de la ciencia, cuando se insertan en la comunidad de un instituto de investigación científica, hay que identificar las posiciones de cada uno de los actores. Idealmente, en un instituto de investigación científica la persona que tiene el mayor capital científico es el director (puede haber casos en que el director es la persona que tiene más capital político y no científico). Usualmente es un académico reconocido, tanto en su país como en el ámbito internacional, tiene un gran número de publicaciones en revistas arbitradas y un alto "índice h"⁶⁷. Hoy en día, además, debe tener un capital social importante, y tener redes que incluyan agentes pertenecientes a ámbitos científicos, culturales, educativos e incluso económicos. Los otros jugadores "estrella" en el campo científico son aquellos que son líderes de grupos de investigación poderosos, que además participan en proyectos importantes a nivel mundial, como las misiones de la NASA o el Gran Colisionador de Hadrones en el CERN, y que poseen financiamientos millonarios para su investigación. Algunos de estos científicos estrella son los académicos que han pertenecido durante el mayor tiempo al instituto. Al respecto Bourdieu señala lo siguiente:

Un sabio es un campo científico hecho hombre, cuyas estructuras cognitivas son homólogas de la estructura del campo y, por ello, se ajustan de manera constante a las expectativas inscritas en el campo. Las reglas y las regularidades que determinan, por decirlo de algún modo, el comportamiento del científico sólo existen como tales, es decir, en cuanto instancias eficientes capaces de orientar la práctica de los científicos en el

⁶⁶ De acuerdo con Bourdieu, la moneda del crédito científico no es el dinero, sino las recompensas asignadas por la revisión de pares (reputación, premios, definitividades, membresías a sociedades, etc.). El crédito honorífico es algo personal y no es transferible. Está ligado al nombre de cada científico.

⁶⁷ El índice h es un sistema propuesto por Jorge Hirsch, de la Universidad de California, para la medición de la calidad profesional de físicos y de otros científicos, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos. Un científico o investigador tiene índice *h* si ha publicado *h* trabajos con al menos *h* citas cada uno.

sentido de la conformidad con las exigencias de cientificidad, porque son percibidas por unos científicos dotados del habitus que les permite percibir las y apreciarlas, y a la vez predispuestos y capaces de ponerlas en práctica. En suma, esas reglas y esas regularidades sólo los determinan porque ellos se determinan mediante un acto de conocimiento y de reconocimiento práctico que les confiere su poder determinante, o en otras palabras, porque están dispuestos (al término de un trabajo de socialización específico) de tal manera que son sensibles a las conminaciones que contienen y están preparados para responder a ellas de manera sensata (Bourdieu, 2001: 76).

Así, los académicos que determinan las reglas del campo son los más poderosos. En cambio, los académicos con menor capital científico son los técnicos, que usualmente tienen maestrías, pero no doctorados y que se encargan de apoyar las labores de los investigadores. Otros actores con poco capital científico son los investigadores posdoctorales, que se encuentran en una lucha constante por obtener capital científico en forma de publicaciones en revistas arbitradas reconocidas.

La interacción entre los científicos y los comunicadores de la ciencia dentro de un instituto de investigación científica redefine algunas de las reglas no escritas (*doxa*), y produce cambios en ambos campos, pues los comunicadores tienen recursos que pueden ser valiosos para los científicos. Los comunicadores de la ciencia poseen distintos tipos de capital simbólico. Aunque tienen poco capital científico, en relación al que poseen científicos del área, tienen conocimientos generales de ciencia y son los únicos que conocen todos los proyectos de todos los miembros del instituto, junto con el director, el secretario académico y los miembros del consejo interno. Además, poseen capital cultural en forma de habilidades para comunicar la ciencia en distintos medios: conocimientos de escritura especializada, creación de audiovisuales, comunicación visual, manejo de redes sociales y museología, entre otras. El capital simbólico más importante del que son dueños es sin duda el *capital social* pues llevan a cabo una intensa labor de relaciones públicas como *la cara* del instituto. Mientras más contactos tengan, dentro de una red de

individuos situados en lugares estratégicos, tendrán un mayor capital simbólico, que el instituto podrá convertir en otros tipos de capital como capital cultural o capital económico. Por ejemplo, podrá convertirse en apariciones de los miembros del instituto en distintos medios de comunicación, en convenios con otras dependencias académicas o culturales, en colaboraciones para organizar eventos, entre otras muchas cosas. Este capital se va adquiriendo a lo largo de varios años, en los que el comunicador de la ciencia tiene que entrevistarse personalmente y crear una buena relación con actores sociales externos al instituto. Es importante mencionar que mientras el capital científico solamente es válido dentro de los límites del campo, el capital social de los comunicadores de la ciencia se extiende a distintos campos, por ejemplo, el campo de los periodistas de ciencia, de los museólogos de ciencias, de los curadores de festivales de arte y ciencia, entre otros.

El tipo de capital que poseen los comunicadores que laboran en institutos de investigación científica provoca que estén inmersos en una tensión constante. Por una parte, como generalmente no tienen un doctorado, se les da el estatus de técnicos o administrativos, lo cual los convierte en actores sociales de bajo rango dentro de la jerarquía tradicional del instituto. Por otro lado, sus conocimientos sobre su dependencia y su habilidad para comunicarlos los convierte en los anfitriones y los negociadores ideales cuando se invita a la dependencia a alguno de los actores más poderosos del campo, por ejemplo, rectores de universidades o premios Nobel. Esto los convierte en jugadores estratégicos dentro del instituto.

Es importante subrayar que los comunicadores de la ciencia juegan un papel importante en la adquisición de capital científico y social de los investigadores en forma de promoción de su trabajo en distintos medios de comunicación. Los investigadores que tienen mayor capital científico son los que presionan para que se haga una mayor promoción de su trabajo.⁶⁸ Sin embargo, ellos no siempre tienen las investigaciones más interesantes, accesibles o atractivas en términos de comunicación de la ciencia. Esto pone a los comunicadores de la ciencia en una

⁶⁸ De acuerdo con Bourdieu, los jugadores dominantes dentro de un campo son aquellos que logran imponer entre los demás la definición de ciencia que dice que aquellos que tienen el mayor éxito son los que tienen y hacen lo que ellos. En el campo científico, como en todos los demás, no hay autoridades que legitimen las fuentes de legitimidad.

posición complicada: deben elegir entre complacer a los jugadores más importantes del campo y publicitar una investigación que puede ser irrelevante para el público, o hacer su labor del mejor modo posible, de modo que se difundan las investigaciones más relevantes para los distintos tipos de públicos con los que trabaja el instituto. La mayoría de los comunicadores opta por la segunda opción, con el riesgo de comprometer su capital social entre los investigadores del instituto.

En este punto cabe mencionar que dentro de los institutos de investigación científica se considera que el conocimiento científico es el más importante de todos los conocimientos. Por ejemplo, los físicos consideran que su labor es mucho más importante que la de los comunicadores de la ciencia. Además, en muchos casos se considera que las oficinas de comunicación de la ciencia dentro de los institutos de investigación científica deben ser “oficinas de servicio” para los científicos y no proyectos académicos teórico prácticos de primer nivel.

Por lo anterior, para que en el futuro haya una colaboración más horizontal entre los científicos y los comunicadores de la ciencia, es deseable que los campos científicos reconozcan las siguientes premisas.

- La comunicación de la ciencia es tan importante como la investigación científica.
- Se le debe dar un estatus académico similar a los científicos y a los comunicadores de la ciencia, con estímulos económicos y académicos similares por su trabajo.
- Se les debe dar a los comunicadores de la ciencia libertad para llevar a cabo su labor sin estar supeditados a los intereses de los actores o grupos dominantes.

Esto nos lleva a la conclusión siguiente: para que haya una colaboración fructífera y horizontal entre los científicos y los comunicadores de la ciencia de los institutos de investigación científica, se deben crear departamentos académicos que lleven a cabo investigaciones teóricas y acciones prácticas, donde los comunicadores tengan libertad de elegir los temas y los medios que se usarán para comunicarlos.

Para que estos puntos se cumplan, se requeriría la consolidación de un campo de comunicación científica, que aún no se logra.

Más aún, para que esta área crezca y se consolide es deseable que en el futuro se creen institutos completamente dedicados a la teoría y a la práctica de la comunicación de la ciencia, de la cultura científica y del periodismo de ciencia.

2.2.3 Comunicación intercultural y objetos frontera

Cuando se llevan a cabo acciones de comunicación de la ciencia desde los institutos de investigación científica, tanto científicos como comunicadores de la ciencia deben interactuar con actores sociales pertenecientes a distintos grupos culturales. Uno de los casos en que sucede esto es cuando las oficinas de comunicación de la ciencia deciden llevar a cabo proyectos interdisciplinarios en colaboración con actores sociales pertenecientes a distintas disciplinas, por ejemplo, el arte contemporáneo. En esta sección discutiremos brevemente la complejidad de dichas colaboraciones desde el punto de vista de la comunicación intercultural.

Peter Galison tomó prestado el concepto lingüístico de *zonas de intercambio* donde dos o más culturas que hablan lenguajes distintos se encuentran. Dichas zonas se definen como “espacios” donde cada cultura lleva elementos simplificados de su propia tradición lingüística (Reyes-Galindo 2017: 3). Este concepto se ha usado en los estudios CTS para estudiar los encuentros de dos o más culturas científicas diferentes. Por ejemplo, dentro de la física, Galison identificó tres distintas culturas con un lenguaje propio: “la de los teóricos”, “los experimentales” y la de “los instrumentalistas”; Luis Reyes Galindo encontró nueve distintas culturas en su tesis doctoral *The Sociology of Theoretical Physics*. Estas culturas tienen que comunicarse para colaborar y producir conocimiento.

El concepto de *trading zones* se puede usar también para analizar los encuentros entre actores sociales pertenecientes al campo de la física, de la comunicación de la ciencia y del arte contemporáneo, para crear proyectos conjuntos. Cuando se plantea un proyecto interdisciplinario entre actores pertenecientes a distintas culturas, todos los actores involucrados tienen que usar una versión “reducida” de su lenguaje para poder comunicarse con los demás. También hay actores, como los comunicadores de la ciencia, que tienen un lenguaje

“criollo”, pues poseen elementos de todos los lenguajes y la habilidad de llevar a cabo “traducciones” entre ellos. Otro concepto que es importante para estudiar las colaboraciones interdisciplinarias es el de *objetos frontera*, definido por Star y Griesemer como “objetos que son a la vez suficientemente plásticos para adaptarse a las necesidades locales y a las fronteras que imponen los distintos participantes que los emplean. Además, también son suficientemente robustos para mantener una identidad común en diferentes sitios” (Star 1989: 393). Las piezas y *performances* de arte y ciencia son objetos frontera, donde los científicos, comunicadores de la ciencia y artistas reconocen elementos de cada uno de sus ámbitos. Más aún, mantienen su identidad aunque se presenten en distintos espacios, por ejemplo, una galería de arte o un museo de ciencia, aunque se puedan usar con distintos objetivos, por ejemplo, como un medio para comunicar la ciencia. En los siguientes capítulos de este trabajo analizaremos algunos objetos frontera producto de los encuentros entre las comunidades científicas y distintos grupos culturales.

2.3 Antropología de la ciencia

El antropólogo estadounidense Clifford Geertz fue uno de los creadores de la antropología simbólica, teoría que tomé como base para la investigación empírica de las distintas oficinas de comunicación de la ciencia de México y el mundo que visité durante la investigación para esta tesis doctoral. La antropología simbólica es aquella que se centra en el estudio de la cultura como un sistema complejo de símbolos y significados compartidos por un grupo humano, como Geertz señala en su libro *La interpretación de las culturas*:

La finalidad de la antropología consiste en ampliar el universo del discurso humano. Desde luego, no es ésta su única finalidad, también aspira a la instrucción, al entretenimiento, al consejo práctico, al progreso moral y a descubrir el orden natural de la conducta humana; y no es la antropología la única disciplina que persigue esta finalidad. Pero se trata de una meta a la que se ajusta peculiarmente bien el concepto semiótico de cultura. Entendida como sistemas en interacción de signos interpretables (que,

ignorando las acepciones provinciales, yo llamaría símbolos), la cultura no es una entidad, algo a lo que puedan atribuirse de manera causal acontecimientos sociales, modos de conducta, instituciones o procesos sociales; la cultura es un contexto dentro del cual pueden describirse todos esos fenómenos de manera inteligible, es decir, densa (Geertz, 2003: 26).

En sus textos, Geertz está interesado en entender aquello que hace que una persona pertenezca a una determinada cultura, en particular, en los signos interpretables que comparten sus miembros y que resultan incomprensibles para aquellos que no lo son. Estos símbolos pueden consistir en rituales, gestos, usos del lenguaje o modos de interacción. Es importante señalar que para entender una cultura no solamente hay que estudiar el comportamiento de los individuos, sino también el contexto en el que se desenvuelve.

Para investigar a las culturas científicas que eran de interés para este trabajo doctoral se usaron *métodos etnográficos*. Como ya ha señalado Francisco Ferrándiz, la metodología central de la etnografía es el trabajo de campo. Por su parte Hammerseley y Atkinson definen etnografía como “un conjunto de métodos fundamentalmente cualitativos, pertenecientes a la antropología, en los que el investigador participa en la vida cotidiana de las personas que está investigando” (1994). Finalmente, Marcus y Fischer señalan que “la etnografía es un proceso de investigación en el que el investigador observa cuidadosamente, registra y se integra en la vida cotidiana de las personas de otra cultura, para después escribir textos sobre esa cultura, enfatizando el detalle descriptivo” (1986).

Algunos autores ya han usado métodos de la antropología para estudiar comunidades científicas, por ejemplo, Bruno Latour, en su libro *Laboratory Life*. Acerca de este texto, Johnas Salk comenta lo siguiente:

El acercamiento que escogió Bruno Latour era convertirse en parte de un laboratorio, para seguir de cerca el proceso diario e íntimo del trabajo científico, mientras al mismo tiempo permaneció como un observador externo que estaba adentro, un método antropológico para estudiar una cultura científica, para seguir cada detalle de lo que hacen y piensan los

científicos. Después narró lo que vio en sus propios términos, y creó sus propios conceptos, que en general resultan incomprensibles para los científicos. Tradujo las piezas de información y las incluyó en su propio paradigma, usando el lenguaje de su profesión. Trató de observar a los científicos con la misma frialdad con el que los científicos estudian una célula, una hormona o las reacciones químicas que estudian. Este proceso puede provocar un sentimiento de incomodidad entre los científicos, que no están acostumbrados a que los estudien de ese modo (Salk, 1979: 14).⁶⁹

El trabajo de Latour en *Laboratory Life* es sumamente minucioso y muestra facetas fascinantes del trabajo de los científicos, que van desde cómo interactúan unos con los otros, hasta el modo en el que validan sus resultados.

Otra investigadora que ha usado métodos etnográficos para estudiar a las comunidades científicas es Sharon Traweek quien en su libro *Beamtimes and Lifetimes: the World of High Energy Physicists* narra su investigación de los físicos de partículas, en particular aquellos que trabajan en los aceleradores de Estados Unidos y Japón. Al respecto Traweek comenta lo siguiente:

Quería encontrar cómo los físicos generan el campo que comparten; como definen el terreno en el que debaten, las estrategias reconocidas para obtener datos y equipos y reputaciones, y las reglas para los datos, máquinas y reputaciones que están en proceso de validación (Traweek posición 177 en Kindle).⁷⁰

⁶⁹ En el original en inglés: The approach chosen by Bruno Latour was to become part of a laboratory, to follow closely the daily and intimate processes of scientific work, while at the same time to remain an “inside” outside observer, a kind of anthropological probe to study a scientific “culture”, to follow in every detail what the scientists do and how and what they think. He has cast what he observed into his own concepts and terms, which are essentially foreign to scientists. He has translated the bits of information into his own program and into a code of his profession. He has tried to observe scientists with the same cold and unblinking eye with which cells, or hormones, or chemical reactions are studied, a process which may evoke an uneasy feeling on the part of scientists who are unaccustomed to having themselves analyzed from such an vantage point.

⁷⁰ En el original en inglés: I wanted to find out how the physicists generate the shared ground that all members of the community stand upon; how they define the established terrain within which debate can occur, the recognized state for making data and equipment and reputations, and the ground rules for contesting data, máquinas y reputaciones.

Al igual que Latour, Traweek lleva a cabo una observación cuidadosa de los físicos que trabajan en varios experimentos. Describe la ropa que usan, los rituales que llevan a cabo, los valores de las comunidades, aquello que consideran conocimiento, y el modo en que incorporan los miembros más jóvenes de la comunidad. Uno de los elementos que me parece más relevante dentro de la investigación de Traweek es la descripción de los escenarios en los que se desenvuelven los investigadores: los túneles donde se encuentran los aceleradores, los cuartos de cómputo, las oficinas y los lugares de reunión informales como la cafetería.

En su libro, Traweek comenta que generalmente los antropólogos se centran en cuatro dominios de la vida de las comunidades que estudió:

1. La ecología: el medio de subsistencia del grupo, el ambiente en el que viven sus miembros, las herramientas y artefactos que usan.
2. La organización social: cómo está estructurado el grupo, formalmente e informalmente, para trabajar, para formar fracciones, para mantener y resolver conflictos, para intercambiar bienes e información.
3. El ciclo de renovación: cómo se le transmite el conocimiento y los valores a los nuevos miembros.
4. Cosmología: el conjunto de conocimiento, habilidades y creencias. Lo que se valora y lo que no (Traweek, 1992: posición 165 en Kindle).

Tomando en cuenta estos dominios, para la investigación empírica de este trabajo me basé principalmente en el estudio de la organización social y la cosmología de las comunidades. Durante las observaciones usé algunas de las técnicas que desarrollaron Traweek y Latour, con el objetivo de aprender acerca de las oficinas de comunicación de la ciencia de distintos institutos y experimentos de México y otros países del mundo. La meta era conocer, del modo más preciso posible, sus proyectos, las labores de sus miembros, la división de sus tareas y su interacción con los científicos y otros actores sociales que laboran en la dependencia.

Como parte de mi investigación recorrí los edificios y laboratorios de cada uno de los institutos, centros y experimentos que escogí. Además de registrar mis

observaciones durante mis visitas a las diferentes dependencias, diseñé una entrevista para los comunicadores de la ciencia. Aunque las preguntas eran las mismas para todos, muchos de los comunicadores de la ciencia me proporcionaron información original e invaluable para este trabajo. El criterio para la elección de los institutos que elegí fue que tuvieran proyectos exitosos de comunicación de la ciencia, es decir, que fueran conocidos y reconocidos por la comunidad de comunicadores de la ciencia.

Es importante mencionar que mi calidad de coordinadora de comunicación de la ciencia del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, con una maestría en matemáticas, me facilitó la entrada como investigadora a estas instancias, pues se me consideró parte de la comunidad científica en un sentido que detallaré posteriormente. Esto es relevante pues muchos de estos centros e institutos se muestran renuentes a recibir miembros del público que no pertenezcan a las comunidades científicas.

El proyecto que detonó esta investigación doctoral fue el del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, que coordiné durante diez años. La investigación de campo de la Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICN se llevó a cabo dentro de lo que se conoce como *observación participante*, que de acuerdo con Francisco Ferrándiz, puede entenderse del modo siguiente:

La *observación participante* es un proceso metodológico relativamente desestructurado mediante el cual un observador toma parte en las actividades cotidianas, en los rituales, en las interacciones, en los sucesos en los que participa la gente estudiada, con el fin de aprender los aspectos explícitos e implícitos de la cultura. Incorpora una tensión metodológica importante, en tanto que la “observación” apela a un distanciamiento analítico mientras que la “participación” implica algún tipo de compromiso emocional. Estratégicamente, significa que mediante ella participan en una diversidad de tareas que están disponibles en el propio campo, el etnógrafo consigue “normalizar” paulatinamente su presencia, o minimizar su impacto, y establecer relaciones que no serían posibles con ninguna otra propuesta metodológica. La observación participante facilita la creación de

relaciones de empatía con los sujetos sociales estudiados, incrementándose así la calidad de los datos y los lugares de acceso, al mismo tiempo que introduce el elemento de subjetividad en el estudio a medida que se profundizan las relaciones sociales (Ferrándiz 2011: 87).

Durante mi investigación en el ICN no pude observar el comportamiento de los actores sociales de la dependencia de manera completamente objetiva, pues estaba involucrada a distintos niveles emocionales en la investigación por ser académica del instituto y coordinadora de comunicación de la ciencia. De este modo, la narración sobre la UCC del ICN resulta al mismo tiempo la más precisa y la menos objetiva. En relación a este problema, Clifford Geertz utiliza la distinción entre “experiencia próxima” y “experiencia distante”:

La primera es aquella que alguien, un paciente o un informante, por ejemplo, puede emplear de manera cotidiana y sin esfuerzo para definir lo que él, y sus prójimos ven, sienten, piensan e imaginan. La experiencia distante es el tipo de experiencia que los especialistas (etnógrafos, psiquiatras) asumen para impulsar sus propósitos científicos, filosóficos o prácticos. Geertz sugiere que la diferencia es de grado, no se trata de una mera oposición entre dos polos. ¿Cómo se posiciona ante esto el etnógrafo? Si se queda en la experiencia próxima, se empantana en lo local, en lo vernáculo. Si se queda en la experiencia distante, se aísla de la significación nativa, encallado en abstracciones y asfixiado en la jerga académica y disciplinaria. La cuestión que plantea Geertz en su conocido texto sobre el punto de vista nativo es cómo desplegar simultáneamente ambos tipos de experiencia para producir conocimiento antropológico (Ferrándiz 2011: 21).

Para contrastar la experiencia del ICN con la de otros institutos y proyectos científicos de México y el mundo, usé el método de “participación moderada” en la que el etnógrafo está en el lugar de investigación, y la gente es consciente de su presencia, pero su participación es limitada y ocasional. Debido a que hay colaboraciones cercanas entre el ICN, el Instituto de Física (IF) y el Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM, visité varias veces dichas dependencias para platicar

con sus miembros y sus jefes de comunicación. Es importante mencionar que tanto en Instituto de Física como el de Astronomía se me consideró miembro de las comunidades científicas de la UNAM, lo que me permitió llevar a cabo observaciones de los científicos y participar como colaboradora externa en varias acciones de comunicación de la ciencia. Esto resultó sumamente útil para mi investigación, ya que de acuerdo a Ferrándiz el investigador mismo ha de ser capaz de vivir la vida cotidiana como uno más de sus informantes:

[El investigador debe asumir] en su rutina e incluso en su cuerpo las prácticas sociales analizadas, y al tiempo conectar esta experiencia con las preguntas que guían su investigación, los roles que ocupa en el campo y las técnicas que despliega en cada momento, Además, la inmersión en el campo, especialmente las de larga duración, obliga al etnógrafo a desarrollar y alimentar un tipo de mirada sobre la realidad específica, que Willis ha denominado “imaginación etnográfica”, que es la que mantiene siempre presente la perspectiva global sobre los temas y problemas estudiados en los contextos restringidos y cotidianos en los que trabajamos (Ferrándiz 2011: 14).

En mis investigaciones empíricas de los institutos de la UNAM pude estar inmersa en los contextos de la comunidad científica de físicos mexicanos e interactuar con sus miembros directamente sin la necesidad de un informante o un mediador.

La investigación de las oficinas de comunicación de institutos y proyectos científicos del extranjero fue un poco más compleja, pues los miembros de estas dependencias no me conocían. Por ello, en la mayor parte de los casos, obtuve citas con los comunicadores de la ciencia y otros miembros de cada instituto o proyecto que visité a través de una red internacional de contactos, que consistió en científicos, estudiantes o colaboradores del ICN que tenían relación con algún miembro de las instancias de interés para este trabajo.

El método de investigación que usé para las dependencias internacionales también fue el de “participación activa”. Sin embargo, las visitas que realicé fueron por periodos de tiempo más cortos que en los institutos nacionales. Un ejemplo de

ello es el viaje que realicé a la ciudad de Malargüe, en Argentina, en la que tuve interacciones con los miembros de la colaboración del Observatorio Pierre Auger por una semana. Es interesante mencionar que, aunque un científico que me ayudó a gestionar mi visita, me presentó a su comunidad como estudiante doctoral y comunicadora de la ciencia, los científicos que conocí generalmente asumían que yo era una científica experta en física de partículas, pues podía entender el lenguaje especializado. Esto facilitó mi investigación, pues, como explica Ferrándiz, el conocimiento del “lenguaje nativo”, en este caso el lenguaje de los físicos, es básico para la obtención de datos de calidad (Ferrándiz 2011: 89).

Durante mi viaje al observatorio pude recabar una gran cantidad de información en entornos formales, por ejemplo, en los centros de cómputo, y en interacciones informales, como las cenas que se organizaban cada noche en el restaurante del hotel donde los miembros de la colaboración, provenientes de varios países del mundo, se reunían para intercambiar impresiones después de largas jornadas de trabajo. Durante estas reuniones, los científicos me comentaron los detalles de su trabajo en el experimento, varias anécdotas acerca de la construcción del observatorio, algunos de los problemas que tuvieron para hacer funcionar los aparatos y el papel que jugaban los distintos participantes en el proyecto.

Quizá la estancia más complicada de este trabajo, en términos de la metodología de investigación, fue la que realicé al Centro Ames de la NASA. Durante dicha visita estuve acompañada por todo momento por un científico, quien fungió como mi “escolta”, pues el reglamento interno de la NASA indica que todos los visitantes al centro deben estar acompañados durante cada momento de su visita por un miembro de la dependencia. Por ello, a pesar de que interactué con varios científicos y comunicadores de la ciencia del Centro Ames que me ayudaron amablemente en mi investigación, en todo momento era claro que yo no era un miembro de la NASA sino un visitante. Además, como no pude transitar libremente por las instalaciones, tuve que complementar el estudio empírico que realicé con la información de los portales de Internet de la Agencia. Para el estudio de este caso, el espacio virtual fue una de las fuentes de información más importantes. Acerca del uso de Internet para los estudios etnográficos, Ferrándiz comenta lo siguiente:

La cibertecnología, que apenas está dando sus primeros pasos, plantea la reconceptualización de la idea de “campo” y del “estar ahí”, ya que cuando se trata del ciberespacio, las fronteras del escenario de investigación son virtuales y están desancladas de los lugares y geografías en los que se ha movido hasta ahora la disciplina, y donde la investigación tiene como objetivo el estudio cualitativo de comunidades online y el tipo de interacciones que tienen lugar en los entornos virtuales (Ferrándiz, 2011: 152).

Me parece importante subrayar que, aunque el material que se encuentra en Internet es un complemento importante para las investigaciones etnográficas, no sustituye la investigación presencial.

Otro de los casos interesantes de esta tesis fue el del observatorio de rayos gamma HAWC, al que tuve acceso porque el Instituto de Ciencias Nucleares es miembro de la colaboración del proyecto. Este es un caso excepcional de estudio, pues tuve la oportunidad de ver el proyecto en sus diferentes fases de construcción, y de participar en algunas de las primeras acciones que se llevaron a cabo para divulgarlo.

Los resultados de la investigación de cada uno de los centros, institutos y dependencias que investigué se detallará en la Sección IV de este trabajo. Por el momento, solamente adelantaré que debido a que las dependencias que estudié para este trabajo se especializan en temas relacionados con la física, las comunidades científicas con las que interactué tenían varios puntos en común. Entre otras cosas, me percaté de que las relaciones entre los miembros de las oficinas de comunicación de la ciencia y los científicos eran similares, así como el papel que se les asigna a los comunicadores de la ciencia en las comunidades científicas.

Sección III: Los modelos, los medios y los públicos

3.1 Los modelos de comunicación de la ciencia

En los últimos años, los investigadores en comunicación de la ciencia han propuesto distintos modelos a partir de la identificación de características u objetivos recurrentes en las acciones de comunicación de la ciencia. A continuación llevaré a cabo una discusión sobre dichos modelos, que posteriormente usaré para analizar los proyectos de comunicación de la ciencia de distintas oficinas de comunicación de la ciencia situadas en institutos de México y varios países del mundo.

3.1.1 Modelo de déficit

La definición del *modelo de déficit* nació cuando la comunidad se percató de la creciente desconfianza de la sociedad en los métodos y acciones de la ciencia. Esta falta de confianza, y por ende de apoyo, podía poner en peligro el financiamiento y la permanencia de los proyectos científicos, especialmente aquellos que no tenían una aplicación inmediata. La reacción “instintiva” de los científicos ante esta falta de confianza fue tratar de llevar la información científica a la sociedad. Pensaban que al “sensibilizar” a los ciudadanos sobre la importancia de la ciencia, podrían obtener su apoyo. Para hacerlo de manera efectiva, no bastaba con compartir las publicaciones científicas, escritas en un lenguaje inaccesible para la mayor parte de los individuos. Los científicos tenían que encontrar maneras de transmitir sus conocimientos para convencer a la gente del valor de la ciencia y de la importancia de destinar fondos a la investigación científica. Esta iniciativa se llama “modelo de déficit” porque pretende subsanar el déficit de los ciudadanos en cuanto al conocimiento científico.

Claudia Loaiza Escutia menciona algunas de las premisas que le dan forma al modelo de déficit en su tesis doctoral *European Scientists' Public Communication Attitudes: a cross national quantitative and qualitative study of scientists' views and experiences and the institutional, local and national influences determining their engagement activities*:

- El conocimiento científico es lo opuesto al conocimiento popular (que está determinado por creencias y supersticiones). Los científicos deben enseñarle al público, pero no es necesario que aprendan de él. La ciencia es una institución que está gobernada por sus propias normas, objetiva y exenta de toda contaminación epistémica externa.
- La ciencia es autónoma pero no es independiente. El estado, que revisa y da financiamiento a los proyectos científicos, representa a los ciudadanos. El público no participa directamente en la producción del conocimiento, y delega sus demandas a las autoridades, que tienen contacto directo con la comunidad científica.
- Existen relaciones de confianza entre legos y científicos. Tan pronto haya desconfianza, el equilibrio entre las relaciones se encuentra amenazado y por ende los proyectos científicos (Loaiza 2012: 24).

Al revisar estos postulados, podemos observar que en el modelo de déficit se coloca a los científicos en una posición jerárquica superior al resto de los individuos, pues los científicos poseen el conocimiento y solamente comparten con el público aquello que les parece relevante. En este modelo, la relación entre científicos y los miembros del “público” es asimétrica y artificial.

El concepto de modelo de déficit se empezó a usar en los años setenta del siglo pasado, cuando en Estados Unidos y en Europa se propusieron una serie de estrategias cuyo propósito era “medir” los conocimientos científicos de la población. La Fundación Nacional de Ciencia de Estados Unidos (US National Science Foundation) inició la aplicación de encuestas anuales sobre el tema. En dichas encuestas los individuos tenían que contestar preguntas como las siguientes: “¿La Tierra gira alrededor del Sol, o viceversa?”. Por otra parte, el reporte que realizó el científico británico Walter Bodmer para la Royal Society (Bowater 2013: 19) en 1985, identificaba una marcada ignorancia sobre los temas científicos entre los ciudadanos ingleses. De acuerdo a Nicolas Russell (Russell, 2010: 73), dentro de este reporte se identificaron tres consecuencias negativas de la falta de

comprensión pública de la ciencia: 1) en el futuro habrá un déficit de jóvenes que quieran convertirse en científicos y técnicos profesionales. Esto podría entorpecer el progreso de la economía; 2) una sociedad que no cuenta con información científica es incapaz de tomar decisiones democráticas e informadas acerca de los temas que están relacionados con la ciencia; 3) un público “analfabeta científico” es un público que no tiene cultura, pues se pierde de los placeres y la profundidad de pensamiento científico. El reporte de Bodmer provocó que el modelo de Public Understanding of Science (PUS), el nombre británico para el modelo de déficit, se convirtiera en una parte integral de las políticas científicas del Reino Unido. Como parte de esta resolución, se crearon varias iniciativas nacionales, en particular el Comité para la Comprensión Pública de la Ciencia (Committee on the Public Understanding of Science) (Holliman 2009: 19).

El modelo de déficit ha recibido críticas fuertes como propuesta normativa para las estrategias de comunicación de la ciencia de parte de investigadores como Patrick Sturgis, en su artículo “Science in Society: Re evaluating the Deficit Model of public Attitudes” (Sturgis 2004) o “What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda” (Bauer 2007). Por un lado, los investigadores en comunicación de la ciencia han señalado que, dentro de este modelo, la información se transmite fuera de contexto y que no se toman en cuenta los intereses o las opiniones del público cuando se llevan a cabo acciones de divulgación de la ciencia. Los primeros usuarios de este modelo fueron los científicos preocupados por hacer divulgación que, aunque trataban de usar el lenguaje común, muchas veces no lograban transmitir el mensaje científico de un modo comprensible para la mayoría de la gente.

Por otro lado, los científicos e incluso algunos divulgadores de la ciencia consideran que aquéllos que no pertenecen a su comunidad son “analfabetas científicos”. Este tipo de connotaciones, basadas en un modelo de déficit cognitivo, hacen más profundas las relaciones asimétricas de poder entre aquéllos que tienen acceso directo al conocimiento científico y aquéllos que no lo tienen. Un cuestionamiento más es que, después de 25 años de esfuerzos para tratar de mejorar los conocimientos científicos de la sociedad usando el modelo de déficit, los

resultados de las encuestas no han mejorado. Aquellos científicos que llevaron a cabo proyectos dentro del modelo británico de PUS, con el propósito de obtener un mayor apoyo de la población para sus proyectos, se encontraron con que los pocos individuos que se apropiaron de la información científica gracias a sus esfuerzos, empezaron a formar juicios críticos al respecto de los temas científicos. Estos individuos no necesariamente estaban dispuestos a apoyar las iniciativas científicas.

A partir de los noventa y en la primera década del siglo XXI hubo una fuerte tendencia a dejar el modelo de déficit atrás para usar modelos en los que predominara el diálogo. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de los comunicadores de la ciencia, el modelo seguía apareciendo una y otra vez. Por ello, en 2014, la revista *Public Understanding of Science* propuso un concurso para contestar la pregunta siguiente: “¿Por qué siempre regresa la idea del modelo de déficit” como comenta el editor de la revista Martin W. Bauer:

A pesar de cerca de veinte años de discusiones y de que los comunicadores de la ciencia tenían una posición completamente en contra del modelo de déficit, parece que este concepto tiene un poder de permanencia inusual. Tiende a regresar de un modo u otro, incluso disfrazado de diferentes maneras. [...] El Congreso de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (PCST por sus siglas en inglés), en Salvador Bahia (Brasil) en 2014, fue otra de esas ocasiones en las que se hizo una amplia referencia al déficit que se repitió en varias sesiones, incluyendo las conferencias magistrales. En aquella ocasión, consulté con algunos colegas, y desarrollamos la idea de lanzar un concurso de ensayos para la revista *Public Understanding of Science* con el siguiente título: “¿Por qué no se va el concepto de déficit?”⁷¹ (Bauer 2016: 1)

71 En el artículo original: Despite of 20-plus years of polemics and positioning against the déficit concept, it seems that this concept has an unusual staying power. It tends to come back in one way or another, even in different guises. [...] The Public Communication of Science and Technology (PCST) conference, 2014, in Salvador Bahía (Brazil) was another of those occasions where ample reference to the déficit echoed through many sessions, including the keynote speeches. On that occasion, I consulted with colleagues, and we developed the idea of launching an essay competition for *Public Understanding of Science* with the following title: Why does the “déficit” concept not go away?

De acuerdo a Bauer, durante dicho congreso, los participantes presentaron diferentes propuestas que, a pesar de forjarse en los modelos dialógicos, en realidad tenían un corte deficitario. Los artículos de los ganadores del concurso, que se publicaron en 2016 en la revista, presentan varias reflexiones importantes. En primer lugar, Carina Cortassa señala que hay un problema grave con las representaciones de los receptores del conocimiento científico entre aquellos que lo comunican: "En lugar de considerarse como receptores pasivos, los individuos deben ser vistos como agentes completamente competentes que asumen un rol activo en la relación apoyándose en sus propios conocimientos, habilidades, valores y criterios (Cortassa 2016: 449).⁷² Mientras los científicos o los comunicadores de la ciencia consideren que los receptores del conocimiento tienen menores capacidades simplemente por ser ajenos a la ciencia, el déficit continuará presente.

Por su parte, Molly J. Simis, Haley Madden et al. presentaron cuatro líneas de razonamiento por las cuales persiste el modelo de déficit dentro de la comunidad científica en su artículo "The lure of rationality: Why does the deficit model persist in science communication?":

Los científicos están entrenados para procesar la información de un modo racional. Por ello, esperan que todos los individuos actúen de igual manera al evaluar el conocimiento que llega a sus manos. Esto no necesariamente sucede, pues generalmente se usan referentes que provienen de distintas áreas del conocimiento para evaluar nuevas piezas de información.

Los científicos no están entrenados para comunicar la ciencia. En las carreras científicas no se imparten cursos como comunicación, periodismo, sociología y filosofía que son importantes para comunicar la ciencia. Más aún, los científicos consideran que dichas áreas son "blandas" y carecen de formalidad, dotándolas de una connotación negativa de poca seriedad. Los autores del artículo encontraron que hay una correlación entre las actitudes

⁷² En el original en inglés: Instead of being regarded as passive recipients, people should be seen as fully competent agents who assume an active role in the relationship relying on their own expertise, skills, values and criteria.

negativas de los científicos a las ciencias sociales y la persistencia del modelo de déficit.

Los científicos ven al público como distintas variantes de “los otros”.

Se considera que el público está compuesto por un grupo de individuos ajenos a la comunidad científica, en alguna de las categorías siguientes: a) Público compuesto por agentes neutrales, sin ninguna característica particular b) Público compuesto por agentes neutrales aunque ajenos a la ciencia. C) Público compuesto por agentes no científicos y con una actitud negativa hacia la ciencia. d) Individuos ajenos a la ciencia, con actitudes positivas hacia el conocimiento científico. Algunas de estas representaciones del público entre los científicos resultan en una menor disposición para llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia, pues los científicos generalmente están renuentes a comunicar su trabajo con individuos que no están interesados en la ciencia.

El modelo de déficit funciona bien para diseñar políticas públicas. De acuerdo con los autores, desde la perspectiva de la creación de políticas científicas, el modelo de déficit resulta muy útil. Señala a la ignorancia del público como un problema y propone una solución directa: vencer a la ignorancia a través de la educación.

Desde otro punto de vista, Brianne Suldovsky presentó varias conclusiones sumamente relevantes para el problema de la comunicación de la ciencia desde los institutos de investigación científica, en su artículo “In science communication, why does the idea of public deficit always return? Exploring key influences”.

Suldovsky señala que el modelo de déficit persistirá mientras la comunicación se conciba como una acción unidireccional: “La base de la comunicación de la ciencia y la misma noción de responsabilidad asume que la relación entre la ciencia y la sociedad no es automática y debe ser creada, cuidada y sostenida a través de la comunicación. Es relevante considerar que esta relación comunicativa entre la ciencia y la sociedad generalmente (aunque no siempre) se concibe como unidireccional, donde la ciencia existe para mejorar a la sociedad, pero la sociedad no mejora a la ciencia. [...] Mientras la investigación y la práctica en la que se basa la comunicación de la ciencia esté pensada para resolver una

falta de conocimiento usando generalmente una comunicación unilateral, el modelo de déficit jugará un rol integral en el proceso⁷³ (Sudovsky 2016: 417). La comunicación unidireccional es común en las acciones de comunicación de la ciencia que nacen en los institutos de investigación científica, por ello, las oficinas de comunicación de la ciencia generalmente se mantienen dentro del modelo de déficit.

Respecto a este punto concuerdo con Gitte Meyer cuando comenta lo siguiente en su artículo *In science communication, why does the idea of the public déficit always return?*: La extendida y extraña yuxtaposición de las frases “comprensión pública de la ciencia” con “los científicos entendiendo al público” indica que hay que reflexionar mucho más. La ciencia, una fuerza o institución que pareciera impersonal y un grupo gigantesco de gente, el público, no son entidades comparables y no pueden entenderse una a la otra. ¿Por qué los científicos no intentan entender otros tipos de razonamiento? ¿Quién le dio a la ciencia el monopolio de la razón? El concepto relativamente reciente de “ciudadanía de la ciencia” nos presenta nuevos cuestionamientos (Meyer 2016: 442). Generalmente, los miembros de los institutos de investigación científica están convencidos de que la ciencia no solamente es el conocimiento más relevante de nuestro tiempo, sino el único que vale la pena entender. Desde luego, el conocimiento científico ha demostrado ser el más eficiente para modificar nuestro entorno y para resolver una gran cantidad de problemas, pero hay otros conocimientos valiosos con diferentes objetivos, por ejemplo, la filosofía, que nos ayuda a reflexionar sobre la pertinencia de distintos tipos de conocimiento, o la literatura, que nos permite expresarnos con claridad y elegancia. La creencia de que el conocimiento científico es el único valioso es errónea y provoca que los científicos menosprecien otros tipos de conocimientos y razonamientos, alejándolos de los distintos grupos culturales

⁷³ Science communication's foundation and the very notion of "responsability" assume that the relationship between science and society is not automatic and must be created, nurtured and sustained through communication. Importantly, this communicative relationship between science and society is often (although certainly not always) conceived as unidirectional, where science stands to improve society but society does not improve science. [...] So long as science communication research and practice is founded upon the desire to resolve a problematic gap through the use of (often) one-directional communication, the public déficit will have an integral role within that process.

ajenos a la ciencia. Es de vital importancia que las nuevas generaciones de científicos reciban al menos una formación básica en otras áreas del conocimiento.

3.1.2 Modelo edutainment

El modelo edutainment es una variante del modelo de déficit. El nombre de este modelo viene de la combinación de las palabras “education” and “entertainment”. Sus objetivos son crear experiencias lúdicas y agradables. De acuerdo con Kim H. Veltman (Veltman 2004), “edutainment es un neologismo que expresa el matrimonio entre educación y entretenimiento en un trabajo, presentación o sitio web. Varios de los programas educativos más exitosos de Estados Unidos están basados en este modelo, por ejemplo, *Sesame Street*. Algunos autores han criticado este modelo, subrayando que en él se privilegia la diversión sobre la apropiación de la ciencia. El uso de este modelo puede hacer que se creen acciones superficiales de comunicación de la ciencia, y puede provocar resultados fallidos en la comunicación de riesgos, donde el entendimiento preciso de un problema es crucial.

3.1.3 Modelo contextual

En su artículo “Models of Public Communication of Science and Technology”, Bruce Lewenstein define el modelo contextual del modo siguiente:

El modelo contextual reconoce que los individuos no responden como contenedores vacíos de información, sino que procesan la información de acuerdo a esquemas sociales y psicológicos que están determinados por experiencias previas, contextos culturales y circunstancias personales. [...] El Modelo Contextual reconoce que los individuos reciben información en contextos particulares, a los que posteriormente determinan su reacción hacia la información. Cuestiones psicológicas particulares como un momento determinado en la vida o un tipo de personalidad pueden afectar el contexto. También pueden afectarlo el contexto social en el que se recibe la información, una relación de confianza con un viejo amigo o una relación de aversión con un enemigo. El modelo contextual también reconoce la

habilidad de los sistemas sociales y las representaciones de la ciencia en los medios para amplificar o reducir ciertos temas (Lewenstein 2003: 3).

Es importante observar que el modelo contextual adapta el discurso científico de los individuos a su contexto, con el fin de convencerlos de la importancia de la ciencia. Este modelo no toma en cuenta las opiniones previas de los individuos, ni tampoco impulsa diálogos o discusiones, además de que está más preocupado en la forma que en el fondo del discurso. Las versiones más recientes del modelo contextual usan estrategias de mercadotecnia para identificar a aquellas poblaciones que tienen actitudes negativas hacia la ciencia, y que las modifiquen para adoptar actitudes de aceptación y respaldo hacia la ciencia y hacia los científicos. En algunos casos, el Modelo Contextual puede ser de gran utilidad para los divulgadores de la ciencia, pues les permite crear mensajes interesantes y accesibles para los individuos.

Al igual que el modelo de déficit, el modelo contextual ha tenido varias críticas. Autores como Lewenstein (Lewenstein 2003: 4) han señalado que el modelo contextual no es más que una versión sofisticada del modelo de déficit: reconoce que las audiencias no son meros recipientes vacíos de información, pero considera que es un “problema” que los individuos respondan a la información de modos excesivamente críticos, haciendo aseveraciones y preguntas que le parezcan inadecuadas a los científicos. El uso de las estrategias mercadotécnicas en el modelo contextual también ha causado controversia, pues éstas pueden usarse como herramientas de manipulación de la información. Es claro que el objetivo de este modelo no es la comprensión, sino la aceptación de la ciencia.

3.1.4 Modelo de persuasión

El modelo de persuasión es una variante del modelo contextual. De acuerdo con Rolando Ísita (Ísita, 2010), este modelo consiste en inducir socialmente creencias y conductas favorables a la “cultura científica” con todos los medios y recursos disponibles. Su propósito general es “posicionar” a la ciencia en general en la agenda pública de manera competitiva y convincente. Además, tiene la intención de

contribuir al impulso de una cultura científica. En *La astronomía y la opinión pública*, Ísita enumera las características de una persuasión eficaz:

- Estudios sistematizados de la historia, los mitos, las creencias, las filias, etc., de la sociedad, el público, la audiencia a la que nos dirigimos.
- Una tipología: política, económica, militar, diplomática, didáctica, ideológica, escapista.
- Soportes: la palabra, las imágenes, los espectáculos, la música, la enseñanza. Nos propusimos llevar a cabo todo lo anterior en aras de lograr los objetivos planteados (Ísita 2010).

Este modelo usa estrategias de la mercadotecnia para “vender” la ciencia como un producto. Además, usa el conocimiento que se pueda obtener sobre las costumbres o creencias de las comunidades para adecuar el discurso y convencer a los individuos sobre las bondades del conocimiento científico. Esta estrategia busca un adoctrinamiento científico en vez de crear un pensamiento crítico. Además, solamente tiene en cuenta los valores de una de las partes involucradas: la comunidad científica. Por otra parte, en su planteamiento del modelo, Ísita señala que uno de sus objetivos es ayudar a impulsar una cultura científica en la sociedad. Sin embargo, nunca explica qué entiende por *cultura científica*.

3.1.5 Modelo de experiencia local

El modelo de experiencia local se basa en el estudio de los conocimientos locales, es decir, en la investigación de la vida y la historia de comunidades reales. Los divulgadores que adoptan este modelo investigan cosas como las prácticas en la agricultura, y los mitos y las leyendas en los que creen los miembros de una comunidad. Este modelo reconoce que los científicos pueden ser sumamente arrogantes acerca de sus conocimientos y que no están interesados en entender la información adicional, que pudieran poseer los miembros de un grupo social, y que pudiera ser relevante para tomar decisiones concernientes a la vida real de los individuos. En este modelo, se considera que los conocimientos locales son tan

valiosos como el conocimiento científico, cuando se usan para resolver un problema de tipo práctico.

El modelo contextual ha recibido varias críticas. De acuerdo a Ma. Emilia Beyer, en su tesis *Una aproximación práctica a los modelos de comunicación de la ciencia*, el modelo de experiencia local “contempla la combinación de los conocimientos científicos, vistos como universales, con los conocimientos locales. El equilibrio necesario para fomentar una transmisión exitosa de contenidos científicos es complicado bajo este esquema, y es el modo de comunicación de la ciencia que cuenta con más detractores, pues se le considera ambiguo e ineficiente para la transmisión del conocimiento científico” (Beyer 2012: 47). Es importante considerar que, aunque este modelo podría funcionar al comunicar temas ambientales o de salud en los que se aplicara el conocimiento de las comunidades locales, puede tener poca efectividad en temas con altos niveles de abstracción.

3.1.6 Modelo de participación pública

De acuerdo a Jack Stilgoe (Holliman 2009: 21), el objetivo del modelo de participación pública (Public Engagement with Science and Technology, PEST) es “poner en la mesa” preguntas como las siguientes: ¿por qué es pertinente el uso de ciertas tecnologías?, ¿por qué no usar otro tipo?, ¿quién las necesita?, ¿quién las controla?, ¿quién se beneficia con ellas?, ¿podemos confiar en la gente que las controla?, ¿qué significado tienen en mi vida y en la de mi familia?, ¿pueden mejorar el ambiente?, ¿qué implicaciones pueden traer para los países en desarrollo?

La idea de este modelo es crear diálogos entre la comunidad científica y la sociedad, con preguntas que puedan abrir discusiones interesantes. Para que este tipo de debate sea relevante, es importante que se lleve a cabo antes de que el gobierno o la comunidad científica tomen decisiones acerca de las políticas sobre ciencia y tecnología. En un escenario ideal, el modelo de participación pública se daría en un contexto de apertura y de aceptación de nuevas ideas.

Los comunicadores de la ciencia que trabajan dentro de este modelo reúnen grupos interesados en algún tema científico que tenga relevancia para la sociedad, y crean espacios en los que puedan dialogar con expertos en el área o tomadores de decisiones. Este tipo de dinámicas reciben el nombre de “science shops” (tiendas

científicas) en el Reino Unido. En estas “tiendas científicas” los ciudadanos son los “clientes” que solicitan que se lleven a cabo cierto tipo de investigaciones o estrategias, o que se adopte algún tipo de política que pueda beneficiar a su comunidad.

Este modelo también ha recibido fuertes críticas, y se ha cuestionado su valor y su posible impacto. Si bien es cierto que este modelo puede modificar el modo en que los participantes en las dinámicas –científicos, tomadores de decisiones, comunicadores de la ciencia y representantes del público en general– piensan acerca de ciertos temas, regularmente las discusiones se llevan a cabo en grupos pequeños. El pequeño tamaño de estos grupos -que usualmente consiste en un divulgador, dos o tres científicos, un tomador de decisiones y alrededor de veinte miembros del público- facilita la interacción de sus miembros, pero también previene la participación de toda la comunidad. Por lo tanto, surge la pregunta de si las acciones de comunicación de la ciencia que se basan en este modelo pueden tener un impacto en más de un estrato de la sociedad.

Finalmente, la idea de involucrar al público en general en estas dinámicas es crear políticas científicas que reflejen sus intereses. No obstante, las intenciones con las que se use el modelo, el diálogo entre los científicos y el público no garantiza que los tomadores de decisiones adopten ninguna de las resoluciones a las que se llegue en el diálogo. Algunos autores como Stilgoe consideran que el objetivo de este modelo es obtener un contrato social de la ciencia, que tenga nuevas reglas y objetivos.

3.1.7 Los modelos de comunicación según Brian Trench

En su artículo *Towards an Analytical Framework of Science Communication Models*, Brian Trench critica las fuertes reacciones que ha suscitado el modelo de déficit entre los comunicadores de la ciencia de Estados Unidos y Europa, defendiendo la idea de que varios modelos pueden y deben coexistir para llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia efectivas.

La presentación del informe del Comité de Ciencia y Tecnología del Parlamento (SCST 2000) en Gran Bretaña se considera el momento en que las políticas de comunicación de la ciencia de este país cambiaron del modelo de PUS

haca el de PEST (Trench 2008: 2). De acuerdo con Trench, los científicos y los comunicadores profesionales han etiquetado al modelo de déficit como “lo malo” y al modelo de participación pública como “lo bueno”. Sin embargo, él opina que no pudo darse un cambio tan radical en el uso de los modelos, y que las estrategias basadas en el modelo de déficit necesariamente tienen que coexistir con aquéllas que se han basado en el modelo de participación pública. Citando las contribuciones de varios autores, Trench señala que, si solamente se usa el modelo de participación para comunicar la ciencia, los tomadores de decisiones podrían dejar de tener responsabilidad en las decisiones sobre políticas científicas, lo cual no es conveniente. Además, el modelo de déficit puede ser útil para hacer comunicación de riesgos, de temas de salud o de problemas ambientales, temas cruciales en los que los que la sociedad debería poder confiar en los científicos. Así, el autor sostiene que en las acciones contemporáneas de comunicación de la ciencia sucede lo siguiente: 1) El modelo de déficit sobrevive como un modo eficiente para crear acciones de divulgación de la ciencia. 2) El uso del modelo de déficit puede defenderse en ciertas circunstancias.

En su artículo, Trench propone una nueva división en los modelos de comunicación de la ciencia, que resume en la tabla siguiente:

Modelos básicos de comunicación de la ciencia	Asociaciones ideológicas y filosóficas	Modelos dominantes en divulgación y comunicación de la ciencia	Variantes de los modelos dominantes de divulgación y comunicación de la ciencia	Opiniones de la comunidad científica hacia el público
Divulgación	Cientificista Tecnocracia	Déficit	Defensa Mercadotecnia	Son hostiles Son ignorantes Pueden ser persuadidos

Diálogo	Pragmatismo Constructivismo	Diálogo	Contexto Consulta Participación	Vemos sus diversas necesidades Estudiamos sus puntos de vista Comentan con nosotros Se involucran en el problema
Conversación	Democracia participativa Relativismo	Participación	Debate Crítica	Juntos le damos forma al tema Juntos creamos una agenda Juntos negociamos las reuniones

Dentro de la perspectiva de Trench, los modelos que se presentan en la tabla pueden coexistir y los comunicadores de la ciencia deberían poder echar mano de uno, de varios modelos o de combinaciones o variantes de los mismos para llevar a cabo propuestas novedosas de comunicación de la ciencia. El autor también comenta la pertinencia de crear nuevos modelos de comunicación de la ciencia, que puedan resultar en una mayor participación de la población.

Las críticas de Trench llegaron como un balde de agua fría para todos aquéllos que impulsaban los modelos dialógicos, u otro tipo de propuestas en las que las asimetrías entre los expertos y otros actores sociales se diluyeran. Sin embargo, a pesar de las objeciones de los detractores del modelo de déficit, muchas de las prácticas de los modelos contextuales, persuasivos o dialógicos se sostienen, en parte, porque incluyen acciones relacionadas con el modelo de déficit.

3.1.8 Nuevas visiones

Recientemente, los análisis de los modelos de comunicación de la ciencia han transitado de la preocupación por la forma o por el diálogo entre los públicos, a estudios en los que se analiza la intención del texto, el contexto en el que se conforman las acciones, las representaciones de la ciencia y las asimetrías de poder entre los científicos y otros actores sociales. Dichos análisis se llevan a cabo desde un punto de vista sociológico, filosófico y antropológico.

Un ejemplo de dichos análisis es el que lleva a cabo Carina G. Cortassa, en su artículo “Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia”. En este trabajo, la autora argumenta que en los modelos clásicos siempre hay asimetrías entre los “legos” y los expertos, incluso en los modelos que impulsan el diálogo. Es importante no ignorar estas asimetrías, sino asumirlas al conceptualizar acciones de comunicación de la ciencia.

Como hemos discutido anteriormente, los científicos en formación aprenden estudiando y reproduciendo experimentos que se consideran exitosos dentro de las comunidades epistémicamente pertinentes. Al mismo tiempo, estudian la teoría que sustenta dichos experimentos. De acuerdo con Cortassa, es imposible que aquellos que no pasen por dicha formación tengan una apropiación cabal de la ciencia, pues es imposible para los individuos constatar si el resultado de un experimento científico demuestra aquello que los científicos sostienen. La autora comenta que “el conocimiento científico es intransmisible e inaprehensible si por ello se entiende la transferencia de las prácticas que lo generan y validan, pero eso no implica que el público no pueda legítimamente obtener conocimiento de su relación con los expertos mediada por una interfaz comunicacional” (Cortassa 2010: 158). Podemos pensar, por ejemplo, en el problema de que una persona que no tenga contacto con la ciencia y que no haya visto los detectores de partículas se convenza de la existencia de las lluvias de rayos cósmicos, que no se pueden ver a simple vista.

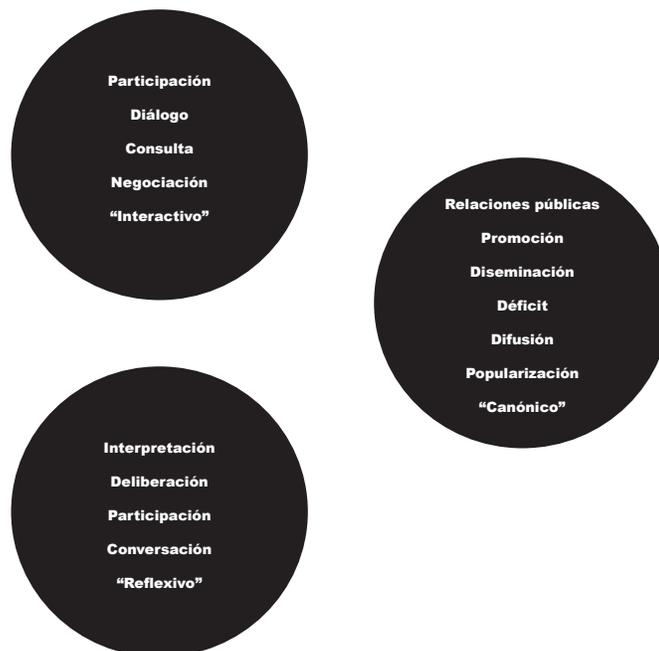
Cortassa critica los modelos dialógicos mostrando que, aunque los científicos estén dispuestos a trabajar de cerca con otros actores sociales, por ejemplo, con los miembros de una comunidad que esté interesada en un problema ambiental,

hay una asimetría en las relaciones de poder proveniente de una “desconfianza autoinfligida” en la capacidad de entendimiento por parte de aquéllos que no son expertos. En otras palabras, los ciudadanos asumen *a priori* que no son suficientemente inteligentes o que no están adecuadamente preparados para entender el discurso científico. Esto provoca que desde el inicio del diálogo, las personas invaliden sus propias opiniones.

En su estudio, Cortassa propone que en vez de estudiar los conocimientos de la población respecto a sus programas escolares o sus contextos, hay que estudiar las representaciones de la ciencia y de sus interlocutores que tengan los actores sociales involucrados en las acciones de comunicación de la ciencia. Estos actores pueden ser científicos, comunicadores, tomadores de decisiones y público en general, por mencionar algunos.

3.1.9 Las discusiones más recientes

Durante el congreso internacional PCST 2014, que tuvo lugar en Salvador, Brasil, Brian Trench presentó el siguiente esquema durante un panel de discusión sobre modelos de comunicación de la ciencia.



Durante la presentación, los óvalos del esquema se movían para subrayar que en las nuevas discusiones no se considera que hay una evolución en los modelos, que va del modelo de déficit al de participación pública. Más bien, los modelos se usan dependiendo de las circunstancias de aplicación y muchas veces se combinan.

3.2 Periodismo de ciencia

La mayor parte de las oficinas de comunicación de la ciencia dentro de los institutos de investigación científica llevan a cabo acciones de periodismo científico. Aunque algunos críticos de la divulgación de la ciencia están convencidos de que el periodismo científico se debe considerar como parte de la comunicación de la ciencia, los expertos en el tema consideran que debe separarse como una tarea independiente. Yo concuerdo con lo anterior pues el objetivo del periodismo es informar los temas de coyuntura científica, más no recrear el conocimiento científico para hacerlo accesible, como hace la comunicación de la ciencia. Por ello, en esta sección incluyo una discusión sobre el periodismo de ciencia, que en los últimos años ha tenido un importante crecimiento en México. Entre otros logros importantes, recientemente se formó una Red Mexicana de Periodistas de Ciencia.

De acuerdo con Manuel Calvo Hernando, el periodismo científico tiene tres funciones: informar, enseñar y sensibilizar. El autor profundiza en estos objetivos del modo siguiente:

El primero de estos objetivos se desprende de la condición informativa del periodismo. Se trata de comunicar al público, de modo inteligible, los avances de la ciencia y la tecnología. El segundo término, enseñar. El periodismo científico contribuye, desde esta vertiente, a saciar el hambre de conocimientos de la humanidad; estimula las mentes de esa mayoría de seres humanos cuyo único alimento intelectual son los medios informativos, y debe proponerse ofrecer al público una visión coherente y sencilla, en lo posible, del mundo que nos rodea y del que formamos parte. En tercer lugar, el periodismo científico puede desarrollar una tercera e importante misión: sensibilizar a la sociedad sobre los grandes fenómenos de nuestro tiempo. En este sentido, el periodismo científico debe contribuir a la creación de un

clima sobre los efectos sociales del cambio decisivo que nuestra generación está viviendo y para tratar de que las transformaciones puedan ser integradas positivamente por el ser humano, mediante una explicación razonable y clara que evite, en lo posible, el desasosiego y la angustia que produce el miedo a lo desconocido (Calvo: 80).

Calvo exalta la importancia de la ciencia y la visión de los individuos como simples receptores de la información científica, a la que por cierto le tienen miedo. Sobre los temas que debería abordar el periodista de ciencia, Calvo agrega lo siguiente:

El periodismo de ciencia se propone contar al público, a través de la comunicación de masas, la actualidad científica y tecnológica: informaciones y noticias; descripción de laboratorios y centros de investigación; acercamiento a la personalidad del investigador, y, en definitiva, creación del clima de interés hacia la ciencia y de una conciencia pública sobre el valor y la rentabilidad de la investigación científica y técnica para lograr un desarrollo integrado y armonioso del individuo en la civilización tecnológica y en la nueva sociedad del conocimiento y la información (Calvo: 79).

En varios de sus trabajos, el periodista español equipara el periodismo científico con la divulgación de la ciencia. Si adoptáramos dicha connotación, la enumeración anterior de los objetivos del periodismo de ciencia correspondería a las preocupaciones del modelo de déficit. En este tipo de acercamiento, el autor coloca a los científicos y la ciencia como el centro de la noticia, para que el público aprecie la ciencia.

En “Como elegir (y comprender) las fuentes en el periodismo de ciencia”, el periodista mexicano Javier Cruz critica este tipo estrategia comentando lo siguiente:

Acaso la forma más fácil y expedita de ejercer el periodismo sobre ciencia sea la que busca continuamente el abrigo de “los expertos” como fuentes de opinión, datos, cifras, hechos, predicciones y juicios cuyo entrecomillado (si se trata de prensa escrita; para radio y tv se recurre al recorte) no requiere

más justificación que la autoridad conferida en automático a tales “expertos”. Un premio Nobel, el jefe de un laboratorio, los autores de un libro de texto, un astronauta o el mismísimo primo de Rajoy son citables con autoridad desde que se les coloca la etiqueta de expertos. Es fácil, entonces, explorar la consecuencia lógica de esta forma de operar: si se asume que “los expertos” son esencialmente incuestionables (al menos por parte de los reporteros, en razón de la autoridad que tienen aquéllos sobre temas que no son del dominio profesional de éstos) entonces no tiene por qué no ser aceptable la práctica de publicar productos periodísticos con escasa variedad de fuentes, e incluso con una sola (Massarani 2010: 45).

Para Cruz, el periodismo de ciencia debe tener un enfoque crítico, basado en varias fuentes, que le permita a los ciudadanos tomar decisiones sobre los temas relacionados con la ciencia y la tecnología.

En contraste con la visión de Hernando Calvo, la periodista Cecilia Rosen considera al periodismo de ciencia como una actividad independiente de la divulgación de la ciencia:

Hay claras distinciones entre el rol de los divulgadores y de los periodistas de ciencia. Las distinciones tienen que ver no solamente con la forma, sino con el propósito del mensaje que se comunica y el ethos profesional en el que se concibe.

Los periodistas de distintos orígenes parecen estar de acuerdo. El periodismo responde a los intereses públicos, y tiene la responsabilidad de informar al público en los temas que le afectan, siguiendo las reglas, normas y valores del periodismo, que no necesariamente se tienen que seguir en la divulgación de la ciencia, tales como la recreación del conocimiento científico o la promoción del valor cultural, social y económico de la ciencia. En vez de ello, el periodismo busca el balance entre reportar el desarrollo de la ciencia y encontrar la verdad a través de verificaciones rigurosas e independientes de los hechos, además de ser imparcial cuando sea posible (Rosen 2010: 15).

Para Rosen, el periodismo científico tiene un carácter mucho más crítico que la divulgación de la ciencia. Los periodistas están obligados a consultar más de una fuente y verificar la veracidad de sus declaraciones. En su tesis de maestría, titulada *Popularisation and journalism: the same thing? Discussing the professionalisation of science journalism in Mexico*, la periodista incluye un cuadro acerca de lo que ella considera que son las diferencias entre periodismo y divulgación de la ciencia, que se incluye a continuación por su relevancia en este trabajo:

	Periodismo	Divulgación
Propósitos	Informar a la audiencia contestando las cinco preguntas: ¿qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿cómo? Y ¿por qué? Función social de “vigilante” a través de la verificación e investigación independiente.	Recrear con precisión el conocimiento y promover la apreciación de la ciencia. Generar vocaciones científicas, llenar el hueco en el sistema de educación formal y humanizar la ciencia. Enaltecer el valor de la ciencia para la sociedad.
Fuentes	Artículos arbitrados, libros científicos, congresos. Cualquier material disponible será usado para asegurar la credibilidad de la información y verificar los datos.	La fuente de información puede ser el divulgador mismo, y no es necesario que haya fuentes externas o voces independientes.
Narrativa	La mayor parte del tiempo la narración es en tercera persona y las voces que aparecen en el artículo son las fuentes consultadas.	La narración puede ser en primera persona y algunas veces en segunda persona, pero no hay requerimientos específicos acerca de quién narra.
Estilo	Sigue de manera estricta los géneros periodísticos que se escojan para narrar la historia: noticias, columnas, etc.	El estilo es completamente libre y no siempre sigue las reglas establecidas. Cuando aparecen en los medios, los divulgadores usualmente usan los géneros de opinión.
Canales de comunicación	Necesariamente usa los medios de comunicación masivos para comunicar la ciencia.	Generalmente usa exhibiciones, conferencias, revistas de divulgación de la ciencia, documentales, etc.

Periodicidad	En el periodismo noticioso, el marco temporal es clave y aquellas noticias que se valoran como controversias, investigaciones de vanguardia y descubrimientos recientes, tienen preferencia.	No tiene una periodicidad noticiosa y las notas que se catalogan como noticias rara vez tienen una relevancia.
Perfil profesional	El reportero no necesariamente tiene una formación científica.	Generalmente los divulgadores de la ciencia tienen una formación científica, especialmente cuando hablan de su propio campo de especialidad.

Aunque el cuadro de Rosen demarca acertadamente las diferencias entre divulgadores y periodistas en la mayoría de los casos, también idealiza el trabajo del periodista. En países como México, los periodistas no suelen consultar artículos arbitrados o libros especializados, sino que solamente se limitan a repetir lo que declaran sus fuentes. En muchos casos, el mismo periodista cubre las secciones culturales, deportivas y científicas en un medio. La variedad de temas que debe cubrir no le permite especializarse en ninguno.

Continuando con la discusión, Rosen señala que en México los periodistas científicos se diferencian de los divulgadores porque estos últimos suelen tener formaciones científicas mientras que los primeros no las tienen. Ésta es una característica imperante en nuestro país, pero en países como Inglaterra, la mayor parte de los periodistas son egresados de carreras científicas. Algunos críticos defienden esta formación, por ejemplo, William Stockton, del New York Times, argumenta que los periodistas con formación científica pueden juzgar más críticamente lo que se les dice, y los métodos de investigación poco serios. Los reporteros con escasos conocimientos sobre ciencia pueden tener dificultades para encontrar los argumentos técnicos de una historia, saber qué preguntas hacer o cómo valorar las respuestas (Nelkin 1990: 102). Rosen subraya que los periodistas de ciencia primero siguen las reglas generales del periodismo y después se especializan en la ciencia.

3.2.1 Modelos de periodismo de ciencia

En su artículo “Cuatro modelos de periodismo de ciencia”, David M. Secko et al. identifican dos modelos “tradicionales y dos “no tradicionales”. Los tradicionales son el “modelo de alfabetización científica” y el “modelo contextual”, mientras que los no tradicionales son el “modelo de conocimientos locales” y el “modelo de participación pública”. A continuación detallaremos las características de cada uno:

El modelo de alfabetización científica. Su objetivo es traducir la información científica para darle a los ciudadanos los conocimientos necesarios para tomar decisiones en su vida diaria, y para impulsarlos a darle mayor apoyo para la ciencia. El modelo tiene una orientación pedagógica que se enfoca en aumentar la alfabetización científica, o el nivel de comprensión pública de la ciencia. Presenta a la ciencia como algo acabado e infalible, justificado por el método científico. Desde la perspectiva del periodismo científico, el uso de este modelo incluye el uso de normas periodísticas tradicionales, como la objetividad y ver a los individuos del público como legos. Al usar este modelo se asume una transmisión lineal de información “de arriba hacia abajo” en donde los científicos le proporcionan conocimientos a los periodistas, quienes “traducen” las investigaciones y la información científica en historias y noticias accesibles. Este modelo ha sido criticado porque generalmente la información no se contextualiza y no presenta el conocimiento científico en relación a la relevancia que pudiera tener para las personas. Además, presenta relaciones de poder asimétricas entre aquellos que poseen el conocimiento (los científicos) y aquellos que no lo tienen (los que no son científicos).

El modelo contextual. Este modelo también presenta una transmisión de información “de arriba hacia abajo”, de manera similar al modelo de déficit. Sin embargo, va un paso más adelante que el primer modelo al presentar la información científica para hacerla interesante para una audiencia en particular, al tomar en cuenta su contexto. Desde el punto de vista periodístico, el modelo contextual construye mensajes relevantes para audiencias particulares, prestando atención a las necesidades y situaciones

de dichas audiencias. El modelo contextual también ha recibido muchas críticas, pues mientras dentro de él se considera que la audiencia es capaz de aprender rápidamente acerca de temas relevantes, para cambiar sus actitudes acerca de la ciencia y la tecnología, es solamente otra versión del modelo de déficit, que mantiene la transmisión de información de “arriba hacia abajo”.

El modelo de conocimientos locales. Este modelo considera que los conocimientos locales son tan valiosos como el conocimiento científico. Este modelo rompe con las relaciones entre los científicos y la sociedad donde se transmite la información de “arriba hacia abajo”, e incorpora los conocimientos y las preocupaciones de los habitantes de alguna localidad a la discusión. En este modelo la ciencia se presenta como inconclusa y falible. Sus acciones están basadas en las vidas e historias de comunidades reales, y su objetivo general es empoderar a los individuos. Sin embargo, las críticas que le han hecho los expertos señalan que es imposible equiparar el conocimiento de los expertos y de aquellos que no los son.

El modelo de participación pública. El objetivo de este modelo es hacer el proceso científico más interactivo e invita al público a debatir sobre temas científicos. Se enfoca menos en que la gente subsane sus deficiencias en términos de los conocimientos sobre ciencia y tecnología, y más en involucrar a los miembros de distintos grupos en el proceso de comunicación de la ciencia, para mejorar la comunicación y la confianza en la ciencia entre aquellos grupos. Este modelo es “no tradicional” pues rompe con la estructura lineal de transmisión del conocimiento científico “de arriba hacia abajo”. Además, enfatiza la democratización de la participación pública en el proceso científico. En términos del periodismo de ciencia, el modelo de participación pública se enfoca más en los procesos detrás de la ciencia y en la inclusión de varios puntos de vista, además de en impulsar los debates pluralistas. Este modelo se ha criticado pues muchas veces se enfoca en obtener apoyo para las nuevas políticas en ciencia y tecnología, en vez de impulsar la apropiación pública de la ciencia. Por otro lado, en los productos dentro de este modelo muchas veces se hace hincapié en el proceso de la

ciencia en vez de discutir el conocimiento científico. Finalmente, este modelo generalmente solo permite realizar acciones con audiencias pequeñas.

A partir de la definición de los diferentes modelos de periodismo de ciencia, Secko propone criterios para su uso, a partir de los siguientes cinco parámetros:

Propósito. Este criterio responde a la pregunta de ¿por qué se escribe una historia determinada? La respuesta está relacionada con los roles del periodista (como educador, comunicador de información, narrador, etc.). Los propósitos de una historia, de acuerdo con algunos de los modelos, son los siguientes: para el modelo de alfabetización es la transmisión de información; para el modelo de participación pública es el apoyo a la democracia.

Enfoque. Este criterio responde a la pregunta de ¿cuál es el enfoque de una historia? Los criterios clásicos del periodismo aconsejan a los periodistas seguir enfoques particulares de acuerdo al impacto que se desea con una nota (actualidad, relevancia y conflicto). Otros criterios están basados en que el periodista se pregunte si la historia está basada en un ejemplo, si busca simplicidad o explorar la complejidad. En términos de los modelos, el enfoque para el de alfabetización científica corresponde a los eventos y las publicaciones, mientras que para el modelo de participación pública corresponde a las consecuencias de las decisiones que se han tomado.

Estilo. El estilo tradicional del periodismo de ciencia usa un lenguaje simple que evita los términos técnicos y que explica los conceptos complejos usando analogías y metáforas. Este estilo refleja la visión de “transmisión” de la comunicación, que es un modelo lineal con tres componentes: el emisor, el mensaje que se envía y el receptor del mensaje. Dentro del modelo tradicional, los periodistas son los emisores, los artículos que escriben son el mensaje y los lectores son los receptores del mensaje. Los

reportajes escritos con modelos no tradicionales tendrán que reconsiderar un cambio en este modelo.

Fuentes. Este criterio se refiere a el tipo de información y las voces que se incluyen en un reportaje. Usualmente se le recomienda a los periodistas que se incluyan las opiniones de varios actores sociales; sin embargo, el periodismo de ciencia clásico tiende a favorecer las voces de los expertos. Algunos autores han propuesto incluir voces más diversas para impulsar un cambio desde el “periodismo de información” al “periodismo de conversación”. En términos de los modelos de periodismo de ciencia, los reportajes que se conciben dentro del modelo de alfabetización científica se legitiman con las voces de los expertos. Aquellos que se escriben dentro del modelo de participación pública incluyen las opiniones de varios actores sociales.

Audiencia. Los periodistas deben decidir para qué tipo de audiencia están escribiendo, el papel que juega dicha audiencia en su reportaje (pasivo o activo) y si incluyen referencias que sean de interés para sus lectores.

Ciencia. Los modelos tradicionales ven a la ciencia como algo fijo e infalible. Los modelos no tradicionales de participación ven a la ciencia como algo cambiante y relevante para la sociedad. Los periodistas deben decidir las representaciones de la ciencia en sus reportajes.

A partir de estos criterios, Secko propone una guía práctica para realizar reportajes de ciencia dentro de cada uno de los modelos detallados anteriormente. A continuación resumiremos dicha guía, que resultará relevante para la propuesta del modelo teórico de comunicación de la ciencia, al final de este trabajo:

Uso del modelo de alfabetización científica. Una historia escrita dentro de este modelo debe tener como objetivo principal informar y promover la alfabetización científica. Su contenido debe enfocarse en informar al público sobre los aspectos científicos de un proyecto. Se debe escribir del modo tradicional, traduciendo el conocimiento científico para hacerlo accesible. Además, las fuentes deben ser los expertos en el tema.

Uso del modelo contextual. Busca informar a las comunidades y los individuos acerca de la ciencia, relacionándola con sus contextos. Su objetivo es transmitir información y conocimiento acerca de la ciencia al público. Debe escribirse del modo tradicional y los científicos son nuevamente la fuente principal.

Uso del modelo de conocimientos locales. Un reportaje escrito dentro de este modelo debe tener como objetivo empoderar a las comunidades locales y promover que se involucren en la democratización del proceso científico. También se debe enfocar en las actitudes de las comunidades hacia la ciencia. Se deben incluir fuentes externas a la comunidad científica.

Uso del modelo de participación pública. Una historia basada en este modelo debería ir más allá de reportar noticias y promover que el público se involucre. Las historias deberían enfocarse en el proceso detrás de la ciencia y las consecuencias de sus acciones. Los periodistas que quieran escribir historias dentro de este modelo deberían adoptar un estilo que mapee puntos de vista y opiniones de todos los actores sociales involucrados, promoviendo canales para una discusión más activa y no lineal. Las fuentes deben incluir tantos representantes de los grupos involucrados como sea posible, incluyendo a los miembros del público.

Me pareció importante incluir esta guía práctica dentro de este trabajo, pues nos servirá de base para proponer un nuevo modelo de comunicación de la ciencia, que se puede aplicar al periodismo de ciencia.

3.2.2 Periodismo en las oficinas de comunicación de la ciencia

La mayoría de las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos de investigación científica que llevan a cabo acciones de periodismo científico usan el modelo de alfabetización científica.

Un ejemplo de ello es la extensa discusión sobre las oficinas de prensa en institutos de investigación científica que se publicó en la tesis de maestría que Rosalba Namihira presentó para obtener el título de maestra en Filosofía de la

Ciencia, titulada *Las oficinas de prensa como herramientas para la comunicación de la ciencia en las instituciones de educación superior en México: El caso de la Oficina de Prensa y Difusión del Instituto de Investigaciones Biomédicas*.

En dicho trabajo, Namihira señala que las oficinas de prensa –nombre que se le da a aquellas oficinas cuyas acciones de comunicación de la ciencia se basan principalmente en acciones de periodismo científico– se deben especializar en el área de investigación de su instituto. Para ella, el objetivo de estas oficinas es “mostrarle a la sociedad como apreciar la ciencia”:

Mucho se ha hablado de la necesidad de acercar la ciencia al público y las necesidades de este a la ciencia, a fin de que ambos establezcan un nuevo contrato social en el que se posibilite su desarrollo conjunto. La comunidad académico-científica debe estar atenta a las inquietudes que el desempeño de su trabajo despierta en la sociedad. Cuando hablamos de ciencia, hablamos de valores: el valor que tiene el pensamiento científico en la consecución de conocimiento confiable; el valor del razonamiento para regir nuestra vida; el valor del conocimiento para el desarrollo nacional; el valor del conocimiento como mercancía en un mundo globalizado; el valor social del conocimiento; el valor de la ciencia para la cultura. Y nuestro propósito es promover dichos valores. Crear disposición frente a la ciencia y la tecnología y dar elementos al ciudadano para decidir acerca de su aplicación y uso (Namihira 2006: Capítulo III, 9).

Es importante señalar que la visión de Namihira corresponde al modelo de déficit, pues la autora está interesada en hacer hincapié en la importancia que tiene la ciencia con el objetivo de obtener apoyo de parte de los tomadores de decisiones, sin tomar en cuenta las preocupaciones o las necesidades de los individuos.

Al llevar a cabo acciones de periodismo de ciencia, las oficinas de comunicación de la ciencia se encuentran con varios problemas. Por un lado, el papel del periodista como un “vigilante” que representa los intereses de los individuos se ve afectado cuando este es parte de la institución cuyas noticias está reportando. Por otro lado, las fuentes son los científicos de su instituto, lo cual

reduce el trabajo de investigación a unas pocas entrevistas. Además, el periodista se puede encontrar en su instituto con teorías contradictorias que expliquen un mismo fenómeno. Como comenta Brian Trench, “en un mundo en el que el periodismo de ciencia no puede determinar qué es cierto, la objetividad demanda que el reportero se convierta en un “transmisor neutral” y enfocarse no en la validez sino en la precisión”. Este y otros problemas se discutirán posteriormente en los comentarios acerca de las acciones y los productos de las oficinas que se visitaron para este trabajo.

En la siguiente sección de este trabajo, analizaré los modelos de comunicación de la ciencia que se usan –de manera consciente o accidental– en las acciones que llevan a cabo en distintas oficinas de comunicación de la ciencia de México y el mundo. Aunque más adelante discutiré con detalle varios casos concretos de acciones de comunicación de la ciencia, en este momento es importante mencionar que debido a que todas las oficinas nacen en el seno de los institutos de investigación científica, parten y generalmente regresan una y otra vez al modelo de déficit. Algunas de ellas han intentado o han logrado situar algunas de sus acciones en otros tipos de modelos; sin embargo, la mayoría continúan enfocadas en tratar de subsanar el déficit de conocimientos científicos en la población, y en obtener apoyo de la sociedad y del Estado para continuar con los proyectos científicos.

3.3 Los públicos y los medios

Para analizar los proyectos de comunicación de la ciencia desde los institutos de investigación científica es importante saber quién es el público objetivo, o público meta, de sus oficinas y qué medios se usan para alcanzarlo. Durante el proceso de transmisión del conocimiento científico pueden suceder muchas cosas inesperadas. Algunas veces, el público que se había planteado como objetivo no es el que se alcanza con las acciones planeadas. Otras veces, la información le llega distorsionada a los usuarios después de que la reproduce algún medio de comunicación. En esta sección discutiremos el problema de los públicos y los medios enfocado en las acciones de comunicación de la ciencia de los institutos de

investigación científica. También discutiremos algunos casos de estudio interesantes derivados de estos temas.

3.3.1 El problema de los públicos

En los estudios sobre comunicación de la ciencia, se ha discutido ampliamente el problema de los “públicos meta” o “públicos objetivo”, es decir, aquellos grupos sociales a los que se pretende alcanzar a través de productos y acciones de comunicación de la ciencia.

A finales del siglo XX y principios del XXI los divulgadores de la ciencia dirigían sus esfuerzos al “publico en general”, un grupo ideal y homogéneo de individuos que recibían el conocimiento científico de manera pasiva. Dentro del modelo de déficit clásico, la representación del público entre la comunidad científica tenía una serie de connotaciones negativas, que Sarah H. Davis et al. identifican en su artículo “A Bit More Cautious, a Bit More Critical: Science and the Public in Scientist’s Talk” (Davis et al. 2008). Entre ellas podemos mencionar que el público no es crítico, es ignorante, y que teme la ciencia y desconfía de ella.

Hoy en día se están dejando atrás estas representaciones. Se considera que el público es diverso y que los miembros del público tienen conocimientos profundos acerca de distintos temas. Por ello, las acciones de comunicación de la ciencia actuales deben reconocer, por una parte, que no hay sociedades homogéneas sino multiculturales, y por otra que los individuos deben participar en los debates sobre la pertinencia de la ciencia y la tecnología. Al respecto Edward J. Hackett comenta lo siguiente:

Hubo un tiempo en el que la ciencia y la tecnología ocupaban un espacio de “genialidad y magia”, un mundo aparte de aquel del “publico”, que los veía con respeto y admiración. En aquel tiempo, las decisiones relacionadas con la ciencia o la tecnología pertenecían a los expertos que las tomaban en razón a los intereses de la mayoría, pero sin incluir las opiniones del público. Esa época ya pasó, o tal vez nunca sucedió, pues las investigaciones de los años recientes han cambiado nuestro entendimiento acerca de la participación pública en la ciencia y la tecnología tomando en cuenta la

política y los públicos. Hoy, las decisiones que están relacionadas con la ciencia y la tecnología se entienden como inherentemente políticas: varios públicos están involucrados de modos diferentes con la ciencia y la tecnología, y la conducta razonable de alguien a quien le interesa la ciencia debe incluir la consideración de los temas éticos y los valores que anteriormente solo se habían planteado los científicos (Hackett: 2008, 429).⁷⁴

Así, toda acción de comunicación de la ciencia es una acción política que afecta a distintos individuos. Esta nueva visión acaba con la idea del público como receptor pasivo y exige la participación de la sociedad en las discusiones sobre la relevancia de las investigaciones científicas.

En algunos artículos recientes, tanto de periodismo como de investigación, podemos encontrar nuevas maneras en las que la comunidad científica y distintos grupos culturales interactúan para crear y diseminar el conocimiento, además de para poner en marcha nuevas políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, la participación de los ciudadanos de Chipre en las protestas en contra de la construcción de la planta nuclear de Akkuyu en Turquía,⁷⁵ o la colaboración de los pacientes y los médicos para recabar información sobre alguna enfermedad poco común.⁷⁶ Callon et. al definen la participación pública del modo siguiente:

⁷⁴ There was a time when science and technology occupied a realm of genius and wizardly, a world apart that “the public” viewed with awe and admiration. In that earlier time decisions having to do with science or technology were the prerogative of experts who would make them in the public interest but without the public’s involvement. That time has passed, or perhaps never really happened, and the research of recent years has changed our understanding of the engagement of science and technology with politics and publics. Today, decisions involving science and technology are understood to me inherently political: various publics are involved in different ways with science and technology, and the responsible conduct of a career in science demands consideration of matters of ethics and values that had previously been held to one side (Hackett: 2008, 429).

⁷⁵ Nota periodística sobre la preocupación de los ciudadanos de Chipre por la construcción de una planta nuclear en Turquía: <http://www.ekathimerini.com/227454/article/ekathimerini/news/nicosia-to-protest-construction-of-akkuyu-nuclear-plant>

⁷⁶ En el artículo “How do patients with rare diseases experience the medical encounter? Exploring the role behavior and its impact on patient-physician interaction” analizan el caso de varios pacientes con enfermedades poco conocidas, que colaboran directamente con los médicos para entender mejor la enfermedad.

El conjunto diverso de situaciones y actividades, más o menos espontáneas, organizadas y estructuradas, donde los no expertos se involucran y proporcionan sus opiniones en torno a la creación de una agenda, a la formación de una política para tomar decisiones y la producción de conocimiento científico (Callon et al, 2001; Rowe and Frewer, 2005).⁷⁷

Las acciones de participación pública pueden ser iniciativa de los miembros de distintos grupos culturales ajenos a la ciencia, o de los científicos y las instancias gubernamentales, como la consulta para una agenda ciudadana que se llevó a cabo en México en 2012.⁷⁸

Cada oficina determina los públicos específicos a los que dirige sus proyectos de acuerdo a los intereses de su instituto y el modelo de comunicación de la ciencia que adopta de manera implícita o explícita. Algunas oficinas se enfocan en públicos de estudiantes, tomadores de decisiones o cierto tipo de comunidades relevantes para su proyecto. Es importante mencionar que las oficinas de comunicación deben propiciar acciones de participación pública para impulsar un intercambio más cercano entre los científicos y distintos grupos culturales.

3.3.2 Los medios para comunicar ciencia

Las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica usan una gran diversidad de medios para comunicar los descubrimientos o los logros de los científicos de su dependencia. A continuación discutiré brevemente cómo se usan actualmente los medios tradicionales, los nuevos medios que surgieron junto con Internet y finalmente las propuestas más novedosas de los últimos años. Dentro de esta discusión presentaré algunos estudios de caso sobre acciones exitosas o fallidas que han llevado a cabo distintas oficinas de comunicación de la ciencia.

⁷⁷ The diversified set of situations and activities, more or less spontaneous, organized and structured, whereby nonexperts, become involved, and provide their own impute to agenda setting, decision-making policy forming, and knowledge production processes regarding science (Callon et al, 2001; Rowe and Frewer, 2005).

⁷⁸ <http://www.agendaiberoamericana.org/mexico/>

3.3.2.1 Los medios tradicionales

Las primeras oficinas de comunicación de la ciencia, por ejemplo, la de la NASA, se ocupaban principalmente de redactar boletines acerca de los logros más importantes de sus investigadores, o de anunciar dichos logros por medio de ruedas de prensa. El contenido de estos anuncios se reproducía en los medios tradicionales: los periódicos impresos, la televisión pública y la radio. Esto sigue siendo una práctica común en la mayoría de las oficinas de este tipo, pues los medios de comunicación masiva les permiten publicitar sus logros a gran escala, con el objetivo de incidir positivamente en la opinión pública y de obtener distintos tipos de apoyos gubernamentales y de la iniciativa privada. De este modo, como comenta Denis McQuail:

Los medios de comunicación constituyen un recurso muy poderoso: son medios de control, manipulación e innovación de la sociedad, que pueden sustituir a la fuerza o a otros recursos. [...] Se han convertido en una fuente dominante de definiciones e imágenes de la realidad social para los individuos, pero también colectivamente para grupos y sociedades; expresan valores y juicios normativos inextricablemente mezclados con las noticias y los entretenimientos. (McQuail, 1993: 21).

Los medios de comunicación tradicionales han modelado las representaciones que tenemos de la ciencia. Algunas veces la presentan como una aventura que nos permite dejar atrás las fronteras espaciotemporales y explorar el Universo, como la serie *Cosmos: un viaje personal* (1980), escrita y protagonizada por Carl Sagan. Otras, la presentan como una actividad peligrosa, a la que hay que temer, como en los recuentos más amarillistas de los accidentes nucleares. También han definido las representaciones de los científicos en la sociedad.

Durante la segunda mitad del siglo XX, la mayor parte de los medios de comunicación masiva pertenecían al “modelo dominante” de comunicación de masas que, de acuerdo con Imma Tubella Casadevall et al., consiste en lo siguiente:

El modelo dominante nos presenta unos medios de comunicación en manos de una clase o elite dominante, concentrados, estandarizados y controlados, con una visión del mundo única y dirigidos a una audiencia de masas pasiva y con una influencia dirigida a consolidar el poder establecido (Tubella Casadevall, 2012: 98).

Las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos de investigación científica usualmente tratan de mantener un contacto cercano con los medios de comunicación dominantes, para que éstos reproduzcan la información que producen sobre los logros más recientes de los científicos de sus dependencias.

3.3.2.2 Medios de comunicación impresos

Aunque hay varios ejemplos de periódicos que se han revelado contra las políticas oficiales, muchas veces éstos funcionan como instrumentos de control, presentando una visión particular de la realidad. Los periódicos modernos son grandes empresas comerciales que responden a distintos tipos de presiones e intereses y que dependen en gran medida de la publicidad pagada. Algunos periódicos, por ejemplo, el diario británico *The guardian*, tienen secciones importantes de ciencia, escritas por periodistas especializados, que llevan a cabo entrevistas y que crean notas originales. Otros, como el periódico *Reforma* en México, publican breves notas de ciencia dentro de secciones temáticas generales, como la de *Cultura*. Los periodistas que escriben estas notas no están especializados en ciencia por lo que frecuentemente recurren a los boletines que publican las grandes agencias internacionales.

Otros medios impresos importantes para la comunicación de la ciencia son las revistas de difusión y divulgación de la ciencia, que publican artículos acerca de las investigaciones científicas recientes o de importancia histórica. Los autores de estos artículos pueden ser periodistas que pertenecen a las revistas, escritores independientes, o los miembros de las oficinas de comunicación de la ciencia. Como ejemplos de revistas que publican artículos de divulgación de la ciencia podemos mencionar a *¿Cómo ves?*, *Muy interesante* y *La revista de la Universidad de México*. Por otro lado, algunas revistas que publican artículos de difusión de la ciencia son

Scientific American, *Ciencia y Desarrollo* y *Physics World* entre otras. Las revistas de divulgación y de difusión de la ciencia son un medio importante para transmitir a distintos tipos de públicos los logros de los institutos de investigación científica.

3.3.2.3 Radio y televisión

La radio y la televisión se mantuvieron como los medios de comunicación dominantes en la mayor parte del mundo durante varios años, debido a su capacidad de alcanzar a un gran número de individuos en segundos. En su libro *Introducción a la comunicación de la teoría de masas*, Denis McQuail detalla algunas características importantes de estos medios:

La radio, sin duda, fue ante todo una tecnología y sólo más tarde un servicio, y lo mismo puede decirse en gran medida de la televisión, que comenzó más como un juguete y una novedad que como una contribución seria, o incluso popular, a la vida social. Ambas tomaron prestados elementos de todos los medios existentes, y casi la totalidad de sus contenidos más populares son sucedáneos (películas, noticias y deportes). [...] Un segundo hecho capital en la historia de la radio-televisión ha sido su alto grado de regulación, control o autorización por parte de la autoridad pública, al principio debido a necesidades técnicas, luego por una mezcla de opción democrática, interés del Estado, conveniencia económica y férrea costumbre institucional. Un tercer rasgo histórico de la radio-televisión —y relacionado con los anteriores— ha sido su modelo centrífugo de distribución y la asociación de la televisión nacional con la vida política y los centros de poder de la sociedad, una vez sus funciones se hubieran establecido como populares y políticas. A pesar de (o tal vez a causa de) esta proximidad con respecto al poder, la radio y la televisión apenas si han obtenido en cualquier otro sitio la misma libertad, entendida como derecho, para expresar opiniones y actuar con independencia política (McQuail, 1993: 37).

En México existen varios ejemplos de compañías que regulan la televisión y el radio. La más paradigmática es sin duda *Televisa*, cuyos contenidos siempre han respondido a los intereses del mercado y del Estado.

Los comunicadores de la ciencia en institutos de investigación científica llevan a cabo una negociación con los medios tradicionales para posicionar los logros de sus dependencias. Esta negociación no siempre es sencilla, pues los medios de comunicación y los institutos muchas veces tienen intereses y valores distintos. Hoy en día hay algunos programas dedicados a la ciencia en los medios de comunicación masivos en las cadenas dominantes, por ejemplo, *Creadores Universitarios*, una iniciativa conjunta de la UNAM y Televisa en la que se comunican los logros más recientes en materia de ciencia y tecnología de los centros e institutos de investigación de la máxima casa de estudios. Este programa corresponde al modelo de déficit. En cuanto a la radio, podemos mencionar el programa *Imagen en la Ciencia*, una iniciativa conjunta de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y del Grupo Imagen, que desapareció recientemente, en el que se divulgaban noticias recientes de ciencia y tecnología, y en el que se entrevistaba a científicos importantes de distintas áreas.

3.3.2.4 Nuevos medios de comunicación masiva

Con el surgimiento de Internet en los años ochenta, y del world wide web en los noventa aparecieron nuevas plataformas que revolucionaron el modo en que se comparte la información. De acuerdo con Daniel G. Andújar, “debemos admitir que que ciertos procesos ligados a las tecnologías de la información y la comunicación están transformando nuestra forma de pensar, consumir, producir, comerciar, comunicarnos, y un gran número actividades que finalmente determinan nuestra cotidianeidad” (Casacuberta, 2003: 10). Dichas tecnologías han favorecido el surgimiento de grupos virtuales en los que distintos tipos de actores sociales se comunican y se organizan, aunque físicamente estén situados a grandes distancias, para crear un espacio conjunto. Acerca de la importancia de la creación colectiva David Casacuberta comenta lo siguiente:

Uno de los cambios más radicales que las tecnologías de la información y la comunicación están produciendo en nuestra cultura es la posibilidad de la creación colectiva. Por “creación colectiva” entiendo un cambio de paradigma en los sistemas de creación y uso de la cultura que pone por primera vez en la historia, de forma sistemática, los aspectos creativos en manos del público, dejando este de ser meramente pasivo para convertirse en un participante activo en el mundo del arte y la cultura.

La creación colectiva también es un concepto poderoso para entender la cultura digital como proceso general, ya que permite subsumir otros conceptos parciales como el de interactividad, final abierto, hipertexto o democratización del arte bajo una categoría más general, la de creación colectiva. [...] La creación colectiva es el contenido más revolucionario de la cultura digital. Aquello que mejor facilita su distinción de la cultura tradicional es la posibilidad de construir una cultura realmente colectiva. (Casacuberta, 2003: 15).

La creación colectiva ha permitido que el manejo de la información no esté en manos de unos cuantos, aunque desde luego hay brechas digitales graves que no permiten la que la información alcance a la totalidad de la población. A continuación discutiremos algunas de las plataformas más importantes de creación colectiva, y el modo en que se usan en los proyectos de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica.

3.3.2.5 Facebook y Twitter

Al principio Facebook fue una red pensada para que los estudiantes de la Universidad de Harvard socializaran. Hoy en día ha crecido hasta superar los mil millones de usuarios a nivel mundial, convirtiéndose en el sitio con más usuarios en la historia de Internet. México es uno de los países de América Latina con un mayor número de usuarios en Facebook, con un número aproximado de ochenta millones de usuarios hasta junio de 2018. Facebook es un espacio virtual en el que la gente puede ver y compartir contenidos con sus amigos o con grupos con intereses similares. En ese sentido es una red de creación colectiva, más democrática que los medios más tradicionales. Sin embargo, al hablar de Facebook no hay que

perder de vista que también responde a intereses específicos y que ha tenido fuertes críticas por compartir los datos de sus usuarios. Por ejemplo, en marzo de 2018, la compañía de Zuckerberg fue acusada de compartir datos de más de 50 millones de perfiles, a través de Cambridge Analytics, con el fin de usarlos en campañas políticas. A pesar de este tipo de acciones, Facebook sigue siendo una plataforma de gran utilidad para compartir textos breves, fotografías, ligas a páginas de Internet, videos e imágenes con gran velocidad.

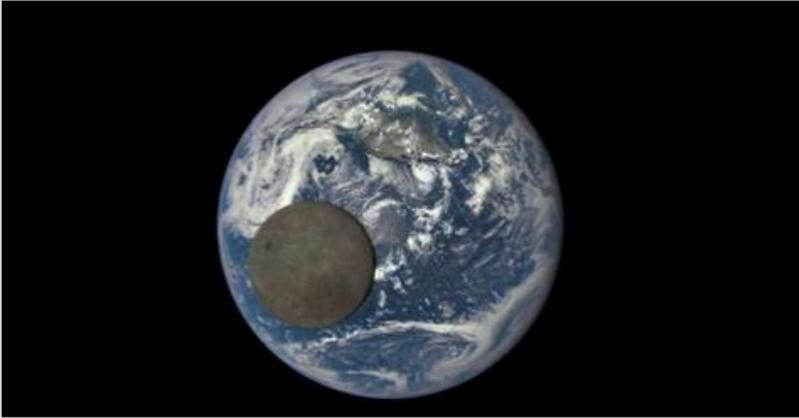
Por su parte, Twitter tiene 500 millones de usuarios a nivel mundial. De acuerdo a Hugo Rodríguez, encargado de las políticas públicas de Twitter en América Latina, Twitter se ha convertido en la plataforma preferente “para política y gobierno, activistas sociales, y organizaciones de la sociedad civil, y por la inmediatez”.⁷⁹ En Twitter se comparten con gran rapidez contenidos de coyuntura. Los temas que tienen mayor interés se vuelven *trending topics*. Esta es una plataforma en la que los usuarios pueden interactuar directamente con líderes políticos, de opinión, científicos y divulgadores famosos, entre otros.

Distintos actores interesados en la comunicación de la ciencia han usado Facebook y Twitter para compartir sus contenidos. Uno de los ejemplos más exitosos es *I Fucking Love Science* (<https://www.facebook.com/IFeakingLoveScience/>), concepto creado por Elise Andrews, que tiene perfiles Facebook, Twitter y una página de Internet. Sus contenidos, dirigidos a un público joven, se presentan de manera atractiva e incluso irreverente, con una buena precisión científica. Todas las notas están acompañadas de imágenes atractivas que ilustran el tema.

⁷⁹ Tomado del seminario de redes sociales de la UNAM:
<https://www.facebook.com/redessocialesUNAM/videos/1744867662260419/>

 **I fucking love science** 21 min · ✨

The Earth is slowing down, meaning our days are getting longer. A new study has figured out exactly how much longer they're going to get.



IFLSCIENCE.COM
The Earth Is Slowing Down
The Earth and the Moon are entangled in a gravitational ballet, wit...

 Me gusta  Comentar  Compartir 

   243 Más relevantes ▾

Entrada de perfil de Facebook de I fucking love science del 5 de junio de 2018

I fucking love science ha sido controversial, pues algunas revistas científicas se han quejado de que el portal publicó sus contenidos sin permiso.

Otro caso interesante es el de los científicos que tienen perfiles en Twitter o en Facebook donde interactúan con el público. Un ejemplo de ello es el perfil del científico y divulgador Brian Cox en Twitter (<https://twitter.com/ProfBrianCox>).



Brian Cox @ProfBrianCox · May 25

On way home after Stargazing Live, musing about the value of public service broadcasting. @ABCTV did a magnificent job; over 250 star parties across the country - tens of thousands of people introduced to new ideas, perhaps a lifetime love of astronomy. A privilege to be involved



Twitt de Brian Cox del 25 de mayo de 2018

Hoy en día, la mayor parte de los institutos, centros y experimentos de investigación científica tienen un perfil (o varios) en Facebook y en Twitter, pues como mencionan Guadalupe López y Clara Ciuffoli en *Facebook es el mensaje*, muchas dependencias que al principio se mostraban renuentes a usar las plataformas digitales “pasaron del rechazo a la aceptación, y hoy encuentran en la red un aliado estratégico para distribuir sus contenidos a través de las páginas de fans y de las aplicaciones sociales de noticias” (López, 2012: 112).

Algunos ejemplos interesantes de páginas de Facebook de institutos, centros y experimentos de ciencia son los siguientes:

- El perfil del Centro Europeo para la Investigación Nuclear, CERN (<https://www.facebook.com/cern/>) con 665030 seguidores en la que se publicitan los hallazgos más importantes del Centro y sus repercusiones en distintos ámbitos.



El perfil del CERN en Facebook. Entrada del 5 de junio de 2018

- Entre los institutos de investigación científica de la UNAM, el que ha tenido el manejo más exitoso de Facebook, en términos de números, el Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM, que el 5 de junio de 2018 llegó a 400 mil usuarios. El IA publica contenidos de divulgación de la astronomía, acompañados de imágenes de gran belleza, y publicita sus eventos, que ahora tienen una asistencia récord.

3.3.2.6 YouTube, Netflix, Facebook Live

Actualmente YouTube tiene mil millones de usuarios, que consultan regularmente los videos de la plataforma. Varios institutos alrededor del mundo aprovechan este espacio para transmitir sus conferencias en vivo o subir distintos tipos de videos. Por ejemplo, el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM transmitió en tiempo real la plática magistral de Juan Maldacena, uno de los físicos más importantes del

mundo⁸⁰. Los estudiantes que no pudieron entrar al recinto, ni a los salones repetidores en el que se transmitía la plática, pudieron verla en sus hogares. La plática tuvo una visibilidad record.

Otra de las plataformas con gran influencia en la actualidad es Netflix que, a diferencia de la televisión tradicional ofrece contenidos que los usuarios puede consultar en el momento que deseen. Entre las series científicas que ha presentado Netflix podemos mencionar *The Wonders of the Universe*, con Brian Cox.

Por su parte, Facebook Live es similar a YouTube, pues se pueden transmitir eventos en vivo usando un teléfono celular inteligente. Por ejemplo, el seminario de redes sociales de la UNAM usa Facebook Live para transmitir sus eventos. Recientemente transmitieron por dicho medio una plática con Hugo Rodríguez, director de políticas de Twitter en América Latina⁸¹

El uso de Facebook y Twitter ha transformado las acciones de comunicación de la ciencia en los institutos de investigación científica pues permite transmitir en tiempo real las pláticas, eventos y entrevistas que tienen lugar en la dependencia. También permite una interacción cercana entre los comunicadores de la ciencia y distintos tipos de públicos, en particular los jóvenes. Sin embargo, como efecto adverso, ha provocado una baja en la cantidad de jóvenes que asisten a los eventos de los institutos, pues en muchos casos los interesados prefieran ver los contenidos en línea en vez de presenciarlos en vivo.

3.3.3 Arte y ciencia

El arte contemporáneo es un medio que se ha empezado a usar para comunicar la ciencia. En las acciones de arte y ciencia, el objetivo fundamental no es comunicar la ciencia; sin embargo, cuando en ellas hay contenidos precisos de ciencia, pueden usarse como un medio de comunicación, con el objetivo de impulsar diálogos entre actores sociales pertenecientes a distintos grupos culturales. Estas estrategias han sido muy controversiales en los institutos de investigación científica. Algunos

⁸⁰ La plática se puede ver en: https://www.youtube.com/watch?v=N1VhM_lviyM

⁸¹ La plática se puede ver en: <https://www.facebook.com/redessocialesUNAM/videos/1744867662260419/>

directores consideran que no es parte de las funciones de los comunicadores llevar a cabo acciones de arte y ciencia, o que las dependencias no deben involucrarse en la gestión cultural. Sin embargo, algunos de ellos han llevado a cabo acciones muy exitosas de arte y ciencia, por ejemplo, el CERN, el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Instituto de Astronomía y el Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM. A continuación, mencionaremos algunos ejemplos de este tipo de acciones:

- El CERN es huésped de un proyecto de arte y ciencia que incluye al programa *Arts Collide*, en el que se invita a un artista contemporáneo a crear piezas con contenidos científicos. Entre los invitados más recientes podemos mencionar a Leslie Thorton y James Richards.
- El Instituto de Astronomía de la UNAM participó en la creación de *Sidera*⁸² una pieza de arte y ciencia que concibieron los artistas Marcela Armas y Gilberto Esparza. La pieza consiste en “una serie de articulaciones sonoras que proceden de la lectura e interpretación del campo magnético local modificado en la superficie de meteoritos caídos en diversas partes de la Tierra”. Esta serie se inició con el meteorito metálico de 3.3 toneladas, llamado La Concepción, que el IA tiene en su custodia desde 1976. De acuerdo a Jesús González, director del instituto, esta es una obra que combina la precisión científica con el arte, y que fue controversial dentro de la comunidad de astrónomos, pues el meteorito se movió de su lugar habitual en el vestíbulo del Instituto durante el tiempo en que se expuso la pieza.
- El Festival de Arte y Ciencia *El Aleph* es una iniciativa de la Dirección General de Comunicación Social de la UNAM. En dicho festival se presentan diálogos interdisciplinarios entre artistas y científicos, así como distintas acciones de arte y ciencia. Hasta el momento de la publicación de este trabajo, el festival ha tenido dos ediciones, la primera dedicada a “Las fronteras de la física” y la segunda dedicada a “Las fronteras del cerebro y la inteligencia artificial”.

⁸² <http://www.marcelaarmas.net/?p=1063>

En dicho festival han participado el Instituto de Ciencias Nucleares, el Instituto de Astronomía, el Instituto de Física, el Instituto de Fisiología Celular y el Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM. Algunos ejemplos de las acciones de arte y ciencia que se han presentado en *El Aleph* son las obras de teatro con contenido científico *El radio de Marie Curie* y *El problema fuerte*, la suite de los *Planetas de Holst*, con una introducción a cargo de un científico, una exposición artística-científica con imágenes de neuronas, y un espectáculo del japonés Hiroaki Umeda, en el que se unió la danza y la tecnología de punta. En este festival, además, se han presentado iniciativas novedosas como la creación de narrativas a través de videojuegos.

3.3.4 Nuevas estrategias

Recientemente algunos centros han echado mano de estrategias pertenecientes a distintas esferas para crear propuestas novedosas de comunicación de la ciencia. Una de las más originales es la que propuso Mariana Castro, coordinadora de Ciencia y Tecnología del Centro Cultural de España en México, titulada *Quiero ser científica*. Para llevar a cabo dicha estrategia se usa el formato *speed dating* con el objetivo de propiciar el diálogo entre un grupo de científicas y un grupo de niñas de entre 13 y 16 años que desean estudiar una carrera de ciencia.⁸³ La dinámica, que tiene como objetivo “despertar vocaciones científicas y luchar contra la falsa creencia de que las denominadas carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) son “carreras de hombres”, ha tenido gran éxito.

3.4 Algunos casos de estudio

Al analizar las acciones de comunicación de la ciencia en varios institutos de investigación científica, he encontrado casos interesantes de acciones de comunicación de la ciencia. Algunas fueron un éxito, otras un fracaso, pero todas tienen un elemento de interés para hacer análisis desde distintos puntos de vista.

⁸³ Para mayor información sobre la estrategia se puede consultar el sitio de uno de los eventos *Quiero ser científica*: <http://ccemx.org/ciencia-y-tecnologia/quiero-ser-cientifica>

3.4.1 Ruedas y boletines de prensa

Hoy en día, los institutos, centros y experimentos científicos importantes anuncian sus logros a través de ruedas y boletines de prensa. Las primeras siguen teniendo un formato tradicional a pesar de transmitirse por Internet: un grupo de científicos expertos se reúne para presentar un descubrimiento ante los representantes de los medios de comunicación masiva. Este es el caso de la rueda de prensa que organizó el observatorio LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) el 11 de febrero de 2016 para anunciar que se habían detectado ondas gravitacionales, pequeñísimas perturbaciones en el espaciotiempo, con ayuda de un aparato muy poderoso.⁸⁴ El discurso con el que se inició la rueda de prensa, similar al del boletín, señalaba que este descubrimiento nos permitirá estudiar al universo de un modo distinto y novedoso:

Boletín de prensa GW150914

LIGO Abre una nueva ventana en el Universo con la observación de ondas gravitacionales que se produjeron con la colisión de dos agujeros negros.

WASHINGTON, DC/Cascina, Italia

Por primera vez, los científicos han observado unas arrugas en la fábrica del espacio tiempo llamadas ondas gravitacionales, que llegan a la tierra desde un evento violento en el universo distante. Esto confirma una predicción importante de la teoría de la relatividad general de Einstein de 1915 y abre una nueva ventana al cosmos sin precedentes.

Las ondas gravitacionales llevan información acerca de sus dramáticos orígenes y acerca de la naturaleza de la gravedad que no puede obtenerse de otro modo. Los físicos han concluido que las ondas gravitacionales detectadas fueron producidas durante la última fracción de segundo del choque de dos agujeros negros que producen un nuevo agujero negro más

⁸⁴ La rueda de prensa se puede ver en la liga siguiente:
<https://www.youtube.com/watch?v=aEPlwEJmZyE>

masivo que gira. La colisión de dos agujeros negros había sido predicha, pero nunca antes observada.⁸⁵

La rueda de prensa en la que se presentó el descubrimiento logró su cometido pues la noticia se reprodujo en una gran cantidad de medios de comunicación alrededor del mundo. El anuncio causó gran emoción entre la comunidad científica; sin embargo, resultó incomprensible para la mayoría de los periodistas, que se limitaron a reproducir el texto que publicó la colaboración. Podemos tomar como ejemplo la nota que publicó el periódico el Universal.

⁸⁵ En el original:

GW150914 Press Release

LIGO Opens New Window on the Universe with Observation of Gravitational Waves from Colliding Black Holes

WASHINGTON, DC/Cascina, Italy

For the first time, scientists have observed ripples in the fabric of spacetime called gravitational waves, arriving at the earth from a cataclysmic event in the distant universe. This confirms a major prediction of Albert Einstein's 1915 general theory of relativity and opens an unprecedented new window onto the cosmos.

Gravitational waves carry information about their dramatic origins and about the nature of gravity that cannot otherwise be obtained. Physicists have concluded that the detected gravitational waves were produced during the final fraction of a second of the merger of two black holes to produce a single, more massive spinning black hole. This collision of two black holes had been predicted but never observed.

Este boletín se puede consultar en: <https://www.ligo.caltech.edu/page/press-release-gw150914>

Detectan ondas gravitacionales 100 años después de predicción de Einstein

Científicos dijeron que detectaron ondas gravitacionales, cuya existencia fue predicha por Einstein hace 100 años en su teoría general de la relatividad.

Las ondas gravitacionales detectadas fueron producidas durante la fracción final de un segundo de la fusión de dos agujeros negros para producir un agujero negro giratorio único y más masivo, indicaron los científicos en una conferencia de prensa ofrecida en la capital estadounidense, Washington, D.C.

Las ondas gravitacionales fueron detectadas el 14 de septiembre de 2015 a las 5:51 horas EDT (09:51 GMT) por los dos detectores del Observatorio de Ondas Gravitacionales con Interferómetro Láser (LIGO, por sus siglas en inglés) en Livingston, Louisiana, y Hanford, Washington.

Con base en las señales observadas, los científicos de LIGO calcularon que los agujeros negros de este evento eran entre 29 y 36 veces mayores que la masa del sol, y que el evento ocurrió hace 1.300 millones de años.

Cerca de tres veces la masa del Sol fueron convertidas en ondas gravitacionales en una fracción de segundo, con una producción máxima de energía de cerca de 50 veces la de todo el universo visible.

En las notas que se publicaron en México y en todo el mundo quedaba claro que el Observatorio LIGO había logrado hacer un descubrimiento muy importante, pero no quedaba claro qué eran las ondas gravitacionales, cómo se habían detectado, cuál era la relación entre este descubrimiento y las teorías de Einstein, y cuál era la relevancia del descubrimiento para la sociedad.

Casos como este nos muestran que, aunque es importante para las comunidades científicas anunciar y publicitar sus descubrimientos, muchas veces el discurso que se transmite es confuso, pues no se hace una recreación adecuada de la ciencia. Es importante que las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia hagan un esfuerzo por transmitir sus logros científicos de un modo más accesible para la población.

3.4.2 Cuando los medios distorsionan las noticias

Las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica reciben peticiones de entrevistas a los investigadores de manera regular. Estas pueden obedecer a que hay un tema de coyuntura, o al interés en la investigación de un científico. En la mayor parte de los casos, las entrevistas en los medios de comunicación tienen un impacto positivo en la imagen pública del científico, pero

algunas veces los medios distorsionan las noticias, provocando un daño fuerte a su reputación.

Un ejemplo de ello es la entrevista que dio el director del Instituto de Ciencias Nucleares a una reportera de Televisa. Al solicitar una cita con el investigador, la reportera dijo que la entrevista se transmitiría en los noticieros de la cadena. La entrevista se llevó a cabo sin contratiempos; sin embargo, no apareció en los noticieros de Televisa, sino en el programa de Jaime Maussan, conocido pseudocientífico y ufólogo, quien editó el video para cambiar el sentido del discurso.⁸⁶

Otro ejemplo es la entrevista al Dr. Epifanio Cruz, coordinador de la Unidad de Irradiación del Instituto de Ciencias Nucleares, que solicitó CENAPRED con motivo del aniversario del accidente nuclear de Chernóbil. La reportera que realizó la entrevista publicó las declaraciones del científico al pie de la letra. Sin embargo, el texto causó un gran desagrado entre varios círculos pues junto a la fotografía del Dr. Cruz la reportera colocó la siguiente cita de Adolf Hitler como epígrafe del artículo: “La naturaleza no conoce fronteras políticas: sitúa nuevos seres sobre el globo terrestre y contempla el libre juego de las fuerzas que obran sobre ellos. Al que entonces se sobrepone por su esfuerzo y carácter, le concede el supremo derecho a la existencia”. El público interpretó esta cita como una muestra de simpatía del científico a las ideas del *Führer*. Aunque la nota, que se había publicado en el portal de Internet de CENAPRED, fue retirada del medio a petición del Instituto de Ciencias Nucleares, permanece en línea la protesta que publicó al respecto el portal *Enlace Judío*:

[Con la frase anterior] inicia un artículo en el que el Dr. Epifanio Cruz, Coordinador de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en entrevista con el CENAPRED, explica el desastre de Chernóbil.

⁸⁶ El programa se puede ver en esta liga: <https://www.youtube.com/watch?v=nSguTW2eHw8>

Por lo visto, la periodista (o el mismo coordinador) es admirador de Hitler, lo cual no alcanza a molestar a quienes editan la página.⁸⁷

Los dos ejemplos anteriores muestran que los medios de comunicación masiva tienen la capacidad de alterar el sentido de la información que les proporcionan los científicos o las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos. Una vez que la información sale del instituto, ni los comunicadores de la ciencia ni los científicos, tienen ningún poder sobre ella. Por esto es importante que los encargados de las oficinas de comunicación de la ciencia trabajen con medios que mantengan la precisión de la información que se comparte con ellos.

3.4.3 Posverdad en las redes sociales

De acuerdo a la Real Academia de la Lengua Española, la posverdad es “una distorsión deliberada de una realidad, que manipula creencias y emociones con el fin de influir en la opinión pública y en actitudes sociales”. En Facebook y Twitter podemos ver todos los días ejemplos de noticias falsas, que los usuarios reproducen en sus perfiles sin verificar su procedencia. Más aún, defienden su veracidad sin tener ninguna evidencia de ella. Los jefes de las oficinas de comunicación de la ciencia se enfrentan continuamente a la aparición de noticias de posverdad que involucran de alguna manera a sus institutos. Un ejemplo de ello es el caso del joven al que se bautizó como *Lord NASA* en las redes sociales, un estudiante de los primeros semestres de la licenciatura en física en la Facultad de Ciencias. Como parte de sus actividades como estudiante, el joven realizó prácticas en la Unidad de Irradiación del ICN, estudiando el efecto de la radiación emitida por el cobalto 60 radiactivo en distintos materiales. El resultado de esta pequeña investigación, que era bonita pero no sobresaliente, se publicó en un artículo académico que el joven firmó junto con su asesor. Poco después de la publicación del texto, el joven presentó sus resultados en un congreso de ciencia

⁸⁷ La protesta de Enlace Judío se puede consultar aquí: <https://www.enlacejudio.com/2014/05/14/una-cita-de-hitler-inicia-articulo-en-pagina-de-la-secretaria-de-gobernacion-cenapred/>

y tecnología espacial, donde se le otorgó una constancia por el trabajo que presentó. Estas constancias se le entregan a todos los jóvenes que presentan trabajos en los encuentros de este tipo, y son un modo de motivarlos para que continúen con su carrera. La constancia fue emitida por el International Space Education Board (ISBE),⁸⁸ un consejo que se fundó en 2005 con el propósito de impulsar la educación de las ciencias del espacio. En él participan la Agencia Espacial Europea (ESA), la Agencia Espacial Japonesa (JAXA) y la Agencia Espacial Norteamericana (NASA). El estudiante buscó a un periodista para mostrarle su certificado donde aparecían los logos de las agencias espaciales mencionadas anteriormente. La nota, que apareció en varios medios, que era falsa, afirmaba que el joven era “estudiante investigador de la NASA”. Unos días después, la Dirección General de Comunicación Social invitó al joven a una rueda de prensa en la que se hizo un anuncio similar, sin consultar al Instituto de Ciencias Nucleares o a la NASA sobre la veracidad de la nota original⁸⁹.

El Presidente Enrique Peña Nieto se interesó en la historia del joven y se reunió con él en Los Pinos,⁹⁰ sin que su equipo verificara si la historia era cierta. Así, lo incluyó en la campaña “Yo soy mexicano” en la que se publicaban las historias de los mexicanos más destacados. En las redes sociales, el joven aparecía como un héroe, que además sería uno de los primeros en viajar al planeta rojo.

La fiebre de *Lord NASA* duró varios meses, y sus redes sociales tenían miles de seguidores. Algunas revistas, como *Forbes*, lo distinguieron como uno de los mexicanos más creativos⁹¹ e incluso marcas como Red Bull y Audi lo empezaron a patrocinar. La emoción por la historia que contaba el joven terminó durante una rueda de prensa en la que el Dr. Rafael Navarro, investigador del Instituto de

⁸⁸ De acuerdo con la Agencia Espacial Europea, el Space Education Board se estableció en 2005 con el fin de impulsar una colaboración global en la educación de la ciencia del espacio. Se puede encontrar mayor información en la página:

https://www.esa.int/Education/A_further_step_in_international_collaboration_for_space_education

⁸⁹ El boletín de prensa se puede consultar en la página:

http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_696.html La rueda de prensa se puede ver en el portal de la DGCS: <https://www.youtube.com/watch?v=oqHGZUSlaos>

⁹⁰ <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/politica/2017/02/22/recibe-pena-nieto-alumno-que-participara-en-mision-sobre-marte>

⁹¹ La nota de Forbes se puede consultar en: <https://www.forbes.com.mx/media-videos/los-mexicanos-mas-creativos-mundo-yair-pina/>

Ciencias Nucleares, habló de la misión ExoMars⁹². Durante las preguntas un reportero lo cuestionó acerca de la historia del joven. Navarro respondió que él era el único mexicano que participa en los proyectos de la NASA en los que se investiga Marte y que el joven no era miembro de ninguno de ellos.

3.4.4 El fenómeno del científico *rockstar*

En octubre de 2013 un importante científico mexicano presentó una plática en el *Universal Thinking Forum*, un festival en el que se invitaba a varias “mentes brillantes” —científicos, músicos, periodistas, entre otros— a dar pláticas de divulgación de la ciencia. El escenario en el que hablaban los ponentes consistía en una plataforma colocada a dos o tres metros de altura, en el centro de un auditorio que albergaba a cerca de 3000 personas. Cuando terminó la plática del científico, cientos de jóvenes lo abordaron. Todos querían obtener su autógrafo o tomarse *selfies* con él. Al salir del Centro Bancomer, sede del evento, los jóvenes lo siguieron hasta que abordó su automóvil, gritando su nombre, como si fuera una estrella de rock.

El fenómeno del *científico rockstar*⁹³ no es algo nuevo, pensemos en Michael Faraday quien fue invitado a dar la primera conferencia de divulgación dentro del ciclo “conferencias navideñas” de la Royal Institution en 1885. A partir de la Segunda Guerra Mundial con el crecimiento de los medios de comunicación surgieron varias celebridades científicas. Uno de ellos fue Albert Einstein, quien fascinó a la prensa de su tiempo con sus teorías y que aún hoy define el modo en que se representan en los medios los científicos geniales y distraídos. También es importante mencionar a Carl Sagan, quien alcanzó la fama mundial gracias a su serie televisiva *Cosmos: un viaje personal*. Con tan solo 13 episodios, *Cosmos* se convirtió en un referente para los divulgadores de la ciencia, e inspiró a muchos niños y jóvenes a convertirse en científicos. Stephen Hawking fue otro científico que se convirtió en una de las personificaciones de la ciencia dentro de la cultura pop. *Hawking* representaba para

⁹² El boletín de prensa se puede ver en la siguiente liga: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_413.html

⁹³ Rae Godell acuñó el término “científicos visibles” para hablar acerca de aquellos científicos que aparecen frecuentemente en los medios de comunicación. <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2326-1951.1977.tb01494.x>

muchos la idea del genio, que sin distracciones mundanas, solo se dedicaba a pensar. El científico apareció en series como *Los Simpsons*, y *The Big Bang Theory*, lo que hizo que su fama creciera aún más.

Los medios de comunicación rodean a los científicos y a los comunicadores de la ciencia de un aura particular, como comenta Thomson:

Aquellos que comunican algún tema en los medios se convierten en personalidades con una voz, una cara, un personaje y una historia, personalidades con las que los receptores pueden simpatizar o empatizar, que les pueden agradar o desagradar, e incluso detestar. Estas personalidades adquieren una presencia física que es mediatizada y manejada más que dirigida, y se convierten en objetos de procesos complejos de valor económico y simbólico que son controlados en algún grado por las industrias mediáticas. Entonces, las personalidades televisivas tienen un “aura” que se sostiene en parte por la distancia que separa a las personalidades del público, En circunstancias particulares esta barrera se puede romper, por ejemplo, cuando un miembro del público conoce a una estrella (Thomson 228).⁹⁴

Así, los individuos perciben a los *científicos rockstars* como personas muy cercanas, pues los pueden ver en sus hogares a través de una pantalla, pero también como genios dotados de una inteligencia sobrehumana, muy distantes. Los institutos generalmente tienen uno o dos *rockstars científicos*. Estos suelen ser individuos que tienen un gran reconocimiento nacional e internacional, y que colaboran en algún experimento de punta. Pero esto no es suficiente, también deben ser figuras carismáticas, que puedan acercarse a la gente comunicando la ciencia de manera

⁹⁴ En el original en inglés: [...] “communicating individuals become personalities with a voice, a face, a character and a history, personalities with whom recipients can sympathize or empathize, whom they can like or dislike, detest or revere. These personalities acquire a physical presence which is mediated and managed rather than direct, and they become the objects of complex processes of economic and symbolic valorization which are controlled to some extent by the media industries. Hence TV personalities have an “aura” which is sustained in part by the distances that separates personalities from viewers. In exceptional circumstances this distance may be bridged – as for example, when a viewer meets a television personality or a fan meets a star (Thomson 228).

accesible y atractiva. Fahy y Lewenstein identificaron algunas características de las celebridades científicas:

(1) Su retrato mediático muestra una combinación de su vida pública y su vida privada. (2) Los científicos son productos culturales intercambiables, en el sentido de que se convierten en escritores famosos o presentadores de televisión, cuyos nombres pueden ser usados para anunciar otros productos culturales, como los libros de otros científicos importantes. (3) Las imágenes públicas de los científicos se construyeron alrededor de discursos de verdad, razón y racionalidad. (4) Los científicos son emblemáticos de las tensiones sociales, culturales y políticas de sus tiempos, sus imágenes mediáticas representan y personifican ideas abstractas, temas, ideologías y procesos. (5) Las representaciones de los científicos muestran una tensión recurrente en la que algunas veces se percibe que su estatus público sobrepasa su estatus científico. (6) La celebridad de los científicos les permite comentar en áreas fuera de su espacio de competencia. (Fahy 2015).⁹⁵

El último punto que mencionan Fahy y Lewenstein es interesante. A los *científicos rockstar* se les pide dar su opinión en temas que no son de su competencia, pues se les considera individuos muy brillantes.

Los jefes de las oficinas de comunicación de la ciencia muchas veces tienen que actuar como *agentes* de los científicos que son celebridades. Algunas veces, cuando presentan algún resultado importante ante la prensa, aparecen en algún programa de televisión o publican un texto de divulgación de la ciencia, se multiplican las invitaciones para que participen en eventos destacados o para

⁹⁵ En el original en inglés: (1) Their media portrayal featured a blurring of their private and public lives. (2) The scientists were tradable cultural commodities, in that they were brand-name authors or television presenters, whose names could be used to advertise other cultural products, such as books by other scientists. (3) The scientists' public images were constructed around discourses of truth, reason and rationality. (4) The scientists were emblematic of the social, cultural and political tensions of their times, their media images coming to represent and embody abstract ideas and issues and ideologies and processes. (5) The scientists' representations featured a recurring tension in that their public status was often viewed as exceeding their scientific status. (6) The scientists' celebrity status allowed them comment on areas outside their realm of expertise.

hacerles entrevistas. Los jefes de las oficinas de comunicación tienen que cuidar la imagen mediática de sus científicos, procurando que aparezcan en medios que tengan credibilidad y una reputación de transmitir las noticias del modo más fiel posible.

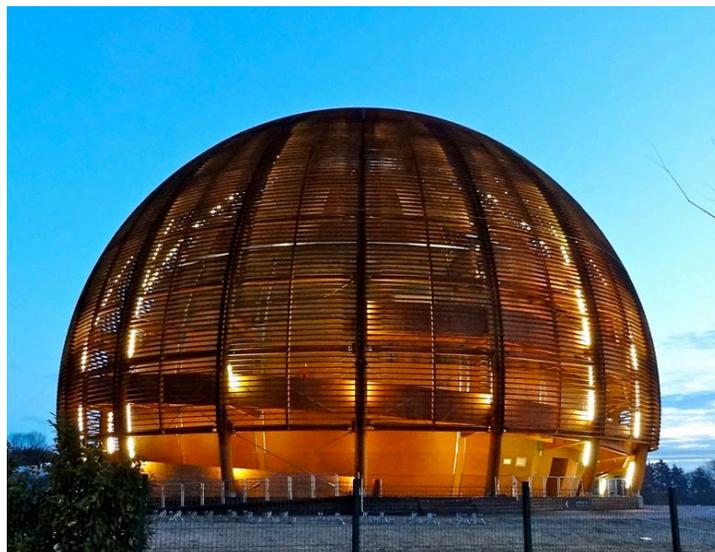
Otro punto interesante es que los mismos jefes de las oficinas de comunicación muchas veces se convierten en *rockstars* mediáticos, por su cercanía con la prensa o porque están entrenados para comunicar los temas de su dependencia con claridad. Los *comunicadores rockstars* a menudo viven varias tensiones dentro de los institutos de investigación científica, pues en estos espacios la comunidad científica considera que los comunicadores deben permanecer “tras bambalinas” y no recibir atención mediática. Este fenómeno se analizará con mayor detalle en la sección de sociología de la ciencia.

Sección IV: Oficinas de comunicación de la ciencia en institutos del extranjero

Como parte de la investigación etnográfica de esta tesis visité siete institutos de investigación científica en el extranjero, cuyos temas de interés están relacionados con la física, la astrofísica y la astronomía, con el objetivo de estudiar el funcionamiento de sus oficinas de comunicación de la ciencia. Escogí estos institutos por el impacto de sus proyectos de comunicación de la ciencia a nivel mundial. A continuación presento el resultado de mi trabajo de campo y el análisis de cada uno de los proyectos que visité.

4.1 Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN)

Cuando un visitante viaja a la frontera entre Suiza y Francia para visitar el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN), lo primero que observa son grandes campos de girasoles. Después aparece uno de los edificios más emblemáticos del centro, el Globo para la Ciencia y la Innovación, que funciona como museo de divulgación de la ciencia y como auditorio para conferencias magistrales.



The Globe for Science and Innovation

Al continuar su camino, el visitante llega a la entrada del Centro, custodiada por dos guardias suizos. La primera impresión que produce el CERN es muy similar a la de los campus de las grandes universidades del mundo, por ejemplo, al campus de la UNAM: tiene grandes edificios grises que albergan oficinas y laboratorios. Dentro del centro hay varios restaurantes y el más famoso de ellos es “La terraza”, un espacio al aire libre que en verano se convierte en uno de los principales lugares de reunión de los científicos. En este restaurante, que tiene una magnífica vista al Mont Blanc, se pueden oír conversaciones en idiomas de todo el mundo. Además, es común encontrar uno o varios ganadores de premios Nobel almorzando en el lugar. Un visitante frecuente de esta terraza fue Stephen Hawking.

El CERN tiene 2,400 empleados de tiempo completo, 1,500 empleados de medio tiempo y cerca de 10,000 científicos e ingenieros visitantes pertenecientes a 608 universidades de alrededor de 113 países. Varios de estos visitantes viven en los hoteles que se encuentran dentro del Centro. Los cuartos de los hoteles podrían ser los de un convento: solamente tienen una cama, un escritorio y un pequeño armario. No tienen teléfono o televisión y lo único que uno encuentra en el cuarto es un pequeño enchufe para tener acceso a la mejor conexión de Internet del mundo.

La parte más interesante del CERN no se encuentra en la superficie, sino 100 metros bajo tierra donde se encuentra el experimento de física más grande del mundo: el Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés). Siendo un visitante externo solamente se puede entrar en una vista guiada o en compañía de algún miembro del Centro que esté autorizado a ingresar.

4.1.1 Las investigaciones del CERN

El CERN se fundó en 1953 para investigar las partículas fundamentales que conforman toda la materia, y las fuerzas que actúan entre ellas.⁹⁶ Se concibió como una colaboración de 20 países miembros, que tienen privilegios y obligaciones específicas: contribuyen al financiamiento y a los gastos de operación del Centro y

⁹⁶ La información sobre la historia del CERN se tomó de su página de Internet en: <http://http://home.web.cern.ch/>

participan en las decisiones importantes.⁹⁷ Además de estos, hay varios países que participan como observadores o sin un estatus oficial.

El centro se dedica a crear infraestructura tecnológica para los experimentos de física, a realizar investigaciones teóricas y a crear sistemas de supercómputo. Uno de los logros más sobresalientes del centro dentro de esta última área fue el desarrollo de la world wide web (www)⁹⁸ que el físico británico Tom Berners Lee creó entre marzo de 1989 y diciembre de 1990 como un sistema de comunicación eficiente para los miembros del CERN.

Algunos temas de investigación teórica del CERN son los rayos cósmicos⁹⁹, el modelo estándar de física de partículas¹⁰⁰ y la supersimetría¹⁰¹. Además, CERN alberga una gran cantidad de experimentos en sus laboratorios. Entre ellos, el experimento COMPAS estudia la estructura de los hadrones,¹⁰² y el experimento CLOUD estudia la relación entre los rayos cósmicos y la formación de nubes.

4.1.2 El Gran Colisionador de Hadrones

El experimento más importante del CERN es el Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés) y consiste en un túnel de 27 kilómetros de circunferencia que alberga a un enorme acelerador de partículas que se construyó para comprobar las predicciones del modelo estándar de física de partículas.

⁹⁷ Los países miembros del CERN son Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Noruega, Suecia, Suiza, el Reino Unido, Yugoslavia, Austria, España, Portugal, Finlandia, Polonia, República Checa, Eslovaquia, Hungría, Bulgaria e Israel.

⁹⁸ La world wide web es un sistema de distribución de documentos de hipertexto o hipermedios hiperconectados y accesibles vía Internet. Con un navegador web, un usuario visualiza sitios web compuestos de páginas web que pueden contener texto, imágenes, videos u otros contenidos multimedia, y navega a través de esas páginas usando hiperenlaces.

⁹⁹ Los rayos cósmicos son partículas de altas energías que viajan por el universo. En su mayoría se originan fuera del Sistema Solar. Al entrar en la atmósfera de la Tierra, producen una lluvia de partículas secundarias llamada “chubasco de rayos cósmicos”. Los rayos cósmicos no se pueden ver a simple vista, pero se pueden detectar con aparatos sofisticados.

¹⁰⁰ El modelo estándar de física de partículas es una teoría que describe las relaciones entre las interacciones fundamentales conocidas y las partículas elementales.

¹⁰¹ En la física de partículas, la supersimetría es una simetría hipotética que podría relacionar las propiedades de los bosones y los fermiones, dos partículas elementales. La supersimetría es conocida por el acrónimo inglés SUSY.

¹⁰² Un hadrón es una partícula subatómica formada por cuarks que permanecen unidos debido a la fuerza llamada “fuerza fuerte” entre ellos. El protón es un ejemplo de hadrón.



Vista del túnel del LHC

El modelo estándar de física de partículas recoge toda la información que se tiene actualmente para describir las partículas que componen el universo. Entre otras cosas postula que todo lo que conocemos está hecho de tres partículas fundamentales: los cuarks arriba, los cuarks abajo y los electrones. Además, predice la existencia de otros tipos de partículas que no forman parte de la materia, como los muones y los fotones, y de cuatro fuerzas fundamentales que provocan las interacciones entre las partículas.

El LHC se construyó para estudiar las partículas predichas por el modelo estándar y consiste en un acelerador, en forma de dona, construido con poderosos imanes, colocado dentro de un túnel parecido al del metro, que se encuentra a 100 metros de profundidad. Dentro del aparato se aceleran partículas cargadas eléctricamente (por ejemplo, protones, con carga positiva) utilizando las poderosas fuerzas electromagnéticas que generan los imanes, hasta alcanzar velocidades cercanas a las de la luz (300000 kilómetros por segundo) para hacerlas chocar unas con otras. Los imanes que mantienen a las partículas en su curso de colisión tienen que operar a una temperatura de cerca de 270 grados centígrados bajo cero para funcionar adecuadamente. Esto hace al LHC el lugar más frío del universo. Cuando en el LHC se produce una colisión entre dos partículas que viajan casi a la velocidad de la luz, por ejemplo, dos protones, se pueden “observar” con unos aparatos

llamados detectores. Estos detectores son enormes instrumentos que se usan para aprender acerca de lo que sucede en los choques de partículas. Estos observan los choques y convierten la información en datos, que después se pueden analizar en sofisticados sistemas de cómputo. Algunos de estos detectores son tan grandes como una catedral, mientras que otros son del tamaño de una casa. Es por ello que en la prensa mundial han llamado a estos aparatos las “catedrales de la ciencia”. Hay cuatro detectores principales, que están situados en puntos estratégicos de la máquina: A Toroidal LHC Apparatus (ATLAS)¹⁰³, Compact Muon Solenoid (CMS)¹⁰⁴, A Large Ion Collider (ALICE)¹⁰⁵ y el Large Hadron Collider beauty (LHCb).¹⁰⁶ Aunque podríamos creer que las partículas originales que chocan se “rompen” al estrellarse, lo que en realidad sucede es que se crean partículas nuevas durante la colisión, pues la energía se convierte en masa. En el momento del choque entre partículas veloces, se produce una gran cantidad de energía y una temperatura de miles de

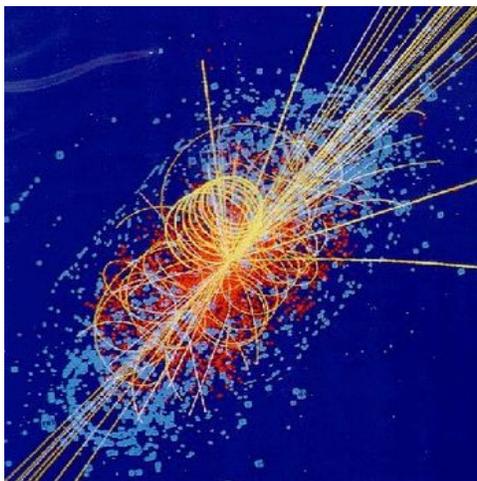
¹⁰³ ATLAS es un experimento de física de partículas dentro del LHC que está en busca de nuevos descubrimientos en las colisiones de protones de energías extremadamente altas. ATLAS está investigando las fuerzas básicas que le han dado forma a nuestro universo desde el principio del tiempo y que determinarán su futuro. Entre las cosas que se investigan están las dimensiones extra en el espacio, la unificación de las fuerzas fundamentales, y la materia oscura. Información tomada de la página de ATLAS: <http://atlas.ch/>

¹⁰⁴ CMS es un detector de partículas que está diseñado para ver un gran espectro de partículas y fenómenos producidos en colisiones de alta energía en el LHC. Podemos pensar el detector como una cebolla cilíndrica, en la que las múltiples capas del detector se usan para medir distintos tipos de partículas. Los científicos usan esta información para construir una imagen de los eventos que están sucediendo en el corazón de la colisión. Esta información se usa para tratar de contestar preguntas como: ¿De qué está hecho el universo y que fuerzas actúan en él?, ¿que le da masa a todo lo que conocemos? CMS también medirá las propiedades de las partículas que se han descubierto anteriormente con una precisión sin precedentes, y buscará fenómenos que no se habían predicho con anterioridad. Información tomada de la página de CMS <http://cms.web.cern.ch/>

¹⁰⁵ Una de las interrogantes que estudia el LHC es qué sucedió en los primeros instantes del universo. Momentos después de la Gran Explosión (o Big Bang) hace cerca de 13,000 millones de años, la temperatura era muy alta y la concentración de la energía y materia muy grande. Aún no se formaban los átomos y se cree que los cuarks existían libremente en un estado de plasma, en vez de estar confinados en hadrones. A este estado se le llama “plasma de cuarks y gluones”. Conforme el universo se empezó a expandir, la temperatura disminuyó y los cuarks se agruparon en partículas, por ejemplo, en protones, que después serían parte de los átomos. A esta etapa de agrupamiento de los cuarks se le llama “hadronización”. Los primeros instantes del universo se pueden reproducir experimentalmente en el LHC, a través de colisiones de iones de plomo, que permiten obtener por un momento un plasma de cuarks y gluones. Para obtener información sobre este proceso se construyó el detector ALICE.

¹⁰⁶ LHCb es un experimento que se construyó para explorar qué pasó después del Big Bang que permitió que la materia sobreviviera y contruyera el universo que habitamos hoy. Información tomada de la página de LHCb: <http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/>

millones de grados centígrados. En estos momentos, el LHC se vuelve el lugar más caliente del universo.



Colisión de partículas en el LHC

4.1.3 Los mexicanos en el CERN

Hay un importante grupo de científicos y técnicos mexicanos trabajando en el experimento ALICE. Dicho experimento está conformado por dieciséis sistemas de detección que le permiten identificar y medir las propiedades de las partículas generadas en su interior. Los científicos mexicanos se incorporaron en el diseño, construcción y operación de dos de ellos: V0 y Acorde. V0 está conformado por dos detectores, V0A y V0C, que funcionan como los “ojos” del detector ALICE: en 25 nanosegundos deciden si una colisión entre protones es interesante o no. V0 funciona como un sistema de disparo (o “trigger”) que despierta a ALICE y le da la orden de registrar un choque de partículas.

Por otro lado, el detector de rayos cósmicos ACORDE no solamente se ocupa de detectar las partículas que aparecen durante las colisiones que suceden en su interior, sino que también se ocupa de detectar los rayos cósmicos que provienen del espacio. Aunque ALICE se encuentra situado en una caverna a 70 metros de profundidad, muchas de estas partículas logran llegar al detector. Para los ojos humanos, dichas partículas son invisibles; sin embargo, ACORDE es capaz de registrarlas. En particular, puede detectar muones, que son parecidos a los electrones y que son capaces de llegar a niveles más profundos del suelo. ACORDE

consiste en un arreglo muy grande de plásticos centelladores, de aproximadamente 40 por 40 metros. Cuando una partícula atraviesa ese material, envía una señal a los demás componentes del aparato, hasta que finalmente se manda a los sistemas de cómputo donde se almacena.

El grupo de mexicanos que participa en estos experimentos, y que pertenece a la UNAM, la Benemérita Universidad de Puebla y al CINVESTAV, se dedica no solamente a construir los experimentos, sino también a hacer el análisis de los datos que se obtienen con ellos.

4.1.4 La oficina de comunicación del CERN

La oficina de comunicación del CERN (CERN Communications Office) ha existido desde que el Centro se fundó en 2003. Depende directamente del director general del centro. De acuerdo con James Gillies, el jefe de la oficina en el momento de mi visita, esto es algo muy importante pues su equipo puede actuar rápidamente cuando hay una noticia importante.

Actualmente tiene cerca de veinte miembros, que se consideran personal administrativo, aunque algunos de ellos tienen doctorados en física. Los comunicadores de la oficina tienen una gran variedad de ocupaciones: dirigen varias publicaciones de divulgación de la ciencia, entre ellas una revista interna llamada *The Courier*, que aparece dos veces al año. También llevan a cabo acciones de comunicación institucional, producción audiovisual, diseño gráfico y manejan distintas redes sociales. Entonces, aunque es un equipo de un tamaño razonable para la cantidad de científicos del centro, regularmente está copado de ocupaciones.

La oficina de comunicación no lleva a cabo estudios teóricos ni se rige por ningún modelo de comunicación de la ciencia específico. Su principal objetivo es manejar la imagen pública del CERN, como señala su página de Internet:¹⁰⁷

El grupo de comunicación trabaja para incrementar el conocimiento en los temas de interés del CERN y para conseguir apoyo para el CERN y sus

¹⁰⁷ La página del grupo de comunicación de CERN es: <http://communications.web.cern.ch/>

actividades; para promover la interacción de la ciencia con la sociedad. Es importante trabajar con algunas audiencias clave para generar un interés público en la ciencia, para producir y distribuir información, para crear una comunidad que apoye al CERN y a sus misiones.¹⁰⁸

Gillies comentó que gran parte de su trabajo es tratar de alcanzar a la gente que de un modo u otro es importante para ellos, en particular, los tomadores de decisiones. El LHC es un experimento que costó cerca de 10 mil millones de dólares, y que depende de que los países miembros de CERN aporten grandes cantidades de dinero: es muy importante para la oficina de comunicación de la ciencia mantener informadas a las personas encargadas de autorizar el presupuesto. Algunos de los públicos meta de la oficina de comunicación son¹⁰⁹:

- El público en general: hacer que se involucren en temas científicos
- La comunidad científica: darle información sobre las actividades del CERN
- Los tomadores de decisiones en materia de ciencia y tecnología: promover entre ellos las actividades del CERN
- La comunidad del CERN: darle información a los miembros del Centro y motivarlos
- La comunidad local: integrar al CERN a la comunidad local

Es importante señalar que el CERN lleva a cabo varias actividades para informar a los cerca de 10,000 investigadores del Centro; además trata de involucrar a las comunidades locales, tanto de Suiza como de Francia. Para alcanzar a estos públicos meta, la oficina del CERN lleva a cabo varias acciones específicas, utilizando distintos medios de comunicación:

¹⁰⁸ The communications group works to increase awareness of and foster support for CERN and its activities; to promote the interaction of science with society. Is its mandate working with a number of key target audience to generate public engagement in science, to produce and distribute information, to foster community building and to build support for CERN and its missions

¹⁰⁹ Esta información se tomó de la página del grupo de comunicación de CERN en: <http://communications.web.cern.ch/>

- Maneja el sitio web del CERN: <http://home.web.cern.ch/>
- Maneja varias redes sociales: Twitter, YouTube, Facebook, Blogs
- Oficina de prensa: esta suboficina se encarga de manejar las visitas de los periodistas, los boletines de prensa, un área del sitio web para publicar noticias, ruedas de prensa
- La revista *The Courier*: Publicación impresa y digital
- Folletos y el informe anual del CERN
- Video y itunes: producción de videos noticiosos, video institucional, programas de TV Style, animaciones en 3D
- Diseño gráfico: creación de diseño corporativo y creación de imágenes 2D
- Organización de eventos: días de puertas abiertas, eventos para la prensa, inauguraciones y eventos políticos
- Exhibiciones: se presentan en el primer piso del edificio Globe for Science
- Para exalumnos del CERN: un boletín, un área del sitio web, eventos específicos
- Apoyo para las visitas VIP
- Visitas guiadas: para público en general

Este tipo de actividades corresponden a las labores de la oficina de comunicación clásica. Dorothy Nelkin comenta lo siguiente al respecto:

Aunque algunas veces los científicos promueven su trabajo de forma individual, más frecuentemente se apoyan en las instituciones a las que pertenecen para dar información a la prensa. Las universidades que tienen los departamentos de investigación más importantes emplean profesionales de relaciones públicas o asesores de prensa externos, para dar publicidad al trabajo de su cuerpo de investigadores, y de ese modo realzar la imagen institucional. Las universidades necesitan de unas relaciones públicas eficientes para conseguir buenos estudiantes, personal capacitado, dinero para investigaciones y una buena imagen pública. Las relaciones públicas son a veces periodistas científicos con experiencia, pero que a diferencia de sus colegas de los medios escriben sobre aquellos para quienes trabajan. Su tarea consiste en asegurar que la prensa dé una cobertura destacada, exacta y favorable a las investigaciones de sus empleadores. Mantienen contactos con periodistas, organizan conferencias y escriben boletines. Tratan de que las investigaciones resulten oportunas e interesantes para la prensa y trabajan junto con los científicos en la preparación de informes

sobre las investigaciones destinadas a los medios. Las relaciones públicas de las universidades abarcan también la publicación de folletos y revistas que describen las investigaciones (Nelkin, 1990:134).

Por lo tanto, la oficina de comunicación del CERN se enfoca en las acciones de comunicación más clásicas. De entre ellas, probablemente las más exitosas sean las de prensa, que tiene un alcance a nivel mundial.

De acuerdo con Gillies, el proceso que la oficina de prensa lleva a cabo para crear notas y boletines de prensa varía de uno a otro caso. Hay algunas áreas del CERN que informan sistemáticamente de sus descubrimientos a la oficina de prensa. Cuando dicha oficina recibe la información, puede decidir si vale la pena publicarla o no. Esto regularmente sucede cuando se trata de experimentos grandes, como ATLAS o ALICE, pero no en los más pequeños. Gillies también tiene reuniones mensuales con cada uno de los jefes de los experimentos del CERN, para estar al tanto de lo que pasa en el Centro. Con los experimentos más pequeños, el proceso es menos eficiente. Gillies comenta que esta es una de las debilidades de su oficina, porque aunque los experimentos pequeños no llevan a cabo grandes descubrimientos, usualmente tienen buenas historias.

La elección de los temas que se van a comunicar se lleva a cabo tomando en cuenta una combinación de factores. En algunas ocasiones, Gillies y su equipo han llevado a cabo investigaciones de mercado, para estar enterados de los conocimientos que tiene el público y para saber qué cosas les gustaría saber a sus distintos públicos meta. Lo que se encontró en estos estudios fue que la gente está sumamente interesada en la ciencia básica, aunque no sepa mucho acerca de ella.

Las estrategias de comunicación se construyen alrededor de una historia específica. Por ejemplo, los miembros de la oficina de comunicación del CERN se han percatado de que la gente tiene mucha curiosidad sobre la antimateria. Entonces, se han creado varias acciones para comunicar los experimentos de antimateria.

Para difundir las noticias, algunas veces la oficina de comunicación del CERN contacta a los periodistas directamente para enviarles boletines de prensa, que además se publican en la página de Internet del CERN. Algo que facilita en gran

medida su relación con los medios masivos de comunicación es que las grandes agencias informativas de todo el mundo, como Reuters y Associated Press, tienen periodistas en Ginebra para cubrir los eventos de la ONU. Además, el CERN tiene acceso a dos redes de oficinas de comunicación de la ciencia, que tiene miembros en cada uno de los países miembros del centro. Entonces, cada vez que hay una noticia importante que comunicar, se distribuye rápidamente en dicha red. La segunda red está compuesta por las oficinas de comunicación de los experimentos científicos que tienen proyectos relacionados con los del CERN, como Fermilab en Estados Unidos y Gran Sasso en Italia. Algunas veces se organizan eventos conjuntos con estas dependencias para promover algún hecho importante. Este fue el caso con la inauguración del LHC.

Guillies comentó que al CERN le interesa mucho mantener la información científica accesible para el público en general: “en el pasado, los laboratorios típicamente mantenían estas historias ocultas hasta que tenían un descubrimiento muy importante. Pero ahora, no tenemos esa opción porque hay mucha discusión en las redes sociales acerca de si encontramos a la partícula de Higgs o no. Creemos que la mejor opción es mantenernos la información abierta”. Para medir el impacto de sus notas, el CERN contrata una compañía que lleva a cabo monitoreos. Este servicio le permite a los miembros de la Oficina de Comunicación saber si su imagen es positiva o negativa en la prensa. Si es negativa, tratan de hacer algo al respecto.

Otra de las vertientes interesantes en el proyecto de comunicación del CERN es la de su canal de YouTube¹¹⁰. En dicho canal se publican continuamente videos que explican los últimos descubrimientos del Centro, y que hablan del funcionamiento de sus experimentos. En particular, se han subido varios cortos acerca del LHC, con animaciones de excelente calidad que ilustran el movimiento de las partículas dentro del aparato. En estos videos se presentan entrevistas con algunos de los científicos más famosos del centro, o con aquellos que son buenos

¹¹⁰ El canal de CERN en YouTube se encuentra en: <http://www.youtube.com/watch?v=TEExVKL4wrV8&list=PLAk-9e5KQYEoxORIO9S4oYcFR5H4TwB7U>

divulgadores de la ciencia, como John Ellies¹¹¹. Es interesante observar que el video sobre el LHC que ha tenido más éxito en las redes sociales no fue producido por los miembros de la oficina de comunicación, sino por una estudiante de doctorado. En este video, que se titula “The Large Hadron Collider Rap”¹¹² (El rap del Gran Colisionador de Hadrones), se explica con música en verso e imágenes atractivas el funcionamiento del experimento. Los miembros del CERN reproducen este video en sus eventos públicos.

Entre las cosas que la oficina de comunicación del CERN espera fortalecer en el futuro próximo está su presencia en las redes sociales. Actualmente dicha oficina cuenta con una persona contratada específicamente para encargarse de las redes sociales. De acuerdo con Gillies, esto es importante pues su “objetivo es tener conversaciones con el público, no solamente queremos enviar información sino queremos entrar en contacto con la gente, y las redes sociales nos permiten hacer eso”.

CERN tiene uno de los proyectos de comunicación de la ciencia más exitosos de todo el mundo. Dicho proyecto llegó a uno de sus puntos culminantes en 2011 cuando se anunció el descubrimiento de la partícula de Higgs, y un año después, cuando se anunció que Peter Higgs, quien predijo la existencia de la partícula que lleva su nombre, había ganado el premio Nobel. Sin embargo, después de estos anuncios no ha sido fácil mantener la atención de los medios de comunicación, como comenta Gilles:

En algún sentido fue muy fácil captar la atención de la prensa cuando se iniciaron las operaciones del LHC. Nos ayudó la película *Ángeles y demonios* [basada en un libro de Dan Brown que hablaba sobre el LHC] y el rumor de que se crearían agujeros negros. Teníamos buenas historias. La gente se emocionó con el descubrimiento de la partícula de Higgs y la historia humana detrás del descubrimiento. No obstante, ahora que encontramos la partícula de Higgs y que el LHC lleva varios años

¹¹¹ John Ellies es un físico teórico inglés del King’s College de Londres. Uno de los videos en los que participa se encuentra en la liga siguiente: <http://www.youtube.com/watch?v=TAdVYrDG4ik>

¹¹² El video “The Large Hadron Collider Rap” se puede encontrar en: <http://www.youtube.com/watch?v=j50ZssEojtM&list=PLECDB450F9A5FC346>

funcionando, tenemos que tratar de mantener la atención de la gente.

Entonces, el mayor reto es encontrar buenas historias que contar.

Actualmente, la Oficina de Comunicación del CERN se considera un área importante y necesaria entre la comunidad científica. A pesar de ello, el rol que juega y sus funciones son algo que los miembros del laboratorio no comprenden cabalmente, pues no se percatan de la dificultad de crear grandes estrategias de comunicación.

Para Gillies, es de suma importancia que los institutos, centros y experimentos de investigación científica se percaten de la importancia de la comunicación. Él señala que es importante tomar en cuenta varios factores para que una oficina de comunicación tenga éxito. Por un lado, es importante tener un plan estratégico que se discuta de manera cercana con el director, conocer bien a los públicos meta, saber qué mensaje transmitirles y cómo hacer que el mensaje los alcance.

4.1.5 El Grupo de Educación en el CERN

Para el CERN, la comunicación de la ciencia y la educación son áreas diferentes, que se complementan. Por lo tanto, aparte de una Oficina de Comunicación, hay un Grupo de Educación y Divulgación (Group of Education and Outreach). La palabra *outreach* en el sentido que se usa para nombrar a este grupo no solamente significa divulgación, sino también relaciones públicas para alcanzar a diversos grupos externos. El director de este grupo, en el momento de mi visita al CERN, era Rolf Landua, un investigador del CERN que se interesó en la educación científica. El Grupo de Educación consiste en doce miembros permanentes y ocho miembros temporales, entre los que hay científicos del CERN, estudiantes de doctorado en educación científica, diseñadores y museógrafos. De acuerdo con Landua, “el objetivo principal del grupo en el momento de su formación era inspirar a los maestros a hablar en clase sobre física moderna y usar la física moderna como una herramienta para interesar a los jóvenes en la ciencia. También mostrar que el CERN es un lugar donde la ciencia está sucediendo y que estamos empujando las fronteras”. El público meta del grupo es “la gente que no sabe nada sobre física de

partículas”. Landua comenta medio en broma que “hay dos tipos de gente, la que tiene un doctorado en física de partículas y la que no. Hacemos exposiciones para aquellos que no están familiarizados con el tema, sin importar si es el presidente de un país o un estudiante de bachillerato”.

El Grupo de Educación y Divulgación se encarga, en la parte de educación, de organizar un programa muy exitoso de formación para profesores de bachillerato llamado High School Teachers at CERN (HST). En este programa se invita a profesores de preparatoria de todo el mundo, que tengan grados en física, a viajar al CERN y vivir un mes en él, con la idea de que al regreso a sus países puedan hablar de los últimos adelantos de la física con sus alumnos. Durante este mes, los profesores aprenden todo lo que necesitan saber para explicar en sus clases el funcionamiento del Gran Colisionador de Hadrones. El curso incluye pláticas y mini-cursos sobre física de partículas, agujeros negros, materia oscura, cosmología, computación y rayos cósmicos, impartidos por algunos de los científicos más importantes del mundo en su área. Además, los participantes visitan los experimentos del CERN, acompañados de los ingenieros que los construyeron. La idea detrás de este curso es que el proyecto del Centro alcance a la mayor cantidad posible de estudiantes de bachillerato para interesarlos en las investigaciones del CERN. Durante la formación de los profesores, se enfatiza el mensaje de que el Centro es un lugar importante porque es el laboratorio más grande del mundo, que a su vez alberga al experimento más grande de la historia, que se usa para recrear los primeros instantes del universo. Además, se hace hincapié en que CERN trata de entender las leyes de la naturaleza, de entender la evolución de la materia y el universo y que, en términos pragmáticos, proporciona infraestructura y herramienta para los físicos de cerca de 100 países que colaboran en el proyecto. El curso es sumamente interesante, pero su objetivo es, sin lugar a dudas, promover CERN. Durante 2012, el CERN recibió a 11,020 profesores, que participaron en 28 cursos distintos, impartidos en cerca de 20 idiomas.

Además de los cursos, en la parte de educación el grupo se encarga de crear materiales educativos, en varios idiomas y para distintos niveles de escolaridad.

Estos materiales se pueden encontrar en la página del Grupo¹¹³, con títulos como “Enseñándole a los estudiantes de preparatoria el modelo estándar”¹¹⁴. Estos materiales guían a los profesores para que en el salón de clase impartan los temas de interés del CERN. El enfoque de estos cursos corresponde al modelo de déficit.

En términos de divulgación de la ciencia, el Grupo de Educación y Divulgación organiza visitas guiadas al CERN. En estas visitas los anfitriones guían al público por la parte superficial del laboratorio y, cuando el LHC no están en funciones, los llevan a ver el LHC. Estas visitas las imparten cerca de 200 guías, entrenados por los miembros del Grupo de Educación. En un año, el CERN recibe a cerca de 80,000 visitantes.

Uno de los proyectos más interesantes del Grupo de Educación del CERN, que también realiza dentro del rubro de divulgación, es realizar exposiciones. Hay cinco miembros del Grupo trabajando en estos proyectos. Se presentan exposiciones permanentes en el Globe for Science y, cerca de la recepción, en la entrada al Centro, hay una pequeña exposición titulada “Microcosm”. También se construyeron dos exposiciones itinerantes, una pequeña y una grande, que viajan por toda Europa. Así mismo, se crearon exposiciones para explicar varios de los experimentos, que se colocaron *in situ*, por ejemplo en el Centro de Cómputo, y en el Centro de Control de CMS. También se han preparado varias exposiciones más que se colocan en varios de los experimentos principales, por ejemplo, en LHCb, ALICE, ISOLDE¹¹⁵, CLIC¹¹⁶ y CMS. De acuerdo con Landua, todas estas exposiciones “tienen una línea de diseño común, pero cada uno de los lugares en los que están colocadas tienen su propia autenticidad. La idea es que uno vea lo que pasa en los experimentos y que tenga los medios más modernos para demostrar y explicar lo que sucede”. El proyecto de creación de exposiciones de

¹¹³ La página del Grupo de Educación y Divulgación se encuentra en: <http://education.web.cern.ch/education/Chapter2/Intro.html>

¹¹⁴ La guía se puede encontrar en: <http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2003/publish/standard%20model/History/index.htm>

¹¹⁵ El Separador de Masas de Isótopos Alineados (On-Line Isotope Mass Separator) es un aparato que sirve para producir núcleos radiactivos para distintas aplicaciones.

¹¹⁶ El Colisionador Compacto Linear CLIC (Compact Linear Collider) es un experimento para estudiar la posibilidad de desarrollar tecnología realista a un costo razonable para crear un colisionador lineal de electrones y positrones.

divulgación del CERN es uno de los más ambiciosos entre los que existen en centros e institutos de todo el mundo.

4.1.6 Análisis del proyecto de comunicación del LHC

El LHC inició su funcionamiento el 10 de septiembre de 2008 en medio de una gran expectación mediática. Esto se debió en parte a la gran publicidad que la Oficina de Comunicación de CERN le hizo al experimento, y en parte por los rumores de que el mundo acabaría en el momento en que iniciara su funcionamiento. Los titulares de los periódicos se dividían entre aquellos que proclamaban que el fin del mundo estaba próximo y aquellos que lo desmentían. Por ejemplo, el periódico inglés *The Sun*, que tiene un corte sensacionalista, proclamaba que “el mundo terminaría en nueve días”, es decir, en el momento en que el experimento se pusiera en funcionamiento.¹¹⁷



Nota en el periódico *The Sun* sobre el inicio de operaciones del LHC

¹¹⁷ Imagen tomada de la página del periódico The Sun: <http://www.thesun.co.uk/sol/homepage/features/article1630897.ece>

Por otra parte, el periódico inglés *The Independent* se preguntaba si el aparato acabaría con el mundo o si encontraría a la “partícula de Dios”¹¹⁸.

News > Science

The Large Hadron Collider: End of the world, or God's own particle?



A bewildered Cole Moreton goes in search of the science behind the spin

Titular del periódico *The Independent* sobre el inicio de operaciones del LHC

El furor por la noticia se extendió a México donde la *Gaceta UNAM* entrevistó a dos investigadores del Instituto de Ciencias Nucleares que tuvieron que desmentir el fin del mundo.

¹¹⁸ Los medios le empezaron a dar el nombre de “Partícula de dios” a la partícula de Higgs a partir de la publicación del libro “La partícula de Dios” del físico Leon M. Lederman. En un principio el libro se iba a titular de “The Goddamn Particle”, pero el editor decidió cambiar el título.

EL GRAN COLISIONADOR DE HADRONES, NO PROVOCARÁ EL FIN DEL MUNDO

- Si con el proyecto del CERN se crearan agujeros negros microscópicos, su tiempo de vida sería de 10^{-27} segundos, afirmó Guy Paic, del ICN de la UNAM
- Hasta ahora, no se pueden obtener en un laboratorio; se tendría que concentrar la masa de la Tierra en el tamaño de una canica, sostuvo Miguel Alcubierre, también del ICN

El fin del mundo no provendrá del Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés), pues si se crearon agujeros negros microscópicos, como algunos han señalado, decaerían tan rápidamente por la emisión de la llamada radiación de *Hawking*, que tendrían un tiempo de vida de 10^{-27} segundos (inferior a una cuatrillonésima parte de segundo). “Entonces, no habría manera de verlos”, afirmó Guy Paic, del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM.

El proyecto científico internacional, denominado *experimento del siglo*, a cargo de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN, por sus siglas en francés), en el que participan integrantes del ICN y del Instituto de Física (IF) de la Universidad, pretende recrear los primeros microsegundos de vida del universo, luego de la gran explosión, o *Big-Bang*.

Asimismo, busca encontrar el mecanismo de *Higgs*, que explicaría por qué las partículas tienen masa y son diferentes en cada caso.

Al respecto, Miguel Alcubierre Moya, secretario académico del ICN, sostuvo que los agujeros negros son regiones donde se ha concentrado tanta materia y energía, que el campo gravitacional se vuelve intenso, “tanto que ni siquiera la luz puede escapar”.

Se forman de tal manera, que se pueda concentrar una cantidad considerable de masa en un espacio relativamente pequeño. “Para darse una idea, formar un hoyo negro con la Tierra, implicaría concentrar la masa del planeta entero, en el tamaño de una canica”, explicó.

En la naturaleza, aclaró el experto, estos procesos ocurren cuando mueren estrellas masivas, 10 ó 15 veces más grandes que el Sol. “Pero también existen agujeros supermasivos, monstruosos, en el centro de las galaxias, incluso en la Vía Láctea, que tienen millones, incluso miles de millones de veces la masa del astro rey. Hasta ahora no se puede obtener esa reacción en un laboratorio”, sostuvo Alcubierre.

Nota de Gaceta UNAM sobre el inicio de operaciones del LHC

Los rumores del fin del mundo se extendieron de tal modo que el inicio de operaciones del aparato causó pánico en algunos países. Por ejemplo, en la India¹¹⁹ una adolescente de diecisiete años se suicidó por miedo al fin del mundo tras ver en la televisión noticias sobre la primera prueba del Gran Colisionador de Hadrones. En Estrasburgo, un grupo de científicos presentó una denuncia ante el Tribunal Europeo de Derechos Humanos, “ante el peligro de que el LHC genere agujeros negros”. Esta denuncia fue debidamente rechazada, pues el rumor era falso.

A pesar de este tipo de rumores, el boletín de prensa que el CERN emitió no tocaba los temas controversiales y solamente anunciaba el inicio de operaciones del LHC como un triunfo histórico de la ciencia¹²⁰.

¹¹⁹ Tomado del periódico *La Crónica*: <http://www.cronica.com.mx/notas/2008/384281.html>

¹²⁰ El boletín de prensa se tomó de la página del CERN: <http://press.web.cern.ch/press-releases/2008/09/first-beam-lhc-accelerating-science>

First beam in the LHC - accelerating science

10 Sep 2008



A historic moment in the CERN Control Centre: the beam is successfully steered around the accelerator (Image: CERN)

Geneva, 10 September 2008. The first beam in the Large Hadron Collider at CERN¹ was successfully steered around the full 27 kilometres of the world's most powerful particle accelerator at 10h28 this morning. This historic event marks a key moment in the transition from over two decades of preparation to a new era of scientific discovery.

Boletín de prensa publicado en la página del CERN el día del inicio de operaciones del LHC

En la fotografía del boletín se muestra a los científicos observando las pantallas del cuarto de control del LHC con gestos de emoción. Lyn Evans, el líder del proyecto, comentó lo siguiente acerca del inicio de operaciones del aparato: “Es un momento fantástico, podemos esperar una nueva era en el entendimiento de los orígenes y la evolución del universo”. Por otro lado, Robert Ayman, el entonces director general del CERN, comentaba que “El LHC es una máquina de descubrimiento, es un programa de investigación que tiene el potencial de cambiar nuestra imagen del Universo profundamente, continuando la tradición humana de la curiosidad, que es tan antigua como la humanidad misma”. El boletín retrata a los científicos como exploradores modernos que dejan atrás una era de ignorancia y que inician la comprensión del Universo. El modelo que se usa para hacerlo es el de persuasión pública de la ciencia, pues el boletín trata de persuadir al público de la importancia del aparato que es una maravilla tecnológica en la que “millones de elementos individuales tienen que trabajar en armonía, perfectamente sincronizados hasta

una millonésima de segundo, de modo que los haces de partículas, que son más finos que un cabello humano se encuentren frente a frente en una colisión”. La percepción del LHC en el imaginario popular empezó a dibujarse como un aparato misterioso y extraordinario que revelaría los secretos de la naturaleza. Por lo tanto, no debe extrañarnos que se empezaron a usar una serie de metáforas religiosas para describirlo y para denotar a una de sus áreas de estudio más importantes: la partícula de Higgs.

4.1.7 Comunicación del descubrimiento de la partícula de Higgs

Como ya mencionamos anteriormente, el modelo estándar de física de partículas establece los fundamentos de la interacción de las partículas y las fuerzas elementales. De acuerdo con este modelo, existen doce partículas básicas de la materia: seis cuarks y seis leptones, que interactúan unas con otras mediante fuerzas o interacciones fundamentales. Este modelo explica muchas cosas sobre la interacción de las partículas en el Universo, pero no explica cómo obtienen su masa. De acuerdo a la propuesta que hizo el físico inglés Peter Higgs en los años sesenta, el bosón de Higgs es la partícula encargada de dar masa a la materia. Para los físicos de altas energías, encontrar el bosón de Higgs significaba tener la última pieza del rompecabezas para entender la naturaleza del universo.

En los medios de comunicación se le empezó a dar el nombre de “partícula de Dios” al bosón de Higgs. Este nombre surgió, como ya comenté, de un libro escrito por el Premio Nobel de Física Leon Lederman titulado *The God Particle (La partícula de Dios)*. Se le dio al libro este título casi por accidente, pues Lederman quería titular su texto “The Goddamn Particule” (La maldita partícula), por la dificultad para encontrarla. Debido a que el editor del libro prefirió el primer nombre, se etiquetó al bosón de Higgs como “la partícula de dios”. La combinación de este nombre con las otras metáforas religiosas contribuyó a darle a las notas del LHC un aire místico. Por ejemplo, en un artículo de CNN de Lawrence M. Krauss, titulado “Higgs and the holy grail of physics”¹²¹, el divulgador de la física comenta que tal vez

¹²¹ Artículo tomado de la página de CNN: <http://www.cnn.com/2012/07/06/opinion/krauss-higgs-particle/>

gracias al LHC “podríamos tener pistas que revelen el camino para encontrar el santo grial de la física de partículas”. Las metáforas religiosas continúan en la prensa con la descripción del LHC, pues se ha nombrado en repetidas ocasiones a los detectores “las catedrales de la ciencia”. Para el público en general, estos nombres dejaron de ser simples metáforas, para convertirse en descripciones de los objetos: muchos de ellos creyeron que la partícula era una confirmación de la existencia de Dios, a pesar de que muchos de los físicos del CERN comentaron que el nombre no tenía ninguna relación con el experimento.

Las especulaciones acerca de si el LHC encontraría la partícula de Higgs crecieron a lo largo de los años hasta que en julio de 2012, CERN invitó a los medios de comunicación a una plática magistral. El día anterior a la plática, James Gillies comentó lo siguiente: “en los días anteriores a la conferencia magistral ha habido una gran expectación acerca de qué diremos. Los periodistas de todo el mundo dicen que vendrán, los invitamos o no. Entonces tenemos que darles algo, tenemos que crear un discurso con una cierta estructura para ellos. En dicho evento, los representantes de los experimentos ATLAS y CMS anunciaron lo siguiente¹²²:

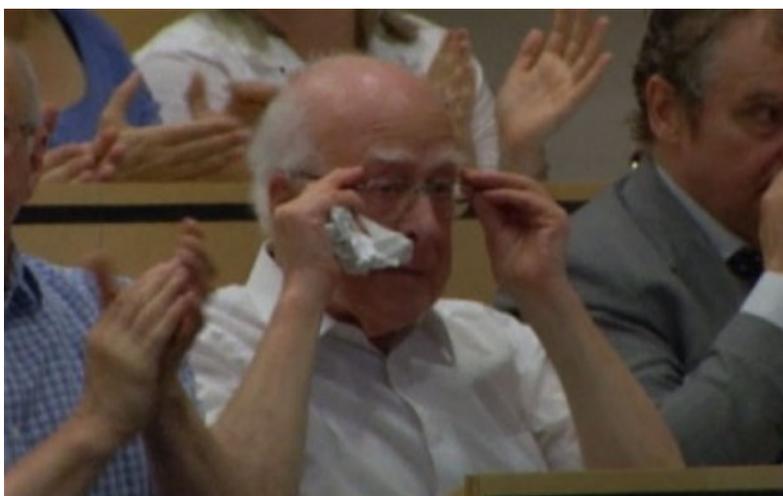
Observamos en nuestros datos signos claros de una nueva partícula, al nivel de 5 sigma, en la región de la masa alrededor de los 126 GeV. El comportamiento extraordinario del LHC y del detector ATLAS y los enormes esfuerzos de mucha gente nos han llevado a este momento tan emocionante, pero aún necesitamos más tiempo para preparar estos resultados para publicación, expresó Fabiola Gianotti, vocera del experimento ATLAS.

Los resultados son preliminares, pero la señal alrededor de 125 GeV que estamos viendo es dramática. Esto es una nueva partícula. Sabemos que debe ser un bosón y que es el bosón más pesado que jamás se haya encontrado, comentó Joe Candela, el vocero del experimento CMS, las implicaciones son muy significativas y es por esa razón que debemos ser extremadamente diligentes en revisar que los resultados sean correctos.

¹²² Tomado del boletín de prensa de CERN en: <http://press.web.cern.ch/press-releases/2012/07/cern-experiments-observe-particle-consistent-long-sought-higgs-boson>

Estas declaraciones, hechas en una plática magistral en el auditorio principal del CERN, se reprodujeron en el boletín de prensa que se distribuyó por todo el mundo y que se titulaba “Los experimentos del CERN observan una partícula consistente con el largamente buscado bosón de Higgs”. Es interesante observar que en un evento en el que los medios de comunicación de todo el mundo estuvieron presentes, se usó un lenguaje técnico para comunicar un descubrimiento importante. La expresión “5 sigma”, que se usó varias veces para denotar un alto grado de certeza de que el análisis de los resultados del experimento es el correcto, es incomprendible para la mayor parte de la población. Por otra parte, la expresión “126 GeV” (126 Giga Electron Volts), que expresa una cierta cantidad de energía, también resulta obscura para el público en general. Tanto el boletín de prensa como el anuncio público reflejan un modelo de déficit en el que no solamente se transmite la información relevante para la comunidad epistémica pertinente de CERN, sino que también se hace en el lenguaje que ellos conocen, sin importar si tiene sentido para el resto de los individuos.

La oficina de comunicación del CERN usó la “historia de vida” de Peter Higgs, quien predijo la existencia de la partícula que lleva su nombre, para presentar un discurso que fuera atractivo para los medios de comunicación. De acuerdo con James Gillies, “[en CERN] tuvimos una muy buena historia con el LHC. La gente se emocionó con la partícula de Higgs, y la historia humana detrás de ella”. Los periodistas explotaron el “drama” de esta historia de vida y retrataron a Peter Higgs en el momento del anuncio del descubrimiento de la partícula, con un pañuelo. Nadie sabe si Higgs lloraba de emoción o simplemente limpiaba sus anteojos. Lo cierto es que su imagen dio la vuelta al mundo.



Peter Higgs en el momento del anuncio del descubrimiento experimental de la partícula de Higgs

Superar el éxito mediático que tuvo CERN con el anuncio de este descubrimiento será muy difícil en el futuro para la oficina de comunicación de la ciencia del centro. De acuerdo con James Guillies, “una vez que encontramos la partícula de Higgs, tenemos que mantener el interés de la gente. El verdadero reto será buscar buenas historias que contar”. Es claro que, en el caso del descubrimiento de la partícula de Higgs, fue más importante para la oficina de comunicación de la ciencia tener una presencia en los medios de comunicación de todo el mundo, que transmitir la ciencia de una manera accesible e interesante para el público en general.

4.1.8 Comunicación del concepto de antimateria

Una de las tareas más interesantes del grupo de educación del CERN es realizar exposiciones de divulgación de la ciencia. En 2009 el centro inauguró una exposición que coincidió con la premier de la película *Ángeles y demonios*¹²³, basada en el libro de Dan Brown con el mismo nombre. La exhibición se tituló

¹²³ *Ángeles y demonios* (2009) es una película dirigida por Ron Howard y protagonizada por Tom Hanks y Aylet Zurer. Está basada en la novela homónima de Dan Brown. En ella, el personaje principal Robert Langdon descubre que un grupo llamado los Iluminati están detrás del secuestro de cuatro cardenales y que poseen una bomba de antimateria.

Ángeles y demonios: La ciencia detrás de la historia y se situó en el Globe for Science and Innovation. La película se publicitó en la página de CERN con el texto siguiente: “Una carrera contra el reloj para prevenir que la antimateria fuera robada del CERN para volar el Vaticano: siguiendo una fórmula Hollywoodense clásica, la de la trama de la bomba que está a punto de explotar, *Ángeles y demonios* no puede dejar de entretenernos. Pero ¿qué pasa con la ciencia de la película cuando la examinamos?”. Rolf Landua explicó que “tanto en la película como en el libro, la ciencia se ha exagerado mucho. Es por ello que creamos la exposición, para explicar qué parte son hechos y qué parte ficción”.



Rolf Landua hablando con la prensa en la inauguración de la exposición sobre *Ángeles y demonios*.

Esta exposición, que consistía principalmente en mamparas con textos, decoradas con colores azules, morados y grises, aludiendo a aquellos que se usaron en la película explicaba, entre otras cosas, qué es la antimateria¹²⁴, cómo se produce en

electron ¹²⁴ En 1928 el físico inglés Paul Dirac escribió una ecuación que combinaba la teoría cuántica y la relatividad especial para describir el comportamiento de un electron moviéndose a una velocidad relativista. Esta ecuación, por la que Dirac obtuvo el premio Nobel, tenía dos soluciones, una para un electrón con energía positiva, y una para un electron con energía negativa. Sin embargo, la física clásica consideraba que la energía de una partícula debería ser siempre un número positivo. Dirac interpretó la ecuación de modo que para cada partícula existe una antipartícula correspondiente, igual a la primera, pero con una carga negativa. Por ejemplo, la antipartícula de un antielectrón, idéntico al primero, pero con carga negativa. Cuando la materia y la antimateria entran en contacto, se anulan y desaparecen, dejando una gran cantidad de energía.

el CERN y en qué cantidades. El punto más importante que trataba la exposición era si sería posible construir una bomba de antimateria, pues el villano de la película roba antimateria del LHC y la pone en un “contenedor de antimateria” que intenta usar para construir una bomba, con el objeto de destruir al Vaticano durante un cónclave papal. Otro de los puntos que se tocaron en la exposición fue si el CERN mantiene información en secreto, pues el rumor de que lo hacía se corrió en los medios de comunicación.

El Grupo de Educación del CERN fue sumamente hábil al aprovechar el éxito mediático de la película *Ángeles y demonios* para crear una exposición de divulgación de la ciencia que discutiera los puntos más controversiales de la película. El discurso de la exposición, que tenía propósitos educativos y propagandísticos, se realizó con la intención de dar una imagen positiva de CERN, que la película podría haber destruido. El estilo y el contenido de las cédulas de la exposición correspondía al modelo de déficit, presentando el tipo de conocimiento que las personas que asistieran a la exposición debían tener para saber si la ciencia de la película era verídica o no.

La exposición también tenía elementos correspondientes al modelo de eduteinment, pues había imágenes de los actores de la película. Además, se mostraba el “contenedor de antimateria” de utilería que se presentó en la pantalla grande, para hablar acerca de la imposibilidad de construir un artefacto de este tipo. Es curioso notar que la propaganda de la exposición no incluía imágenes de objetos científicos o a los científicos del Centro, sino a los actores de la película.



Los actores de la película *Ángeles y demonios* posando frente al Globe for Science en el CERN

Con esta exposición, el CERN aprovechó de un modo interesante la propaganda mediática que tuvo como producto de los anuncios de la película. A pesar de que el discurso de la exposición era deficitario, el CERN cumplió con su objetivo: presentar una imagen positiva de la ciencia que se lleva a cabo en el LHC. Por otro lado, desaprovechó la oportunidad de impulsar una apropiación más profunda de la ciencia.

4.1.9 Análisis general del proyecto

Sin duda alguna, el proyecto de comunicación de la ciencia del CERN es uno de los que tiene mayor impacto en el mundo. Por un lado, han mantenido las labores de una oficina de prensa clásica, escribiendo boletines y organizando ruedas de prensa, dentro del modelo de déficit de periodismo de ciencia. Pero no se han quedado ahí, pues han ampliado el proyecto para crear exposiciones con modelos de *eduteinment*, han creado estrategias de diálogo con profesores universitarios y han creado un programa exitoso de arte y ciencia en el que han creado piezas que

funcionan como objetos frontera. Este proyecto es paradigmático como uno de los más completos dentro de las oficinas de comunicación de la ciencia en un instituto de investigación científica.

4.2 El Centro Ames de la NASA

El Centro Ames de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio está situado en Silicon Valley, California. La mejor manera de llegar es tomando un tren desde la ciudad de San Francisco, hasta la estación de Palo Alto. Aunque el viaje dura 20 minutos, los restaurantes, hoteles y tiendas de San Francisco se quedan atrás, para darle paso a grandes zonas residenciales.

Cuando se fundó el Centro Ames, los espaciosos y tranquilos alrededores albergaban las viviendas de los miembros del Centro, que estaban rodeadas por campos con árboles frutales. En los últimos años, Silicon Valley se ha convertido en uno de los puntos clave de la revolución informacional del siglo XXI, atrayendo a una gran cantidad de gente de todo el mundo.

En la zona se encuentran las oficinas principales de Google Inc., la empresa propietaria del motor de búsqueda de Google. Cerca de ahí está el edificio de Apple Inc., en el que Steve Jobs¹²⁵ trabajaba en el momento del lanzamiento de los primeros iPods, iPhones e iPads. Los habitantes de Silicon Valley fueron los primeros en probar los aparatos que revolucionarían las estrategias de comunicación en todo el mundo. Las oficinas principales de Facebook, la red social más importante del mundo, también están en el área; las oficinas de Twitter, su competidor más feroz, se encuentran en San Francisco. Estas corporaciones multimillonarias han marcado el ritmo de las innovaciones en materia de comunicación en todo el mundo. Sus entornos de trabajo son lugares modernos, decorados con colores, con equipos de cómputo de punta.

Esta imagen de Silicon Valley contrasta con la de las instalaciones del Centro Ames de la NASA, pues el terreno en el que está construido se usó anteriormente

¹²⁵ Steven Paul Jobs (1955-2011), conocido como Steve Jobs, fue cofundador y presidente ejecutivo de Apple Inc. y máximo accionista individual de The Walt Disney Company. Fundó Apple en 1976 en el garaje de su casa. En la primera década del siglo XXI, dirigió el lanzamiento del iPod, el iPhone, y la iPad, que revolucionaron las tecnologías de la comunicación.

como una de las bases de la Fuerza Aérea Norteamericana durante la Guerra Fría. Muchos de los edificios militares se conservan y se usan para albergar a los institutos dentro del Centro. También se conserva una pista de aterrizaje, que se ocupa para recibir el avión del presidente de los Estados Unidos cuando visita las instalaciones, o para el despegue de aviones de transporte pequeños.

Para poder entrar al Centro Ames de la NASA es necesario tramitar un “permiso de visitante” varios meses antes de la fecha de la visita. Este permiso debe estar avalado por un miembro de la NASA. A su llegada al Centro, los visitantes entran acompañados de su anfitrión, quien firma un documento comprometiéndose a “escortar” a su invitado. Esto quiere decir que cada vez que el visitante entre al Centro, deberá hacerlo con su anfitrión, y que durante su estancia estará acompañado en todo momento por su “escolta”. Me parece importante señalar esto, pues en ninguno de los centros o institutos que he visitado en México o en otros países del mundo existe un requerimiento similar. Durante mi visita al Centro Ames, el Dr. Christopher McKay, uno de los expertos mundiales en búsqueda de vida en otros planetas, fue mi anfitrión y actuó como mi escolta.

Al llegar al Centro, los visitantes tienen que mostrar su permiso en dos casetas militares, para poder entrar en auto a un patio central rodeado de edificios. En el pasado, dichos edificios eran las casas de los militares de alto rango en la antigua base aérea. Ahora, algunos de ellos albergan institutos de investigación NASA, mientras que otros se rentan a compañías de innovación tecnológica de la zona. El Centro Ames tiene que hacer esto para poder solventar sus altos gastos de operación.

En la parte principal del Centro hay varios edificios, muchos de los cuales son bodegas que fueron abandonadas durante la Guerra Fría y que ahora están cerradas debido a que no cumplen con los reglamentos modernos de seguridad, pues los materiales que se usaron para construirlas son tóxicos. También se pueden ver grandes construcciones de metal, de varios metros de altura, que están siendo desmanteladas. Estas construcciones se llaman túneles de viento y en el pasado servían para probar la eficiencia de los aviones y los transbordadores espaciales

más modernos. Este tipo de pruebas se han vuelto obsoletas, gracias al perfeccionamiento de las simulaciones por computadora.

El Centro Ames se fundó el 20 de diciembre de 1939 y se volvió parte de la NASA cuando esta inició sus actividades en 1958. Desde entonces ha llevado a cabo un amplio proyecto de comunicación de la ciencia, que se ha construido paralelamente a los proyectos científicos y tecnológicos. El proyecto de Comunicación del centro AMES sigue los lineamientos de las oficinas centrales de comunicación de la NASA, situadas en Washington D.C. Estos lineamientos se han ido construyendo y ajustando en distintos momentos de la historia de la agencia.

En el centro trabajan más de 2500 empleados, la mayoría de los cuales son científicos y tecnólogos. Dentro del vasto terreno que alberga a la dependencia hay varios institutos especializados en distintas áreas científicas, por ejemplo, el Instituto de Astrobiología de la NASA, donde trabaja el Dr. Christopher McKay.

Este instituto está situado en un edificio gris, que está “decorado” con varios agujeros en la pared. Esta decoración trata de emular los cráteres de la Luna, conmemorando que en ese edificio se analizaron las primeras rocas lunares que recolectó la misión Apolo 11. Los laboratorios del Centro son muy similares a los laboratorios de astrobiología de la UNAM. En ellos se pueden encontrar aparatos para analizar muestras de suelo o distintos tipos de gases. Los científicos visten con ropa informal debajo de batas blancas y salen de vez en cuando para platicar con otros miembros del Centro.

Algunos de los institutos que pertenecen al Centro Ames son virtuales, lo que quiere decir que la mayoría de sus miembros están situados en otras dependencias y que participan en las investigaciones del instituto a través de videoconferencias o recursos electrónicos. Entre los proyectos científicos que se dirigen desde el Centro Ames podemos mencionar el telescopio Kepler, que busca planetas de tamaños similares al de la Tierra, y el proyecto del telescopio infrarrojo SOFIA.

De acuerdo con la página de Internet del Centro, “su misión consiste en el descubrimiento científico, desde un punto de vista interdisciplinario, usando diversas tecnologías”. Sus investigaciones se enfocan en las áreas siguientes:

- Astrobiología
- Pequeños satélites
- Exploraciones robóticas de la luna
- Búsqueda de planetas habitables
- Supercómputo
- Sistemas inteligentes
- Aeronáutica

A pesar de que la misión “oficial” del Centro es el descubrimiento científico, varios de sus miembros comentan que la investigación científica básica no es una prioridad en Ames, pues se le da preferencia a la innovación tecnológica.

4.2.1 La Oficina de Relaciones Públicas del Centro Ames de la NASA

La Oficina de Relaciones Públicas (Office of Public Affairs) se fundó al mismo tiempo que el Centro Ames de la NASA. Hay oficinas similares en todos los centros pertenecientes a la NASA, pues dirigen sus proyectos de relaciones públicas y comunicación de la ciencia. Las políticas generales que siguen estas oficinas se deciden y se coordinan en la sede de la NASA en Washington (NASA headquarters), en donde hay una Oficina de Comunicación. Entre otras cosas, esta oficina coordina las actividades de comunicación de la Oficina de Exploración Espacial, de la Oficina de Misiones Científicas y la Oficina de Aeronáutica. Asimismo, vigila el cumplimiento de las leyes gubernamentales de transmisión de información, pues, a menos que un documento esté clasificado, el público tiene derecho a solicitarlo. Igualmente, está a cargo del sitio de Internet de la NASA y del canal de televisión NASA TV. Además, es la responsable de la planeación de exposiciones y de encontrar nuevas formas de alcanzar a la sociedad a través de acciones de comunicación de la ciencia, por ejemplo, los planetarios. La Oficina de Relaciones Públicas del Centro Ames lleva a cabo el mismo tipo de acciones que la Oficina de Washington, pero a menor escala.

La oficina del Centro Ames estaba a cargo de John Yembrick en el momento de la visita. Su formación es de licenciado en literatura e historia, además de tener una especialidad en ciencias políticas. De acuerdo con Yembrick, es sumamente

útil para el jefe de una oficina tener una formación literaria pues para hacer divulgación de la ciencia es crucial saber cómo contar una historia. Antes de trabajar en la NASA, Yembrick laboró en el Departamento de Justicia del estado de Texas como jefe de comunicación de temas relacionados con el cumplimiento de las leyes. Ahí era el encargado de informar los detalles de asuntos tales como juicios legales, arrestos y sentencias. Yembrick comenta que el trabajo con científicos es muy similar a su trabajo anterior, pues él se enfrenta a temas complejos que hay que interpretar y comunicar.

La elección del director de la Oficina de Relaciones Públicas del Centro Ames no es casual. En vez de elegir a un experto en temas de ciencia, optaron por una persona que tenía una amplia experiencia en el manejo de temas complicados y controversiales en los medios de comunicación. Esto habla de una mayor preocupación de la NASA por su imagen, que por la transmisión precisa de información científica.

La Oficina de Relaciones Públicas del Centro Ames tiene cerca de 25 miembros, entre periodistas, administrativos y personal que se contrata para proyectos específicos. Su objetivo es comunicar los descubrimientos de la NASA a nivel local, nacional y mundial. Para la agencia es importante comunicarse con los estudiantes de todos los niveles de escolaridad, pues serán los exploradores del futuro. De acuerdo con Yembrick, “los temas de la NASA son tan interesantes que uno se siente como si hiciera trampa al comunicarlos. Tenemos un producto fantástico”. La NASA alcanza a una enorme cantidad de gente cada año. Casi todos los días hay noticias sobre la agencia en los periódicos de todo el mundo.

El modo en que la oficina del Centro Ames escoge los temas que va a comunicar es a través de la asistencia de su jefe a una serie de reuniones semanales en que los jefes de proyectos del Centro presentan los avances de su investigación. Si lo que uno de los jefes comenta en las reuniones le parece interesante a Yembrick, se realiza un boletín de prensa.

La información de los proyectos se obtiene a partir de entrevistas con los científicos. En estas entrevistas se les pide a los científicos que expliquen sus investigaciones en un lenguaje sencillo, de modo que un estudiante de preparatoria

pueda entenderlo. Para complementar esta información, la Oficina de Relaciones Públicas crea material gráfico y visual para editarlo y presentarlo en NASA TV. De acuerdo con Yembrick, el mayor reto es convencer a los científicos de que no se está desvirtuando la información científica que les proporcionan, para comunicarla a los públicos masivos.

Por otro lado, la NASA está usando redes sociales como Twitter, Facebook y YouTube para comunicar sus descubrimientos más recientes. Solamente en Twitter, la NASA tiene más de 29 millones de seguidores. Hace algunos años, la agencia empezó a hacer “tweetups”. La estrategia consiste en invitar a gente que publica regularmente en Twitter, para tener una cobertura “detrás de bambalinas” de sus eventos. Cada vez que hay un lanzamiento, se invita a alrededor de 150 personas a observarlo. “Ponemos una lona en el exterior, e invitamos a varios científicos a que den pláticas de divulgación de la ciencia. Los astronautas del proyecto platican con los “tweeteros”, que hablan acerca de lo que ven y oyen en el tour que se organiza para ellos. Esto crea una dinámica en la que se forma una comunidad virtual”. De acuerdo con Yembrick, las personas que visitan el Centro Ames dentro de estas dinámicas se convierten en embajadores y admiradores de la NASA. También “escriben acerca de sus experiencias en Facebook, en Twitter y en sus blogs. Hacen nuestro trabajo por nosotros. Nos ayudan a contar nuestra historia”. La primera vez que la NASA usó esta estrategia fue cuando se lanzó la misión Fénix, que fue la primera en encontrar agua en Marte.

Aunque la NASA tiene uno de los proyectos de comunicación de la ciencia con mayor impacto en el mundo, en la opinión de Yembrick, la percepción que la comunidad científica de la agencia tiene sobre el proyecto es negativa. Los miembros de la NASA esperan que todos los ciudadanos de todos los países del mundo estén enterados de sus investigaciones. Ellos esperarían que “hasta la última abuela rusa esté enterada de la ciencia que se lleva a cabo en la agencia especial”. Sin embargo, no toda la gente está interesada en la astronomía o la tecnología especial. La oficina recibe fuertes críticas, pues se espera que tenga un alcance mayor al que tiene actualmente.

4.2.2 Comunicación desde el Instituto de la Ciencia Lunar de la NASA

El Instituto de la Ciencia Lunar de la NASA¹²⁶ es un instituto virtual situado en el Centro Ames. Todas las personas que trabajan de manera presencial en el centro son administrativos o comunicadores de la ciencia. Los investigadores están situados en dependencias ubicadas en varios lugares de Estados Unidos y se conectan virtualmente al instituto para trabajar con sus colegas.

La directora de la Oficina de Educación y Relaciones Públicas, Doris Daou, es astrónoma de formación y profesora universitaria de astronomía, matemáticas y física. Desde 2006 se encarga de dirigir todos los proyectos de comunicación del Instituto de Ciencias Lunares. Su oficina nació al mismo tiempo que el Instituto.

El trabajo de Daou consiste en concertar entrevistas para distintos medios de comunicación con los científicos del instituto. También escribe boletines de prensa y organiza ruedas de prensa. Estas estrategias se llevan a cabo en estrecha colaboración con la oficina central de comunicación de la NASA en Washington, que dicta los lineamientos de contenido y forma, además de decidir cuándo es un buen momento para publicar la información. Esta manera de trabajar restringe en gran medida la libertad de la oficina, pues no le permite tomar iniciativas fuera de los cánones que dicta la oficina central.

Junto con Daou, hay seis personas del instituto que se encargan de hacer comunicación de la ciencia. Ellos organizan una gran cantidad de eventos para el público en general, por ejemplo, actividades para planetarios, exhibiciones en museos y eventos masivos como “La noche de observación de la Luna”¹²⁷ (Observe the Moon Night) que se lleva a cabo una vez al año. Este evento, en el que se hace una fiesta nocturna con pláticas y actividades sobre astronomía, en particular sobre el estudio de la Luna, se empezó a organizar en el Instituto de la Ciencia Lunar de la NASA, y se replicó en varios países de todo el mundo.

El Instituto también lleva a cabo una serie de estrategias de “exploración participativa” o “procomún”, como se han llamado en España. Estas iniciativas

¹²⁶ <http://lunarscience.nasa.gov/>

¹²⁷ Los eventos de esta iniciativa se publican regularmente en la página de Internet <http://observethemoonnight.org/>

consisten en invitar al público en general a participar en la investigación científica. Por ejemplo, se les invita a hacer observaciones de algún cuerpo celeste, o a ayudar a hacer análisis de datos. La idea detrás de este proyecto es que cuando hay mucha gente analizando algún fenómeno, se pueden tener datos más precisos. Por ejemplo, en el proyecto “Moon Zoo”¹²⁸, los astrónomos invitan al público a analizar y clasificar imágenes de la Luna. Aunque participar en proyectos de este tipo puede ser sumamente interesante para algunas personas, muchas veces no obtienen un entendimiento profundo de la ciencia, pues solo alcanzan a ver una fracción de la investigación. Las personas más beneficiadas son los científicos, que cuentan con una gran cantidad de ciudadanos haciendo su trabajo, que después se publica en revistas arbitradas.

Finalmente, es interesante observar que, a diferencia de lo que comentó John Yembrick en su entrevista, Doris Daou está convencida de que su oficina se percibe como algo positivo entre los miembros del Instituto de Ciencias Lunares de la NASA.

Los proyectos de comunicación del Centro Ames son solamente un ejemplo de las estrategias de comunicación de la agencia espacial. A continuación, analizaré algunos casos de acciones de comunicación de la ciencia que llevaron a cabo desde la oficina central de comunicación en Washington, en las que participaron miembros de distintas sedes de la NASA.

El primer caso que discuto es el de una rueda de prensa que anunció un resultado que resultó ser erróneo, y el segundo de un caso exitoso de manejo de redes sociales.

4.2.3 El caso de la bacteria extraterrestre

A través de anuncios en su sitio web y en una gran cantidad de medios de comunicación de todo el mundo, la NASA anunció que el 2 de diciembre de 2010 se transmitiría por NASA TV una rueda de prensa en la que se hablaría de un descubrimiento que “cambiaría la forma en la que buscamos vida extraterrestre en el universo”.

¹²⁸ La iniciativa Moon Zoo se puede consultar en: <http://www.moonzoo.org/>

En esta rueda de prensa,¹²⁹ Dwayne Brown, el jefe de Relaciones Públicas de la oficina central de la NASA en Washington, presentó a cinco científicos, entre ellos a la Dra. Felicia Wolfe-Simon, quien realizó el descubrimiento que se anunciaría, y a Mary Voltek, directora del Programa de Astrobiología de la NASA. Los científicos, acomodados en una sala similar a aquellas que aparecen en los *talk shows* como el de Oprah Winfrey, iniciaron sus participaciones, con apoyos visuales que se intercalaban durante la proyección.

Durante el programa, Wolfe explicó el contenido de su artículo, titulado “A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic Instead of Phosphorus”,¹³⁰ que se publicó en la revista *Science*, una de las revistas científicas arbitradas más importantes del mundo. La científica comentó que se había descubierto en el Lago Mono de California una bacteria del tipo GFAJ-1 capaz de sustituir arsénico por fósforo en sus moléculas vitales, incluyendo su ADN. Como no se conoce ninguna forma de vida terrestre que haga esto, si el resultado fuera correcto, cambiaría el modo en el que se concibe la vida desde el punto de vista científico. Más aún, al buscar vida en otros planetas, los científicos podrían buscar formas de vida que llevaran a cabo procesos químicos distintos a los de las formas de vida que conocemos. También comentó emocionada que con el descubrimiento “abrimos una puerta en la búsqueda de vida en el universo, y esto es algo muy profundo. Nos permitirá entender cómo se forma la vida y hacia dónde va”.

Estas y otras palabras de Wolf se publicaron en los medios de comunicación de todo el mundo con encabezados como “Bacteria amante del arsénico puede ayudar en la cacería de la vida extraterrestre” (*BBC News*)¹³¹, “La bacteria que vive de y en el veneno” (*El Universal*)¹³², “Una bacteria adaptada al arsénico ensancha los márgenes de la vida” (*El País*)¹³³.

En el momento del anuncio la comunidad de astrobiólogos de todo el mundo estaba sumamente interesada en revisar el artículo. Para Felicia Wolfe-Simon, la

¹²⁹ La participación de Felicia Wolf en la rueda de prensa se puede consultar en: <http://www.youtube.com/watch?v=WVuhBt03z8g>

¹³⁰ El artículo se puede encontrar en: <http://www.sciencemag.org/content/332/6034/1163>

¹³¹ <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-11886943>

¹³² <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/61842.html>

¹³³ http://elpais.com/diario/2010/12/03/sociedad/1291330803_850215.html

autora principal, quien no era una científica reconocida sino una investigadora posdoctoral, el anuncio podría significar un ascenso muy importante en su carrera científica. Además, un descubrimiento de esa envergadura llevaría a la NASA a la luz pública y le acarrearía reconocimiento a nivel mundial. Sin embargo, sucedió todo lo contrario, pues en los siguientes meses varios científicos cuestionaron el resultado. Por ejemplo, Rosie Redfield, investigadora de la Universidad de British Columbia, publicó una crítica al artículo en su blog¹³⁴, mostrando, entre otras cosas, que había varios errores técnicos y muy poca información fidedigna. Los periodistas de ciencia se sumaron a las críticas y publicaron entrevistas con investigadores que no estaban de acuerdo con las declaraciones de Felicia Wolf. Los científicos esperaban que ella contestara públicamente las críticas de su artículo; sin embargo, su respuesta fue un mensaje en Twitter que decía que “la discusión sobre los detalles científicos DEBE llevarse a cabo dentro de la comunidad científica, de modo que podamos regresar al público con un entendimiento unánime”. Este comentario resultó molesto, no solamente para los medios de comunicación, sino para el público en general, a quién se excluía del debate por razones de pertinencia epistémica.

Por otra parte, Dwayne Brown declaró que el artículo se publicó en “una de las revistas científicas más exitosas” y que era inapropiado llevar a cabo debates sobre la ciencia en los medios de comunicación, las redes sociales o los blogs. Con este comentario, el jefe de Relaciones Públicas de la NASA envió el mensaje de que la NASA podía usar esos medios cuando era conveniente para su imagen y no cuando se cuestionaban sus descubrimientos. Más aún, una vez que se logró un debate público sobre la ciencia, la comunidad científica se retractaba y prefería llevar a cabo la discusión como un debate entre expertos.

Después de un largo debate dentro y fuera de la comunidad científica, se decidió que no era cierto que la bacteria tuviera fósforo en vez de arsénico en su ADN. La noticia se publicó nuevamente en varios medios de comunicación masiva con titulares como “La bacteria que vive del arsénico prefiere el fósforo después de todo” (*Nature*)¹³⁵, “La caída de la historia de la NASA sobre la “bacteria del arsénico”

¹³⁴ <http://rrresearch.fieldofscience.com/2010/12/arsenic-associated-bacteria-nasas.html>

¹³⁵ <http://www.nature.com/news/arsenic-life-bacterium-prefers-phosphorus-after-all-1.11520>

(*The Guardian*)¹³⁶, “Estudio no logra confirmar la existencia de bacteria que vive del arsénico” (*Scientific American*).¹³⁷

La reacción de Felicia Wolf y del jefe de Relaciones Públicas de la NASA se explica al recordar la entrevista con John Yembrick, donde explica que la elección de los temas que se van a comunicar está a cargo de los jefes de relaciones públicas de las sedes de la NASA, en coordinación con las oficinas centrales en Washington. Más aún, una vez que deciden que hay un tema interesante que presentar, ellos mismos, y no los científicos, son los que deciden quién será el portavoz del tema y qué tipo de declaraciones podrá hacer. Además, aunque la NASA sigue políticas de acceso libre a la información (Freedom of Information Act)¹³⁸, también tiene un estricto código (NASA Communication Policies)¹³⁹ que los científicos de la NASA deben seguir al hacer declaraciones públicas. Si no lo siguen corren peligro de ser arrestados.

Aunque la NASA pensó que al limitar al mínimo la participación de Wolfe en el debate público podrían mantener tanto el control de la historia como una imagen favorable de la agencia, en realidad el público protestó ante esta actitud.

La agencia espacial perdió credibilidad en sus estrategias de comunicación; sin embargo, la persona más afectada fue Wolfe, pues se expuso públicamente que había publicado un artículo con resultados erróneos y la imagen que perduró de ella en los medios fue la de una científica inexperta. Aunque los científicos están acostumbrados a que sus artículos sean cuestionados en congresos y seminarios, y que sus colegas publiquen textos en los que refuten sus hallazgos, un anuncio público del tipo que realizó Wolfe lleva la controversia a la esfera pública y es susceptible a todo tipo de interpretaciones y críticas.

Cuando una oficina de comunicación presenta un descubrimiento que se publica en los medios masivos de comunicación, tiene una doble tarea. Por un lado, debe asegurarse de cuidar la imagen pública de su institución y de los científicos que laboran en ella. Por otro lado, tiene la obligación de contestar las dudas de los

¹³⁶ <http://www.guardian.co.uk/science/2010/dec/02/nasa-life-form-bacteria-arsenic>

¹³⁷ <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=study-fails-to-confirm-existence>

¹³⁸ <http://www.hq.nasa.gov/office/pao/FOIA/agency/>

¹³⁹ http://www.nasa.gov/audience/formedia/features/communication_policy.html

ciudadanos acerca del descubrimiento que se comunique, además de darles mayores elementos para que participen en debates sobre ciencia y tecnología de la manera más informada posible. En el caso de la “bacteria extraterrestre”, como la llamaron los medios, la Oficina de Relaciones Públicas de la NASA falló en estos dos objetivos.

4.2.4 El robot Curiosity y las redes sociales

En la nublada mañana del 26 de noviembre de 2012, el cohete Atlas V se preparaba para su despegue en Cabo Cañaveral, Florida. A bordo llevaba al robot más sofisticado que se había construido hasta ese momento para buscar materia orgánica en Marte. El nombre oficial del robot es *Mars Science Laboratory*; su apodo es *Curiosity*. Este nombre lo eligió Clara Ma, la niña ganadora de un concurso de ensayos patrocinado por Disney, para darle un nombre al robot.¹⁴⁰

Curiosity es un vehículo robot casi cinco veces más pesado que sus predecesores *Spirit* y *Opportunity*, lanzados en 2003. En su interior lleva un laboratorio móvil que le permite hacer pruebas en distintos puntos de la superficie de Marte para determinar si el ambiente del planeta fue o es propicio para albergar vida microbiana. El robot, con un tamaño similar al de un auto pequeño, envía información a la Tierra, que ayuda a los científicos a determinar si hay materia orgánica en Marte y verificar si esta tiene relación con alguna forma de vida.

Curiosity cuenta con dispositivos que le permiten identificar los minerales presentes en la superficie marciana, además de tomar fotografías y video de alta definición y localizar sitios adecuados para obtener muestras. Consigue muestras taladrando el terreno para estudiar las capas profundas de la superficie. También obtiene muestras del suelo con una pequeña pala. Otro experimento que realiza el robot consiste en evaporar las rocas con un potente láser. El análisis del gas resultante permite conocer los elementos químicos presentes en las muestras.

Para analizar las muestras recolectadas en busca de materia orgánica, hay un conjunto de instrumentos dentro del robot llamado “Análisis de Muestras en

¹⁴⁰ Las bases del concurso y el ensayo ganador de Clara Ma. se pueden ver en la liga siguiente: <http://mars.jpl.nasa.gov/namerover/>

Marte” (SAM, por sus siglas en inglés). Incluye un cromatógrafo de gases y un espectrómetro de masas. Las misiones Vikingo I y Vikingo II, lanzadas en 1976, ya habían buscado materia orgánica en Marte, sin éxito. El Dr. Rafael Navarro, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, diseñó parte de los experimentos del SAM. Navarro participa como investigador y asesor científico del proyecto, y es el único mexicano que colabora en su parte científica.

Desde el momento en que se inició la construcción de Curiosity y las pruebas de su funcionamiento, el proyecto se publicitó ampliamente en las redes sociales. Uno de los momentos de mayor audiencia entre los usuarios de Twitter durante el mes de noviembre de 2011 fue su lanzamiento a bordo del cohete Atlas V, que se etiquetó como #AtlasV en Twitter. En esa fecha, la NASA logró acaparar la atención de los usuarios de las redes sociales a través de la estrategia de Tweetup. Así, la NASA reunió a un grupo de entusiastas, los que al ser invitados a ver el despegue del cohete, se comprometían a narrar su experiencia en tiempo real. Este tipo de estrategia puede ser muy exitosa desde el punto de vista de atraer la atención de un público masivo. Sin embargo, debido a que Twitter solamente permite mensajes de 140 caracteres, la información aparece incompleta, truncada o superficial, a menos que se incluyan ligas donde se desarrolle un tema. Por otro lado, las personas que envían los mensajes no son ni científicos, ni divulgadores de la ciencia, sino aficionados a la astronomía o a las ciencias del espacio. Entonces, la información que emiten puede ser poco precisa desde el punto de vista científico.

La cobertura en las redes sociales de la misión Curiosity alcanzó otro pico de atención el 6 de agosto de 2012, en la madrugada, cuando la NASA transmitió en vivo, a través de NASA TV, la llegada del robot a Marte. Durante la transmisión¹⁴¹ se mostró el trabajo de los ingenieros en un cuarto de control del Jet Propulsion Laboratory (JPL), además de entrevistas con los ingenieros que participaron en la misión. Por ejemplo, se entrevistó a Adam Steltzner, quien diseñó el sistema de aterrizaje del robot, conocido como “sky crane”.

Durante el descenso de la misión, en un despliegue tecnológico sin precedentes, el satélite espacial Mars Odyssey tomó varias fotografías que se

¹⁴¹ La transmisión se puede ver en http://www.youtube.com/watch?v=34voepoD_8Y

mostraron en tiempo real en la transmisión televisiva. Las maniobras de aterrizaje de la nave acapararon la atención del público gracias a una campaña de publicidad en la que se anunciaban “los siete minutos de terror de Curiosity”, pues el robot llevaría a cabo varias maniobras complicadas, de manera automática, y sin tener contacto con los ingenieros de la NASA durante los siete minutos en los que tardaría su descenso.

Desde el inicio de la misión Curiosity, la NASA puso en funcionamiento el perfil de Twitter de Curiosity¹⁴² etiquetado como @MarsCuriosity. En él se lleva a cabo una campaña promocional del robot basada en la personificación: se habla del robot como si fuera un ser humano y los “tweets” aparecen en primera persona. La fotografía que aparece en el perfil también juega con la idea de que el robot es una persona.



Fotografía en el perfil de
Curiosity en Twitter

En el perfil se publican actualizaciones como las siguientes:

¡Mira lo que hice! Es un hoyo en una roca marciana. Puse a prueba el mini taladro.

Estoy en la bahía Yellowknife dentro del cráter Gale.

¹⁴² <https://twitter.com/MarsCuriosity>

¿Por qué estoy parado? Nos movemos a la velocidad de la ciencia. Mi equipo necesita tiempo para analizar datos.

Estoy haciendo ejercicio. Después de viajar una distancia mayor que la longitud de un campo de fútbol, voy a ejercitar mis brazos durante 6 días.

Para crear estos tweets, los comunicadores de la NASA están echando mano de temas que son parte del contexto del público estadounidense. Esta estrategia ha logrado que cuatro millones de personas sigan las actualizaciones del robot.

4.2.5 Modelos de comunicación de la ciencia usados por la NASA

Al analizar el tipo de estrategias que usa la NASA, es claro que la agencia tiene una intención claramente propagandística. En ese sentido, su propuesta corresponde a un modelo de persuasión. No solamente quiere informar a la población mundial — un público meta muy ambicioso— sobre los últimos descubrimientos de la NASA, sino también contar con el apoyo de la opinión pública para sus proyectos.

El modelo de comunicación de la NASA también contiene elementos del modelo de déficit, pues solamente se comunican los resultados que la NASA considera adecuados para el público. La elección de los temas que se comunicarán depende de los jefes de las oficinas de comunicación y relaciones públicas de la NASA, y se escogen pensando en qué temas podrían tener éxito entre el público y qué tipo de historias podrían favorecer la imagen de la NASA. El proyecto de comunicación de la ciencia del centro Ames en particular, y de la NASA en general, también tiene un componente fuerte de marketing: la ciencia se vuelve un producto que es importante vender.

El tipo de estrategias que ha implementando la NASA recientemente a través de sus redes sociales y páginas de Internet requieren de bajo presupuesto, y pueden llevarse a cabo de manera relativamente sencilla en cualquier instituto, teniendo personal capacitado para crear material multimedia y para manejar las redes sociales. La estructura de los mensajes que aparecen en dichas plataformas corresponde al modelo contextual, pues se toman en cuenta elementos del contexto del público estadounidense para darle forma a los textos. Cuando la NASA lleva a cabo estrategias como TweetUp, pareciera que está adoptando un modelo de

participación ciudadana. Sin embargo, los ciudadanos solamente participan para convertirse en medios para la transmisión de la información, y no hay un esfuerzo por lograr una apropiación de la ciencia o un ejercicio crítico. La NASA también usa a los individuos como instrumentos para analizar datos, en los programas de exploración participativa, sin proporcionarles elementos para una comprensión más profunda de la ciencia.

Por otro lado, la NASA también usa el modelo edutainment para realizar grandes producciones de televisión, como la de la llegada del hombre a la Luna, en la que cada detalle ha sido ensayado para sorprender y entretener a los usuarios.

Cuando la llegada de Curiosity a Marte se transmitió desde la NASA, se mostró como un gran logro tecnológico y un triunfo estadounidense. Los ingenieros que trabajaban en el cuarto de control durante el aterrizaje aparecieron como héroes, dentro de una narrativa en la que se les mostraba como individuos fuertes, que habían superado una gran cantidad de obstáculos. Algunos de ellos adquirieron el estatus de celebridades. Por ejemplo, Bobak Ferdowsi, un joven ingeniero, se convirtió en una “sensación” en las redes sociales, por usar un peinado mohicano en la transmisión. La NASA aprovechó el éxito de su imagen para mostrarlo como prototipo de la joven generación que trabaja en la NASA.

4.3 Perimeter Institute for Theoretical Physics

El Perimeter Institute for Theoretical Physics (PI) está situado en el corazón de Waterloo, en Ontario, Canadá. Las universidades cercanas —la Universidad de Waterloo y la Universidad Wilfried Laurier— dictan el ritmo de vida de la ciudad, que se encuentra llena de estudiantes durante los meses de cursos y que tiene poca actividad durante los periodos de vacaciones.

El Perimeter Institute se fundó en 1999 teniendo como misión “avanzar en nuestro entendimiento del universo al nivel más fundamental, estimulando los descubrimientos que pudieran transformar nuestro futuro. PI también entrena a la nueva generación de físicos a través de programas innovadores, y comparte la

emoción y las maravillas de la ciencia con los estudiantes, los maestros y el público en general”.¹⁴³

A diferencia de la mayor parte de los institutos que visité durante la investigación para este trabajo, financiados por fondos públicos, PI se define como una colaboración financiada por fondos públicos y privados. A principios de 1999 Mike Lizardis, fundador de la compañía de telecomunicaciones Research in Motion Limited (RIM), mejor conocida por haber inventado el dispositivo de comunicación Black Berry, tuvo la idea de crear un instituto de física teórica de primer nivel. Para hacerlo, contrató al físico Howard Burton, quien se convirtió en el director fundador de la dependencia.

Es importante mencionar que la compañía RIM lanzó el primer dispositivo Blackberry en 1999. Este fue el precursor de los teléfonos inteligentes y en el momento de su lanzamiento no tenía competencia en el mercado. Por ello logró ganancias millonarias a nivel mundial. Es interesante observar que el presidente de RIM decidió dedicar parte de su fortuna al financiamiento de un instituto de investigación teórica, a diferencia de otros empresarios dedicados al cómputo o las telecomunicaciones, como Bill Gates, cofundador de Microsoft, o Steve Jobs, cofundador de Apple, quienes se interesaron en proyectos educativos o en la industria del entretenimiento.

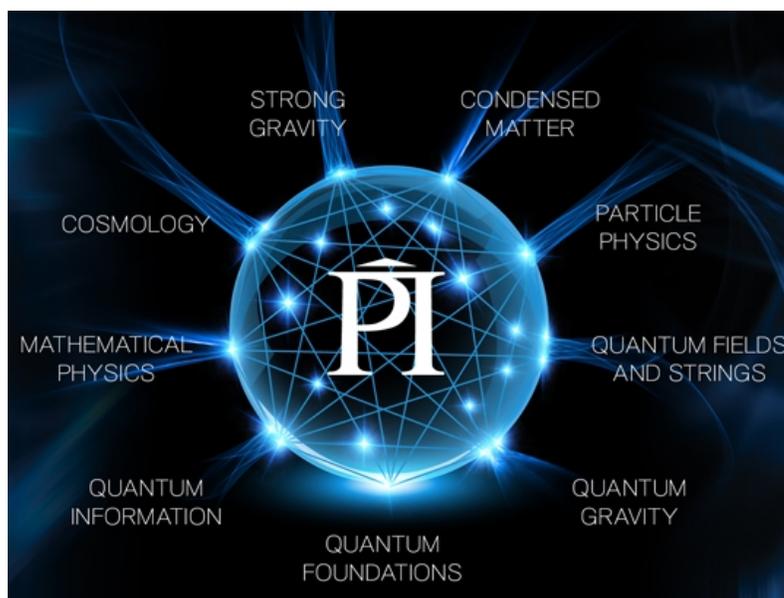
De este modo, el Perimeter Institute gozó de un financiamiento privilegiado durante los años de auge del dispositivo Blackberry. Sin embargo, dicho financiamiento ha ido disminuyendo con el declive de la compañía.

Lizardis y Burton decidieron que el PI debería ser el instituto de investigación de física teórica más importante del mundo. Para ello, construyeron las condiciones adecuadas para atraer a algunos de los científicos destacados internacionalmente, con el objetivo de que estos, “llevados por la curiosidad, descifren los secretos más profundos de la naturaleza, escondidos a grandes profundidades dentro del átomo y en lugares lejanos a lo largo del universo”.¹⁴⁴ Sus áreas de investigación son las

¹⁴³ Tomado de la página web del Perimeter Institute: <http://www.perimeterinstitute.ca/about/about-perimeter>

¹⁴⁴ Tomado de la página Web de Perimeter Institute: <http://www.perimeterinstitute.ca/research/research-areas>

siguientes: materia condensada, cosmología, física matemática, física de partículas, campos cuánticos y cuerdas, física cuántica, gravedad cuántica, información cuántica, gravedad fuerte.



Áreas de investigación del Perimeter Institute

Cuando un visitante llega al Perimeter Institute, uno de los miembros del grupo de relaciones públicas le da la bienvenida. En la parte central del Instituto hay un moderno café en el que hay un piano. Dicho espacio funciona como comedor y escenario para eventos culturales. En los pisos superiores hay oficinas a las que los visitantes no pueden acceder, para no interrumpir a los científicos trabajando. En las áreas públicas se encuentran unas pequeñas salas abiertas, que incluyen cómodos sillones, pizarrones, café y refrigerios, de modo que los científicos puedan colaborar con comodidad. Al caminar por el instituto, uno se encuentra con corredores extremadamente estrechos. Estos se hicieron a propósito para que cuando dos científicos se encuentran en el pasillo, tengan que interactuar forzosamente. Actualmente, PI tiene capacidad para albergar a 250 investigadores; aunque en el momento de la visita que realicé solamente había 50 investigadores y el instituto estaba en proceso de ampliación.

4.3.1 Oficina de Relaciones Públicas, Comunicación y Educación

El PI se creó para cumplir con dos objetivos fundamentales: realizar investigación científica de punta y tener un programa de “outreach” de primer nivel. En este contexto, el significado de la palabra “outreach” combina relaciones públicas, educación y comunicación, como indica la página del instituto:

El PI explora nuevas y cambiantes ideas acerca de nuestro universo

El PI comparte ideas con estudiantes y maestros a través de programas y recursos que comunican el poder, la emoción y el misterio de la ciencia. El grupo multipremiado de relaciones públicas de Perimeter lleva la ciencia a la vida cotidiana e impulsa la alfabetización científica a través de recursos para el salón de clases, pláticas públicas, seminarios para maestros, una red de educadores y una escuela de verano, donde los estudiantes interactúan con los investigadores de Perimeter. La gente alrededor del mundo aprende y se inspira al interactuar con los investigadores y al aprender sobre los recursos de física teórica en línea. Perimeter también alberga eventos musicales y culturales de primer nivel, pues estamos convencidos de que la creatividad inspira nuevas posibilidades.¹⁴⁵

A partir de esta presentación, es claro que el Perimeter Institute ha delineado su proyecto de relaciones públicas, educación y comunicación con un punto de vista que corresponde tanto al modelo de déficit como al modelo contextual. Se hace hincapié en la alfabetización científica y en que la interacción de los estudiantes o del público en general con los investigadores de la dependencia será “inspiradora”.

De acuerdo con Greg Dick, que era director de Relaciones Públicas y Educación del PI durante mi visita, el objetivo fundamental de su grupo es crear conciencia de los temas de la física teórica de punta en Canadá.

El proyecto de comunicación del PI también tiene un componente fuerte de persuasión pública de la ciencia y marketing. Del mismo modo que el instituto, dicho

¹⁴⁵ Tomado de: <http://www.perimeterinstitute.ca/outreach>

proyecto se concibe a partir de una colaboración entre instituciones públicas y privadas. Así, el programa funciona con fondos públicos que proporciona el estado canadiense, y con fondos privados, donados por bancos y otras instituciones. El Perimeter Institute también realiza gestiones con medios de comunicación públicos y privados para darle mayor difusión a sus eventos. Esto hace que los proyectos de educación, relaciones públicas y comunicación tengan importantes fuentes de financiamiento.

El grupo de relaciones públicas, comunicación y educación tiene alrededor de 40 miembros, lo cual es un número muy importante considerando que en el momento de mi visita al instituto laboraban en él cerca de 50 investigadores. Los miembros del grupo se dividen en las áreas de comunicación, relaciones públicas y educación. El grupo no sigue de manera intencional ningún modelo de comunicación de la ciencia, ni realiza ninguna investigación formal en el área, aunque ha empezado a estudiar el modo en que se llevan a cabo las interacciones entre el grupo de comunicación del instituto y el público en general en las redes sociales.

El PI tiene objetivos claros para sus acciones dirigidas a estudiantes, maestros y público en general, pues en todos los casos hay una clara intención estratégica al crear productos y asegurar que tengan la mayor difusión posible.

En cuanto a los programas para profesores y estudiantes, el objetivo fundamental, de acuerdo con el Informe Anual 2010 del instituto, es el siguiente:

Inspirando a la gente joven

Se estima que el 80% de los trabajos del futuro emergerán de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas; por lo tanto, inspirar a la gente joven con la ciencia es de gran importancia. La ciencia proporciona habilidades cruciales: pensar por uno mismo, hacer preguntas difíciles, encontrar soluciones, probarlas de manera rigurosa y abierta. Y lo mejor de todo es que la ciencia es divertida.

A través de los programas de educación, el Perimeter Institute juega un papel fundamental en Ontario y a través de Canadá al sembrar una

cultura que no solamente tenga una alfabetización científica, sino también que sea científicamente creativa. Con esto en mente, el grupo de educación de Perimeter desarrolla contenido inspirador para estudiantes de secundaria, para hacer que los jóvenes se emocionen con la física, y crea contenidos más detallados en física moderna para los estudiantes de preparatoria.

En estos objetivos nuevamente se puede observar el modelo de déficit y la idea de realizar una campaña de alfabetización científica, más específicamente de alfabetización de la física teórica, para crear vocaciones científicas. Esto último obedece a la tendencia canadiense de centrar varios de sus objetivos económicos en los desarrollos científicos y tecnológicos.

Para lograr estos objetivos el PI creó una serie de materiales educativos que llamados “Physica Phantastica” que, de acuerdo con sus creadores, proporcionan entretenimiento e introducciones accesibles a la física teórica en los salones. Se pretende que esta colección de materiales “alcance a cada estudiante canadiense al menos tres veces durante sus años de preparatoria”. La idea es que el programa llegue a 250000 estudiantes canadienses al año. Tener esta cifra como objetivo está relacionado con el hecho de que el número de estudiantes que entran cada año a estudiar la carrera de física es de 500000.

El PI también organiza la Escuela Internacional de Verano para Físicos Jóvenes, en el que se invita a cerca de 40 estudiantes canadienses y del extranjero, de entre 16 y 18 años, que tengan habilidades “prometedoras” para la ciencia. Ese programa está financiado por el gobierno canadiense y uno de los principales bancos de Canadá. En él se imparten cursos de física moderna, sesiones con científicos importantes, visitas a los laboratorios e incluso una visita a SNOLAB,¹⁴⁶ un laboratorio subterráneo dedicado al estudio de los neutrinos y la materia oscura. El PI organiza un segundo programa llamado Go Physics! en el que se invita a estudiantes de secundaria interesados en la ciencia a un campamento de un día para aprender sobre física. Este tipo de programas para estudiantes talentosos para

¹⁴⁶ La página del proyecto es: <http://www.snolab.ca/>

la ciencia son comunes en varios institutos del mundo. Sin embargo, a diferencia de otros institutos, PI cuenta con un financiamiento importante para poder llevarlos a cabo, en particular el financiamiento bancario que responde a las políticas corporativas para la ciudadanía canadiense.

Con el objetivo de involucrar a los profesores de preparatoria en las actividades del Perimeter Institute, se creó el programa Einsteins Plus. Cada año, el PI imparte 51 seminarios sobre sus temas de interés, con un público de 1100 profesores en total. La idea es que si cada profesor imparte a su vez cursos de física a cerca de 45 estudiantes, este programa alcance a 45000 estudiantes canadienses en total al año. Es un programa sumamente ambicioso y exitoso para el propósito de creación de vocaciones científicas y reclutamiento. También se creó una red de profesores de preparatoria que tiene como objetivo invitarlos a seminarios continuos sobre los temas que investiga el PI para que a su vez los enseñen en el salón de clase.

Finalmente, la tercera línea que sigue el grupo de relaciones públicas, educación y comunicación de PI son las actividades de comunicación de la ciencia para público en general. Los temas de estas acciones se eligen de acuerdo con las coyunturas mediáticas o con los temas que se tratan en los planes de estudio. El grupo de comunicación las diseña, con asesoría de los científicos, aunque trata de “molestarlos lo menos posible” de acuerdo con Dick. Entre las acciones que se llevan a cabo, el PI organiza pláticas públicas de divulgación, con títulos como “El zoológico de partículas”, “El cuark arriba” y “La verdad elusiva”, que tienen lugar en el auditorio del instituto con una asistencia promedio de 600 personas. Las pláticas se transmiten por televisión de cable, además de por Internet. El PI también organiza festivales de comunicación de la ciencia. El más grande, llamado “De la física cuántica al cosmos: ideas para el futuro”, que en Canadá se consideró “el Woodstock de la divulgación de la ciencia”, consistió en una carpa gigante con demostraciones, experimentos, un tour del universo en 3D, discusiones, mesas redondas, un festival de cine científico y varias sesiones de la actividad “science on the pub”, en las que un científico introduce un tema con el objetivo de generar una discusión en un bar. Dicho festival se organizó para celebrar los 10 años del PI y

tuvo 40000 asistentes y cerca de 1000,000 televidentes. Durante dicho festival, el PI estrenó un documental titulado “The Quantum Tamers: Reveling our Weird and Wired Future”, que está enfocado en explicar los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica y la información cuántica, explicados por científicos importantes, incluyendo a Stephen Hawking. Las acciones y los materiales de comunicación de la ciencia están, en gran medida, dirigidos a gente que ya está interesada en la física teórica. De este modo, PI apuesta por un público culto que tiene curiosidad por la ciencia.

4.3.2 El poder de las ideas

Entre los materiales que se encuentran en línea, el grupo de comunicación del PI creó la actividad interactiva en línea titulada “El poder de las ideas”.¹⁴⁷

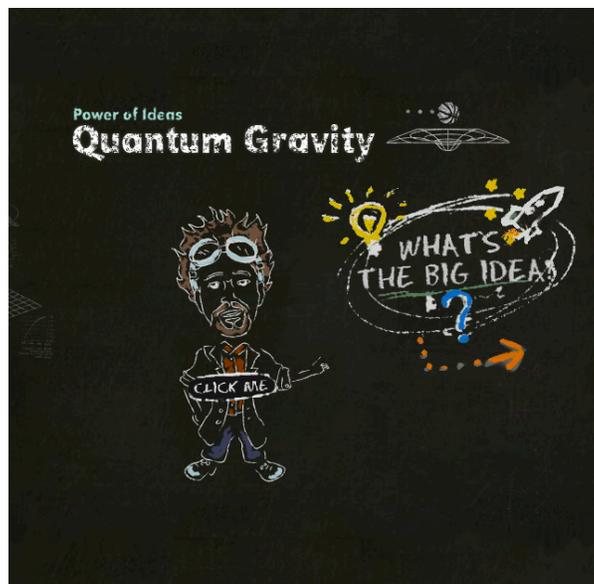


Imagen de inicio de “El poder de las ideas”

El propósito de la plataforma es “explorar las ideas que nos dan información sobre todo lo que conocemos sobre el universo”. Aunque se espera que el software

¹⁴⁷ El material interactivo “El poder de las ideas” se puede encontrar en: http://www.perimeterinstitute.ca/power_of_ideas/

sea para el público en general, la introducción se limita a hablar sobre temas como la relatividad especial, la mecánica cuántica, la teoría de campos cuántica, la relatividad general, y la gravedad cuántica, sin definirlos y explicando que representan las grandes ideas que han cambiado el modo en que pensamos. Después de esta introducción, la plataforma señala que la ciencia es sumamente divertida (“cool”).

La imagen de la plataforma emula un pizarrón negro, un personaje con el cabello alborotado (como el que se usa regularmente para mostrar al científico loco), usando un traje, tenis y anteojos de aviador. Esta imagen resulta obsoleta desde el punto de vista de la comunicación visual de la ciencia. Los temas se presentan en la plataforma en forma de diagramas de flujo, como si se tratara de una clase, y el diseño es poco vistoso.

Special Relativity
What's the big idea?

Space + Time → Special Relativity

You measure space with a ruler and time with a clock. Einstein's special relativity idea unified space and time into something called spacetime. Like different sides of a cube, space and time are now understood as just different sides of a single thing—spacetime. To see this unity, consider that both space and time can be measured with the same instrument—a clock.

How do you measure space with a clock?
 Just time how long it takes light to travel from here to there, and multiply by the speed of light. For example, one light-second is the distance light travels in one second. If you think this is trivial, you're right. Until you throw in the idea that our universe has a speed limit, and that light always moves at this maximum possible speed.

Space - The distance between two objects in space is measured with a ruler—simple! But if you are moving relative to those objects, will the distance be the same? Is your "moving space" the same as the original space?

[more](#)

Sección sobre relatividad especial en el portal “El poder de las ideas”

El texto de cada una de las secciones, por ejemplo la que está dedicada a la relatividad especial, está escrito con el lenguaje que usaría un maestro para dar clase. Las imágenes que se usan para ilustrar cada uno de los textos representan objetos científicos reconocibles para un estudiante de preparatoria, por ejemplo, un espacio cartesiano. Las analogías son poco atractivas y las explicaciones muy breves. Para aquellos que no están familiarizados con los temas que se tratan, pueden parecer desarticuladas. La plataforma está hecha con un sentido más educativo que de comunicación de la ciencia, respondiendo al modelo de déficit.

4.3.3. Conclusiones generales del proyecto

El proyecto del grupo de Relaciones Públicas, Comunicación y Educación del Perimeter Institute está planteado desde el punto de vista del modelo de déficit, combinado con un modelo de persuasión pública de la ciencia y marketing. El PI tiene un presupuesto privilegiado para llevar a cabo cada una de sus acciones, producto de un financiamiento en colaboración entre el estado canadiense y la iniciativa privada, en particular la empresa Research in Motion Limited (RIL). Esto hace posible la organización de grandes festivales científicos, la producción de documentales, productos para Internet, campamentos para jóvenes y un ciclo de pláticas de comunicación de la ciencia con invitados de todo el mundo.

En teoría, el programa está enfocado a que el público en general conozca los avances de la física de punta. Sin embargo, en la práctica, el proyecto busca promocionar fuertemente el nombre del PI como una marca comercial. Además, gran parte de las actividades están enfocadas al reclutamiento de los mejores estudiantes de ciencia.

De acuerdo con Greg Dick, tanto dentro como fuera del instituto el grupo que encabeza se percibe de manera positiva. En relación a este punto, es importante notar que el impacto de su trabajo se potencializa en una ciudad con un gran número de universitarios interesados en la ciencia y la tecnología.

La parte más interesante del proyecto de relaciones públicas, educación y comunicación del PI es que dentro del instituto la comunicación de la ciencia tiene el mismo peso que la investigación científica. La interacción de los miembros del grupo de relaciones públicas, educación y comunicación, con los investigadores

científicos del instituto, se concibe como la interacción entre expertos en dos áreas diferentes. Finalmente, las acciones del grupo le reportan grandes beneficios a los científicos del PI: gracias a la publicidad generada, se obtienen importantes fuentes de financiamiento, se recluta a los mejores investigadores y estudiantes, y se obtienen colaboraciones con científicos de los mejores centros e institutos del mundo. Sin duda alguna, tanto el modelo de financiamiento compartido entre el Estado y la industria privada, como el peso que se le da en el PI a las relaciones públicas, educación y comunicación de la ciencia, son puntos interesantes que hay que considerar en los proyectos que surjan en el futuro en institutos mexicanos.

4.4 Institute for Quantum Computing

El Institute for Quantum Computing (IQC) es el proyecto hermano del Perimeter Institute y está situado a pocos metros de distancia del primero. Sin embargo, sus investigaciones tienen un mayor énfasis en la física experimental que en la teórica. Se creó hace diez años gracias a la iniciativa de Mike Lizardis, creador de Blackberry. De acuerdo con la página web del Instituto, “Lizardis entendió que las tecnologías verdaderamente revolucionarias solamente pueden emerger cuando los científicos tienen los recursos y la libertad intelectual para poder llevar a cabo investigación de frontera”.¹⁴⁸ Con esto en mente, Lizardis, junto con David Johnson, entonces director de la Universidad de Waterloo, creó el IQC dentro de dicha casa de estudios, para transformar los experimentos del laboratorio en tecnologías prácticas que pudieran insertarse en la sociedad. Esta es una visión sumamente interesante, pues la industria está financiando un instituto de investigación para crear tecnología de punta. Lizardis invitó a Raymond Laflamme, un importante científico experto en información cuántica, para dirigir el proyecto, y a Michele Mosca, un científico interesado en crear ligas entre los proyectos científicos y la industria, para ser el subdirector.

La investigación que se lleva a cabo en el IQC es de carácter interdisciplinario, y combina ciencia teórica y experimental. Cuando uno llega al IQC,

¹⁴⁸ La página del IQC se puede encontrar en: <https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/about>

se encuentra con un edificio muy moderno, con laboratorios y tecnología de cómputo de punta. Al momento de mi visita a la dependencia, el IQC contaba con solamente 17 investigadores de planta y varios investigadores posdoctorales, además de estudiantes de doctorado. Fue el único instituto que me asignó un cubículo durante mi visita y que me invitó a almorzar todos los días. Este es un dato relevante, porque el IQC provee un “lunch” para todos sus miembros durante los cinco días de la semana, que se sirve de manera gratuita en una de sus salas. Esto permite que tanto los miembros del área administrativa como los académicos puedan convivir y tener pláticas interesantes durante las horas de comida.

En los últimos años, se han invertido cerca de 100 millones de dólares para realizar una ampliación al instituto que le permita albergar a 30 investigadores más, 50 investigadores posdoctorales y 125 estudiantes.

Es interesante mencionar que al igual que los miembros del PI, la gente que trabaja en el IQC expresó su emoción al sentirse parte de una reciente ola de interés en la ciencia y tecnología en Waterloo, ciudad a la que se refieren como el “quantum valley” haciendo un eco al “silicon valley” de California, impulsado por IQC, PI y Research in Motion.

4.4.1 Comunicación de la ciencia desde el IQC

El proyecto del grupo de comunicación del IQC se inició formalmente en 2010, aunque desde los primeros años del instituto se habían realizado esfuerzos en esta dirección. En el momento de mi visita, este grupo tenía cinco miembros, escogidos cuidadosamente por los directivos del instituto. Katharin Harkins, la directora de Comunicaciones y Relaciones Públicas, con dos maestrías, una en literatura y otra en periodismo, además de una amplia experiencia en comunicación estratégica en empresas. A pesar de que cuando se unió al equipo no tenía ninguna experiencia en comunicación de la ciencia, su trabajo consiste en llevar a cabo la planeación estratégica de la oficina. Harkins no usaba ningún modelo de comunicación de la ciencia para planear las acciones del grupo y tampoco interactúa de manera directa con los científicos. La persona encargada de tener un contacto cercano con los científicos era Martin Laforest Administrador del Proyecto de Comunicación Científica. Él se formó como físico experto en información cuántica en el IQC bajo

la asesoría de Raymond Laflamme, director del instituto. Posteriormente, continuó con un posdoctorado en la Universidad de Tecnología de Delft en Holanda. Al terminarlo regresó el IQC para seguir con su verdadera vocación, la comunicación de la ciencia, a pesar de no tener ninguna formación profesional en el área.

Su trabajo consistía en dirigir diferentes proyectos de comunicación de la ciencia para estudiantes. También era el encargado de hablar con los científicos cuando realizan alguna investigación o descubrimiento que se considere importante comunicar, para posteriormente explicarle el contenido científico a los demás miembros del grupo, que a su vez crean diferentes acciones de comunicación de la ciencia. Su interacción con los científicos era sencilla, porque consideraban a Laforest “uno de ellos” por su formación.

En el grupo de comunicación también había un periodista, Colin Hunter, quien era el encargado de redactar las notas de la página de Internet, las entradas de un blog llamado “Quantum Factory” y las actualizaciones en los perfiles del instituto en las redes sociales Facebook y Twitter. Además, él interactuaba con los representantes de los medios de comunicación y redactaba los boletines de prensa acerca de los descubrimientos más importantes de los investigadores del instituto. Hunter no tenía ninguna formación en ciencia o en comunicación de la ciencia. La información para las notas la obtenía de Martin Laforest, quien se la proporcionaba “digerida” después de hablar con los científicos. Hunter interactuaba muy poco con estos últimos, y solamente los visitaba cuando necesitaba que revisaran una nota.

Otro miembro del grupo era Kimberly Simmermaker, la coordinadora de Eventos y Visitas Guiadas. Ella se encargaba de la planeación de los días de puertas abiertas, de las pláticas públicas y de las visitas guiadas de grupos de escuelas o visitantes individuales. También era parte del equipo Jasmine Graham, quien apoyaba al grupo con la creación de materiales impresos, como trípticos o material para niños. En este punto, es importante mencionar que el grupo de comunicación se considera parte del personal administrativo del instituto; sin embargo, a diferencia de los miembros administrativos de otras dependencias similares, no son personal de apoyo para los científicos, sino son responsables de un proyecto propio, que desde luego está basado en la visión de los directivos del

IQC. Aunque el equipo está formado por gente sumamente preparada, el hecho de que se les considere personal administrativo les causa problemas en términos de la credibilidad de sus contenidos.

Cuando se formó el equipo, sus miembros dedicaron cerca de ocho meses a terminar los proyectos de comunicación de la ciencia que otros miembros del instituto habían iniciado. Una vez terminados, iniciaron la planeación estratégica del proyecto de comunicación de la ciencia.

El público meta del proyecto consiste, principalmente, en estudiantes de licenciatura que pudieran hacer sus tesis de maestría y doctorado en el instituto. De acuerdo con Laforest “queremos hacer que la gente sepa que nuestro programa de posgrado es uno de los mejores del mundo”. También llevan a cabo acciones para estudiantes de preparatoria, con el fin de proporcionarles contenidos científicos de punta en el área de información cuántica. Laforest comenta que “en la preparatoria uno aprende la física de hace 300 años, queremos darle la impresión a los estudiantes de que la física es la base de todo”. Así, los miembros del grupo trabajan de manera cercana con los profesores de nivel bachillerato, proporcionándoles información y material para sus alumnos. En particular, el grupo organiza pequeñas exhibiciones para las preparatorias de la localidad.

El grupo también organiza dos programas para estudiantes. El primero es una escuela de verano llamada “La escuela sobre procesos de información cuántica para estudiantes de licenciatura”, que dura dos semanas y a la que se invita a participar a cerca de 20 estudiantes de licenciatura “que tengan un gran talento para la ciencia, provenientes de todo el mundo”. Todos los gastos son cubiertos por el IQC. El segundo programa se llama “Escuela de criptografía cuántica para estudiantes jóvenes”, dirigida a estudiantes de bachillerato. Esta la cursa un grupo de jóvenes que aprenden lo necesario para entender la criptografía cuántica. Los profesores del curso son estudiantes de posgrado y tienen un contacto cercano con los preparatorianos.

Tanto los artículos que se preparan para publicarse en el portal de Internet del IQC, como los boletines de prensa, están dirigidos al público en general.

También se está creando una serie de videos, que se publican en el portal de YouTube de la dependencia, en los que algún científico presenta su investigación.

Los temas que el grupo elige para llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia son coyunturales, y los miembros del grupo tratan de equilibrar los temas teóricos y los experimentales. De acuerdo con Colin Hunter, el periodista del grupo, hay muchos temas que son tan recientes que es prácticamente imposible encontrar artículos de comunicación de la ciencia sobre ellos. Por ello, los miembros del grupo están creando su propia “enciclopedia” de comunicación de la ciencia sobre información cuántica.

De acuerdo a todos los miembros del grupo que entrevisté para este trabajo, la percepción del trabajo del grupo de comunicación y relaciones públicas, tanto dentro del IQC, como en la Universidad de Waterloo, es positiva. Al preguntarles cuál sería la conformación de su oficina perfecta, todos, sin dudarlo, dijeron que era la que ellos tienen. Esto, sin duda, responde a varios factores importantes. En primer lugar, a que aproximadamente hay un miembro de la oficina por cada tres investigadores, lo que permite llevar a cabo varias acciones de comunicación de la ciencia sin saturarse. En segundo lugar, a que todos los miembros tienen labores claramente definidas que corresponden a sus habilidades. Finalmente, la oficina tiene un financiamiento adecuado para sus necesidades.

4.4.2 El blog Quantum Factory

El blog Quantum Factory¹⁴⁹ (Fábrica cuántica), que lleva como subtítulo “Cavilaciones de la fábrica cuántica de Waterloo”, es un blog dirigido al público en general, en el que se publican notas escritas por varios miembros del grupo de comunicación del IQC, con un lenguaje accesible y con la intención de hacer la información atractiva. La introducción al blog es la siguiente:

Observa el increíble y maravilloso mundo de la información cuántica a través de los ojos del equipo de Comunicaciones y Relaciones Públicas del

¹⁴⁹ El blog se encuentra en la dirección: <https://quantumfactory.wordpress.com/about/>

Instituto de Computación Cuántica de la Universidad de Waterloo. Si se trata de una superposición, de algo enredado o teletransportado, está en nuestro radar.

La introducción se refiere a los términos que se usan en el área de investigación de la información cuántica: teletransportación cuántica, enredamiento de fotones o superposición. Aunque la introducción trata de ser divertida, resulta oscura para aquellos que no están familiarizados con el tema.

En el blog se habla sobre los eventos que tendrá el instituto, de las opciones para estudiantes, las noticias científicas y también se incluyen videos en los que un científico presenta algún tema en cinco minutos. Entre las entradas del blog, hay una que se titula “¿Ya estamos ahí?”, escrita por Colin Hunter, que analizaremos a continuación. La entrada se inicia del modo siguiente:

Quando Cristóbal Colón zarpó para descubrir la ruta al oriente, conjeturó que, al navegar hacia el oeste, encontraría una mejor ruta a los tesoros del este. La sabiduría tradicional prevenía que, en el proceso, se caería en el precipicio de la orilla de la Tierra.

Los científicos expertos en información cuántica están navegando en aguas desconocidas. ¿Cómo sabemos que vamos en la dirección adecuada? Del mismo modo que los navegantes usaban un sextante para medir distancias, hemos desarrollado una caja de herramientas que nos ayuda a ajustar nuestro camino cuando se requiera.

En esta sección se hace una analogía entre la travesía de Cristóbal Colón y las investigaciones de los científicos que estudian información cuántica. Al usar este recurso literario, se dota a los científicos de las cualidades de los aventureros, que viajan a un rumbo desconocido. La entrada del blog continúa del modo siguiente:

Esta semana, un grupo de científicos de todas partes del mundo se reunió para la edición de 2012 del Seminario de Caracterización Cuántica, Verificación y Validación” en Bethesda, Maryland. Las preguntas típicas que se discuten y se debaten fueron: ¿Cómo sabemos si construimos un

desarrollo cuántico del modo adecuado?, ¿cómo podemos establecer estándares de calidad para tecnologías cuánticas? y ¿cómo se puede establecer un pequeño mecanismo cuántico para verificar uno más grande?

En este párrafo el tono coloquial del texto cambia para anunciar que se llevó a cabo un seminario especializado, con un título incomprensible para la mayor parte de la gente. Además, se habla de las preguntas que se debatieron en el evento, como si fueran claras para el público en general. Posteriormente, el texto sigue de este modo:

Los descubrimientos de punta ocasionalmente requieren acciones osadas para desafiar el pensamiento tradicional. En el caso de la caracterización cuántica, la verificación cuántica y la validación cuántica, incluyen el cuestionar algunas de las técnicas establecidas –tales como el mal uso de la técnica llamada “estimación de la mayor similaridad”. El consenso en este seminario es que nuestro sistema debe de algún modo dominar la entropía de un sistema cuántico (un término técnico que se refiere a la falta de certeza), por lo tanto, permitiendo una navegación tranquila hacia nuestro destino final: las computadoras cuánticas.

No obstante, en la ruta hacia las elusivas computadoras cuánticas tendremos que alcanzar el punto donde la interactividad computacional limita nuestra habilidad para hacer predicciones sobre los experimentos cuánticos (por cierto, hay una fuerte evidencia de que este día se acerca de manera acelerada). Uno de los temas de este seminario es discutir el modo en que las técnicas, desde la complejidad y la criptografía pueden ayudar a brincar estas dificultades.

En el blog se mencionan varios términos que no han sido definidos, por ejemplo, la “caracterización cuántica”, la “verificación cuántica”, la “validación cuántica” y la “estimación de la mayor similaridad”. Otros términos que pueden resultar oscuros para un lector ajeno a la ciencia son los de “entropía de un sistema cuántico” y “computadora cuántica”. En ningún lugar del texto se hace un esfuerzo para explicar los conceptos, que pareciera que no fueron comprendidos cabalmente por el escritor. La nota finaliza del modo siguiente:

Debido a que los asistentes tenían formaciones diferentes, es imposible e incluso poco deseable evitar conflictos. Un debate memorable al verificar los instrumentos cuánticos en la presencia de los errores sistemáticos terminó con uno de los experimentalistas diciendo “¡los números solamente son correctos en la teoría!” Un agregado bien recibido en el seminario es el sitio de colaboración en línea —un sistema que le ha permitido a los participantes enfocarse en las preguntas más importantes por adelantado, pues algunas discusiones se iniciaron una semana antes del seminario.

Por supuesto, Cristóbal Colón no cayó de la orilla de la Tierra, y en lugar de eso descubrió un maravilloso nuevo mundo. El seminario de esta semana nos ayudó a la navegación hacia un nuevo mundo cuántico.

La última parte del texto menciona la exclamación de un investigador como respuesta a una discusión que no se narra ni se explica. El autor supone que la gente va a estar emocionada cuando se asome al mundo de los investigadores, que resultan fascinantes por el simple hecho de estar discutiendo un tema incomprendible para el público en general. El artículo finaliza retomando la analogía de Cristóbal Colón con el Seminario de Caracterización Cuántica, Verificación y Validación, de modo que se exagera la importancia de este último.

En términos generales, el texto resulta sumamente fallido como un modo de interesar al público en general. Es una nota de difusión de la ciencia que no explica la ciencia, pues se enfoca en detalles sin importancia para un lector que no cuenta con información previa sobre el tema.

4.4.3 Análisis general del proyecto

El proyecto del grupo de Comunicación y Relaciones Públicas del IQC tiene varios puntos interesantes. En primer lugar, los directivos crearon el proyecto contratando a gente especializada en comunicación, periodismo y relaciones públicas, pero no en comunicación de la ciencia. El equipo tiene un número adecuado de personas para el tamaño del instituto y, aunque se consideran personal administrativo, no tienen la obligación de apoyar a los investigadores como parte de su trabajo. Por otro lado, hay una brecha fuerte entre el equipo y los científicos del instituto ya que

Martin Laforest, administrador del Proyecto de Comunicación Científica, era el único miembro del equipo que interactuaba directamente con los científicos, pues se consideraba que “es uno de ellos”. Esta división de labores provoca que las personas que escriben los artículos que se publican en el blog Quantum Factory tengan un entendimiento pobre de la ciencia, y que se limiten a narrar episodios sin importancia en los encuentros científicos, en vez de explicar el quehacer científico o los resultados de los investigadores. Este problema se puede encontrar en varios de los materiales producidos por el grupo.

La parte más exitosa del proyecto corresponde a la organización de los días de puertas abiertas y de las escuelas de verano en las que los científicos interactúan directamente con los jóvenes y que tienen una clara intención de reclutamiento. En términos generales, el proyecto está planteado desde el modelo de déficit, mostrando a los científicos como gente sumamente brillante, que hace cosas incomprensibles, a la que hay que respetar y apoyar porque llevan a cabo investigaciones de enorme importancia que cambiarán el rumbo de la humanidad. El discurso resulta sumamente científicista y aleja a los científicos del público en general.

4.5 Comunicación de la ciencia desde el Observatorio Pierre Auger



Oficinas centrales del Observatorio Pierre Auger en Malargüe, Argentina

Desde la Ciudad de México es necesario viajar casi veinte horas seguidas para llegar al Observatorio de Rayos Cósmicos Pierre Auger. Después de tomar un avión de México hacia Santiago de Chile, hay que tomar otro hacia la ciudad de Mendoza, Argentina. De ahí, hay que tomar una camioneta que viaja durante cerca de 6 horas a través de las Pampas Amarillas de Argentina. Al final de este camino, uno empieza a ver poco a poco los detectores blancos del Observatorio distribuidos en el desierto.

La ciudad de Malargüe, la ciudad más cercana al observatorio donde están situadas sus oficinas centrales, es la capital del departamento homónimo y su nombre significa “corral de piedra” o “zona de corrales”. Es una de las principales ciudades de la provincia de Mendoza, Argentina. Sus habitantes se dedican a la explotación petrolera y a la minería de uranio. También es un importante centro

ecoturístico; tiene varias áreas naturales protegidas que se extienden junto a los Andes.

La ciudad de Malargüe tiene 27660 habitantes y su centro solamente tiene una pequeña glorieta y un reloj. En la calle principal hay varias tiendas pequeñas de abarrotes y algunos restaurantes. Conforme uno se aleja de esta calle, va entrando poco a poco en una zona rural muy pobre.

En la entrada de la ciudad se ubica el edificio de oficinas del Observatorio Pierre Auger. Están ubicadas en un edificio moderno, que contrasta fuertemente con la humildad de las construcciones locales. En este edificio hay cubículos para investigadores, un centro de cómputo de primer nivel, y varios talleres. También se encuentran ahí las oficinas administrativas y la biblioteca.

Para ver los aparatos que componen el Observatorio hay que viajar varias horas con una camioneta cuatro por cuatro, que va a gran velocidad en un terreno pantanoso.

El Observatorio Pierre Auger es el más grande de su tipo en el mundo y su objetivo es investigar qué son y de dónde vienen los rayos cósmicos ultraenergéticos. Consiste en 1600 “detectores de superficie” que son tanques de un plástico especial, llenos de agua, equipados con aparatos electrónicos para detectar y enviar información.

Estos tanques están situados a una distancia de 1.5 kilómetros entre sí, cubriendo una superficie total de 3000 km². Éstos se complementan con un conjunto de 24 *telescopios de fluorescencia* de alta sensibilidad, que en las noches despejadas y sin luna observan la atmósfera para detectar la tenue luz ultravioleta que producen las cascadas de rayos cósmicos al atravesar el aire.



Uno de los detectores del Observatorio Pierre Auger en Malargüe, Argentina

El Observatorio Pierre Auger fue construido por una colaboración de alrededor de 500 científicos de más de 95 instituciones de 18 países. Los países participantes son: Alemania, Argentina, Brasil, Croacia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Francia, Italia, México, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania y Vietnam. Algunos de los científicos participantes trabajan en modelos teóricos, otros diseñan los aparatos y algunos más analizan los resultados de los experimentos.

4.5.1 La historia del Observatorio Pierre Auger

De acuerdo con James Watson Cronin, Premio Nobel de Física 1980, en la década de los noventa empezó a interesarse en una de las grandes preguntas de la física de altas energías: ¿de dónde vienen los rayos cósmicos?, ¿cómo se producen? Entonces decidió colaborar con el físico Alan Watson y juntos comenzaron a concebir el plan de construir un inmenso observatorio, el más grande de su tipo, abarcando una superficie de 3000 km². La idea era que con un observatorio así podrían observarse un centenar de rayos cósmicos de la más alta energía cada año, lo que resultaría suficiente para acumular una buena cantidad de datos estadísticos a lo largo de 20 años de operación. Para lograr el proyecto, Cronin y Watson viajaron alrededor del mundo para conseguir fondos e invitar a participar a varios grupos de investigadores. En particular, Cronin quería invitar a los investigadores “de los países en vías de desarrollo” como México. El observatorio comenzó como un taller de seis meses, que se inició el 30 de enero de 1995, donde

se diseñó un detector prototipo para detectar rayos cósmicos. Veinte años después, el observatorio está terminado y en funcionamiento.

4.5.2 Los rayos cósmicos ultraenergéticos

Los rayos cósmicos son partículas que llegan desde el espacio y bombardean constantemente la Tierra desde todas direcciones. La mayoría de estas partículas son protones o núcleos de átomos. Algunas de ellas son más energéticas que cualquier otra partícula observada en la naturaleza. Los rayos cósmicos ultraenergéticos viajan a una velocidad cercana a la de la luz y tienen cientos de millones de veces más energía que las partículas producidas en el acelerador más potente construido por el ser humano. La mayoría de los rayos cósmicos de menor energía que llegan a la Tierra provienen de algún sitio dentro de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Los rayos cósmicos que estudia el Observatorio Pierre Auger provienen de fuentes fuera de nuestra galaxia. Encontrar el origen de los rayos cósmicos de alta energía permitirá comprender cuáles son las fuentes astrofísicas más energéticas del universo. Los rayos cósmicos son detectados indirectamente en la superficie de la Tierra, observando cascadas de partículas secundarias que se producen en el aire. Cuando una partícula cósmica choca con una molécula del aire se produce una cascada de miles de millones de partículas que inciden sobre la superficie de la Tierra. Las características de las cascadas permiten obtener información sobre la energía, dirección y composición del rayo cósmico primario.

4.5.3 La colaboración del Observatorio Pierre Auger

Como se mencionó anteriormente, en la colaboración del Observatorio Pierre Auger participan cerca de 500 físicos e ingenieros de varios países del mundo. Ellos se reúnen dos veces al año en la sede del Observatorio, en la ciudad de Malargüe, para discutir el estado de sus investigaciones y para proponer nuevas estrategias.

Existe una jerarquía estricta entre los miembros del proyecto. Hay dos órganos colegiados: el Collaboration Board y el Finance Board. El primero está formado por representantes de todas las instituciones que son miembros del proyecto. Se encarga de dar las líneas científicas, la admisión de nuevos miembros y la aceptación de publicaciones. Este es un punto muy interesante, pues cada vez

que un miembro de la colaboración quiere publicar un artículo científico, el Collaboration Board tiene que arbitrar y aceptar la publicación. Las publicaciones deben incluir el nombre de todos los científicos que participan en el proyecto: cada artículo científico incluye cerca de 500 colaboradores.

El Financial Board está formado por representantes de cada una de las agencias que dio presupuesto –muchas veces hay más de una por país. En las reuniones de la colaboración se decide cómo se usará el dinero con el que cuenta el proyecto.

En la siguiente escala jerárquica se encuentra el “spokesperson” y la “project office”. Esta última oficina es un órgano administrativo, que dirige un “project manager”. La persona encargada prepara las operaciones en el sitio del Observatorio. El personal trabaja en las oficinas del observatorio durante todo el año. El “spokesperson” es el equivalente al director del Observatorio y toma decisiones académicas y administrativas.

El siguiente nivel de la jerarquía está formado por los “tasks leaders”, los jefes de cada uno de los proyectos, por ejemplo, de los subsistemas de detectores, de la adquisición de datos, del procesamiento de datos y de las comunicaciones. Cada uno de estos “tasks leaders” es responsable de la coordinación y el seguimiento de la parte del proyecto que le corresponde. Así, coordina a los científicos, técnicos y computólogos involucrados en su sección. Los científicos, a su vez, coordinan a los posdocs y a los estudiantes de doctorado, que son el último eslabón de la cadena académica.

4.5.4 El proyecto de comunicación de la ciencia

El proyecto de comunicación de la ciencia nació en paralelo con el Observatorio. De acuerdo con el Dr. Gregory Sow, que era el jefe de educación, comunicación y relaciones públicas (“outreach and education task leader”) durante mi visita, el proyecto dio inicio cuando recibió una llamada de James Watson Cronin:

James Cronin sabía que yo estaba interesado en los proyectos de educación relacionados con los rayos cósmicos, y un día me llamó a mi oficina en Nebraska. Contesté el teléfono y ¡era James Cronin. Él me dijo:

“Bueno Greg, seguramente has oído sobre este nuevo proyecto que estamos iniciando en Argentina. ¿Te gustaría ser el coordinador de la parte de educación del experimento aquí en Argentina? Lo pensé por algunos minutos e inmediatamente le dije “Sí, estoy muy interesado”. Hacer este trabajo se ha convertido en una de las experiencias educativas más interesantes que he tenido en toda mi vida. Ahora, me gusta contarle a la gente que cuando un Premio Nobel te habla por teléfono y te pregunta que si quieres participar en su proyecto, simplemente dices ¡sí! sin pensarlo, pues será una experiencia fantástica. Fue así como inicié mi participación, por petición de James.

Es interesante observar que más que como un proyecto de comunicación de la ciencia, el proyecto de “outreach and education” se planeó como un proyecto de “educación” y la iniciativa vino de uno de los fundadores del Observatorio. Además, se escogió a un físico interesado en la enseñanza de los rayos cósmicos y no a un experto en educación o comunicación de la ciencia para iniciar el proyecto.

Snow tiene un doctorado en física y es profesor de la Universidad de Nebraska. En términos de comunicación y educación de la ciencia, la única experiencia anterior de Snow a sus labores en el Observatorio Pierre Auger fue su participación en un proyecto para reutilizar los detectores de rayos cósmicos que eran parte de otro observatorio que había terminando su vida útil:

El experimento anterior de rayos cósmicos que dirigía James Cronin se llamaba “Chicago air-shower array”. Era un experimento con un diseño similar a el experimento Auger, pero mucho más pequeño. Dicho experimento tenía un arreglo de contadores centelladores, que estaban colocados en un área plana en Utah. Se me ocurrió que podría ser un experimento de educación y comunicación interesante poner centelladores similares en los techos de las preparatorias del estado de Nebraska. Yo sabía que el experimento de James terminaría su vida útil al final de los noventas, en noventa y ocho o noventa y nueve. Por lo tanto, contacté a James y le pregunté qué iba a hacer con el equipo del experimento cuando el experimento terminara y si podría heredar algo de este equipo para usarlo

en un proyecto de educación y comunicación en Nebraska. Como James es maestro de física, le gustó esta idea, y pudo hacer los arreglos necesarios para que la Universidad de Chicago donara los centelladores, tubos fotomultiplicadores y otros aparatos para nuestros experimentos, de manera gratuita. Ahora, lo que él no hizo fue llevar el equipo a Nebraska. Entonces, en dos ocasiones diferentes, me llevé a un colega de la Universidad de Nebraska, junto con otros estudiantes y colegas, a Utah para “cosechar” estos detectores en el desierto de Utah. Y esto fue un paso muy importante al principio del proyecto que aún continuamos en el estado de Nebraska. Ahora usamos los detectores del experimento previo de James en las preparatorias de Nebraska.

La iniciativa de Snow para usar los detectores que se desecharían de un experimento para la educación científica en el estado de Nebraska fue interesante por dos razones: la primera es que de este modo los estudiantes de preparatoria pueden aprender haciendo detecciones de rayos cósmicos con aparatos sofisticados; la segunda es que cuando los grandes experimentos tecnocientíficos terminan su vida útil, generan una gran cantidad lo que alguna vez fue tecnología de punta y generalmente se desechan. Durante la creación del proyecto para las preparatorias de Nebraska, Snow demostró ser un buen gestor para obtener infraestructura para proyectos educativos sobre rayos cósmicos; sin embargo, esto no le dio una preparación sólida para la comunicación de la ciencia.

Hoy en día, las labores de Gregory Snow como “outreach and education task leader” consisten en “coordinar” los esfuerzos de educación y comunicación de la ciencia que llevan a cabo los miembros de la colaboración. La cantidad de científicos que participan con actividades para distintos tipos de públicos varía año con año, pero en promedio son veinte. Ellos crean exposiciones, participan en eventos, realizan videos o materiales, que se distribuyen en diferentes países del mundo. Por ejemplo, un grupo de investigadores holandeses creó una discoteca con láseres que simulaban rayos cósmicos, mientras que un grupo de investigadores italianos construyó una cámara de neblina (un tipo de detector de rayos cósmicos) para un museo.

Greg Snow solamente está presente en el Observatorio durante las reuniones semestrales de la colaboración, cuando presenta un informe de las actividades de educación y comunicación de la ciencia que han reportado los científicos interesados en dichas áreas. Por ello, Snow tiene una interacción muy superficial o nula con los visitantes que llegan al observatorio cuando hacen visitas turísticas a la zona o con las comunidades rurales más cercanas al Observatorio.

En este punto es importante comentar que los tanques del Observatorio están colocados en tierras de las que son dueños los habitantes de la zona de Malargüe. A ellos se les paga una cuota simbólica, de aproximadamente diez dólares, para rentar el espacio. pero no se les incluye en la toma de decisiones sobre el arreglo del Observatorio, ni tampoco se les informa puntualmente el propósito del mismo.

Producto de esta falta de información, se corrió el rumor entre la población local de que los tanques de plástico llenos de agua, distribuidos en sus tierras, servían para “atraer radiación” que les podía causar daños a ellos y a su ganado. Este rumor preocupó a los habitantes de Malargüe, pues pensaban que su ciudad se volvería radiactiva.

Cuando se iniciaron las labores del Observatorio hace más de diez años, se hicieron algunos eventos públicos en Malargüe para anunciar la inauguración del proyecto. Sin embargo, en fechas recientes, se han hecho pocos esfuerzos por comunicar su propósito a las personas que viven cerca del mismo. Es por ello que la mayoría de los jóvenes de la localidad, que en el momento de la inauguración del Observatorio eran niños, desconocen qué tipo de investigaciones se llevan a cabo en él.

La persona encargada del “área de comunicación de la ciencia” local en el momento de mi visita era Analía Cáseres. Su trabajo consistía en encargarse del Centro de Visitantes, que está dentro de las oficinas centrales del laboratorio y que presenta algunas maquetas de los tanques. Además, debe dar varias pláticas de divulgación de la ciencia al día y hacer visitas guiadas. Analía es un caso excepcional entre los encargados de las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica. Ella solamente terminó la secundaria, y los directivos del Observatorio la reclutaron cuando la vieron dar visitas guiadas como

parte de la oficina turística local. No recibió ninguna preparación en comunicación de la ciencia o en física, solamente le proporcionaron unas notas donde se explicaba el funcionamiento del experimento. A pesar de esto, ella es una de las personas que mejor conoce el Observatorio y tiene una comprensión profunda de sus temas de investigación, pues empezó a trabajar en el proyecto desde su creación.

El estatus de Cásares es el de personal administrativo y está contratada para hacer divulgación de la ciencia y algunas “tareas extras” como atender la tienda, realizar inventarios, mantener la página de Internet, generar folletos y láminas, además de llevar el inventario de la biblioteca. Aunque se espera que Cásares tenga los conocimientos necesarios para llevar a cabo distintas acciones de comunicación de la ciencia, no se le otorga capacitación. Durante los años en que ha trabajado en el Observatorio, nunca se le ha dado la oportunidad de proseguir con sus estudios.

Las acciones de comunicación de la ciencia del Observatorio están dirigidas a niños desde los cuatro años de edad, hasta estudiantes de nivel universitario. Cásares tiene que dar pláticas dirigidas a cualquier tipo de público o cualquier modalidad. Al Observatorio llegan muchas escuelas, en particular “jardincitos iniciales”. También asisten personas de la localidad: amas de casa, el panadero de la cuadra, grupos de jubilados, turistas y científicos visitantes.

Cásares también prepara material de divulgación de la ciencia, por ejemplo, folletos, animaciones, o materiales didácticos. Para obtener información, le envía correos electrónicos a los “task leaders” de los experimentos o se entrevista con ellos cuando se encuentran en Malargüe. Con estos contenidos, prepara notas para la página web y para que sirvan para divulgar los experimentos. Cásares comenta que como ella no es física, un científico siempre tiene que revisar y autorizar cada una de sus publicaciones.

Los temas que se comunican en el observatorio se eligen dependiendo de los científicos que visiten Malargüe, pues ellos tienen que comentar cuáles son los cambios más novedosos en sus experimentos. Cuando hay un visitante importante, por ejemplo, un premio Nobel, se le hace una entrevista y se publica su fotografía. También se les envían notas a los medios de comunicación, lo que ha logrado que el Observatorio tenga una presencia mediática importante en Argentina.

Finalmente, el observatorio contrató a un grupo de productores profesionales para que hicieran un video sobre el observatorio, titulado “El cielo a sus pies”,¹⁵⁰ que está hecho dentro del modelo de déficit.

4.5.5 Organización de eventos

Cásares organiza algunos eventos locales. Por ejemplo, se organizó un evento para anunciar una publicación importante de los miembros del laboratorio en la revista *Science*. Se invitó al público local y se hizo una campaña en medios para difundir el anuncio.

El Observatorio Pierre Auger organiza anualmente una feria de ciencias, que tiene lugar en las oficinas centrales del laboratorio. Se convoca a los maestros y estudiantes de Malargüe, de todos los niveles de escolaridad, a presentar proyectos de ciencia. Los científicos del laboratorio son los jueces de la feria. De acuerdo a Snow, “esto les da una oportunidad única a los niños de la comunidad de interactuar con científicos”.

Finalmente, otro evento en el que participan los científicos del Observatorio es el “desfile cívico-militar de Malargüe”, uno de los eventos más importantes de la localidad. Durante este evento, crean una comitiva para desfilan llevando mantas del Observatorio, con el objetivo de que la comunidad “tenga la oportunidad de interactuar con los científicos”.

4.5.6 Acciones de comunicación de la ciencia para comunidades rurales

Analía Cásares inició un proyecto de comunicación de la ciencia para las escuelas rurales locales. La idea era visitarlas para llevar material didáctico, por ejemplo, dibujos del Observatorio para iluminar, con el objetivo de acercar la ciencia a los niños pequeños y de que convivieran con los científicos. Para Cásares es importante “la posibilidad de que los niños se sientan a tomar un mate con un científico francés o alguien de otro lugar del mundo, de que conozcan algo más que el campo, que es lo que siempre ha conocido su familia, desde sus abuelos”.

¹⁵⁰ El video se puede ver en: <https://www.youtube.com/watch?v=1ZORGubbOes>

Cásares pronto se dio cuenta de que antes de llevar a cabo un proyecto de comunicación de la ciencia en las escuelas rurales, había que ayudarlas a conseguir recursos para que obtuvieran los materiales más básicos, pues las escuelas tenían carencias muy fuertes. Por ejemplo, los niños pasaban mucho frío en invierno, sin calefacción ni cobijas, a temperaturas de menos veinte grados centígrados. Entonces con ayuda de los científicos y los estudiantes del laboratorio consiguió donar útiles escolares, mobiliario y cobijas. Esto fue una gran ayuda para las escuelas. Sin embargo, los directivos del Observatorio decidieron parar el proyecto, pues los fondos que se consiguieran tenían que estar destinados a la comunicación de la ciencia y no a ayudar a las escuelas pobres.

4.5.7 Análisis del proyecto

Sin duda alguna, el proyecto de comunicación de la ciencia del Observatorio Pierre Auger pertenece al modelo de déficit. Está basado en la premisa de darle a los miembros de la localidad de Malargüe “la oportunidad de interactuar con los científicos”. Sin embargo, esta premisa resulta complicada. Por una parte, las interacciones entre los miembros de la localidad y los científicos son superficiales. La mayor parte de los habitantes de Malargüe ignora cuál es el objetivo del Observatorio y están preocupados por las consecuencias que podría tener su cercanía. Los miembros del Observatorio son poco sensibles a las necesidades de las comunidades rurales cercanas, y más allá del proyecto para escuelas rurales de Analía Cáseres, no han logrado apoyar a la comunidad.

Este es un caso en el que un proyecto tecnocientífico de punta, con una colaboración internacional muy importante, se inserta como un proyecto de colonialismo científico.

Otro punto importante en el análisis de este proyecto es el lugar que se le ha dado a Analía Cáseres dentro de la colaboración. Por un lado, ella tiene todas las tareas de una comunicadora de la ciencia profesional, sin ningún reconocimiento y sin oportunidades de que el proyecto la apoye para superarse profesionalmente. Ocupa el escalafón más bajo de la jerarquía por el hecho de no tener un grado en física o en comunicación de la ciencia, ni la posibilidad de tenerlo.

4.6 Instituto de Astrofísica de Canarias

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) es un centro de investigación español, integrado por su sede central en La Laguna (Tenerife), el Centro de Astrofísica en la Palma (CALP), el Observatorio de Teide (Tenerife) y el Observatorio de Roque de los Muchachos (La Palma). Durante la investigación etnográfica para este trabajo, visité dos sedes: la sede central y el observatorio de Roque de los Muchachos.

La sede central consiste en un pequeño instituto con cubículos para los investigadores y algunos salones comunes. En este espacio hice las entrevistas. Sin embargo, lo más impresionante de mi visita fue poder subir al Observatorio de Teide, que está en la cima de una montaña en el parque nacional Roque de los Muchachos. En mi visita me acompañó un científico del laboratorio, que me llevó en auto hasta el observatorio. Manejó el auto durante una hora. Subimos tanto, que las nubes quedaban debajo de nosotros. Las gentes de la localidad se refieren a esto como “el mar de nubes”. Al llegar a la cima pude ver un impresionante despliegue tecnocientífico donde el elemento más importante es el Gran Telescopio de Canarias (Gran Tecan), un imponente aparato plateado que se usa para investigar los agujeros negros, las galaxias y las estrellas más alejadas del sistema solar, en cuya construcción participó la UNAM.

Los fines del IAC son la investigación astrofísica, el desarrollo de instrumentación científica y la divulgación de la ciencia.



El Gran Tecan y la vista del “mar de nubes”

4.6.1 El proyecto de comunicación de la ciencia

El proyecto de comunicación de la ciencia del IAC es uno de los más longevos y más exitosos que encontré durante este trabajo. En el momento de mi visita estaba encabezado por Luis Antonio Martínez Sáez, jefe del Gabinete de la Ciencia del observatorio, es decir de la Unidad de Comunicación Científica, que abarca la comunicación de la ciencia en general, y por otra parte, la divulgación de los temas que se investigan en el laboratorio. Es licenciado en física con especialidad en ciencias de la comunicación. El proyecto se fundó en 1984, siendo un proyecto pionero en los institutos españoles. Hoy en día, el proyecto recibe el nombre de “Oficina de cultura científica”.

Respecto a los primeros retos que tuvo durante la creación de la oficina, pionera en los institutos españoles, Martínez Sáez comenta lo siguiente:

El primer reto fue interno, fue encontrar el modo de crear “una cadena de interacción”. Al principio fue muy difícil convencer a los científicos de

compartir sus conocimientos con la sociedad, usando el lenguaje de la sociedad. ¡Esto es lo que significa divulgar la ciencia!

Al principio hay que convencer e incluso convertir a los científicos para que acepten apoyar al proyecto de comunicación de la ciencia, que al final lo único que hace es crearles a ellos una red para que la sociedad los apoye. Pero ellos están tan embebidos en su mundo y están tan convencidos de que lo que hacen es tan fundamental, que no buscan ese encuentro, pues creen que su trabajo ya es suficientemente importante como para que lo reconozca la sociedad que les paga.

Él considera que una oficina de comunicación de la ciencia es la “inversión más rentable de un instituto”. La razón es que los ciudadanos, “que son los clientes de toda investigación científica”, son los que pagan la investigación y tienen que tener retribuciones, que él llama “retornos sociales de la ciencia”:

- Los ciudadanos deben poder elegir dónde van sus fondos. Cada centro de investigación tiene que demostrar que lo que hace es relevante.
- Los ciudadanos tienen derecho de que se conviertan en cultura los descubrimientos del centro. Los científicos deben explicar en el lenguaje de la sociedad su conocimiento, de modo que aumenten el conocimiento de los demás.
- Los científicos tienen que poder transferir tecnología, de modo que esa tecnología se aproveche. El producto de los institutos es su conocimiento. Tienen que saber vender su producto.

Para Martínez Sáenz, el centro debe tener una actitud receptora de la gente y llevar a cabo acciones de hospitalidad. Por ejemplo, hay que tener una exposición permanente en la entrada del instituto de las cosas que se investigan en él. También es importante hacer jornadas de puertas abiertas, donde se le muestre a los visitantes cómo se trabaja en realidad. “Los centros e institutos tienen que estar abiertos de alguna manera”.

El comunicador español también comenta que en España hay una red de unidades de cultura científica, pero se ha reducido a los gabinetes de prensa, que

de acuerdo con Martínez Sáenz no son los proyectos más adecuados para un instituto:

Generalmente se han convertido en gabinetes de loa a los directores o a los científicos, o lugares que se dedican a filtrar para que no salgan notas negativas. Tienen la mentalidad de los gabinetes de las empresas, que solo se dedican a decir cosas buenas de las empresas. ¡Esto no puede ser! Los gestores de los centros se deben dar cuenta de que la comunicación es la otra cara de la investigación, es la cara que le corresponde a la sociedad.

Para el comunicador español, se deben usar todos los medios y todas las estrategias existentes para hacerle llegar la ciencia a la sociedad. “Hay que estar en la cresta de la ola para tener mayor impacto en los medios”. Hay que implicar cada vez más a los científicos en la comunicación de la ciencia y hacerles ver que es por su interés. Tienen que saber publicitar su producto, de un modo serio y riguroso, tienen que saber decirle a la sociedad la importancia de lo que haces”.

4.6.2 Las acciones de comunicación de la ciencia

Como todas las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica, el IAC lleva a cabo las acciones de un gabinete de prensa clásico; sin embargo, no se queda ahí, pues continuamente pone en marcha proyectos e iniciativas divulgativas dirigidas a la comunidad educativa y al público en general. Entre otras cosas, se imparten conferencias de divulgación, se organizan concursos y exposiciones de carácter científico y tecnológico, se participa en ferias y en proyectos con telescopios.

También se crean contenidos para el programa de radio *Coffe break*, y videos con el productor residente Daniel López, autor del video en *time lapse* titulado “El cielo de Canarias”.¹⁵¹ Este video corresponde más a un video de arte que a uno de ciencia, pues muestra la belleza del observatorio de Roque de los Muchachos.

¹⁵¹ <https://www.youtube.com/watch?v=jaQwfJRVEuU>

También se crean exposiciones de divulgación de la ciencia como la de 100 Lunas cuadradas, una exposición con imágenes obtenidas por los instrumentos del observatorio.

Otro proyecto interesante es “Astroaula” que tiene como objetivo despertar el interés en los alumnos de secundaria, bachillerato y licenciaturas científicas, a través de recursos didácticos desarrollados en la oficina de cultura científica. Finalmente, una iniciativa muy original es la de AstroFest de la Palama, en la que el observatorio se convierte en un espacio de turismo científico.

4.6.3 Un desfile de moda cósmica

El proyecto de cultura científica del IAC tiene un fuerte componente artístico, por lo que el instituto ha tenido a varios escultores, pintores y artistas contemporáneos residentes. Sin embargo, uno de los proyectos más originales que ha llevado a cabo fue un concurso para diseñar ropa de alta costura con motivos astronómicos, convocado por el IAC junto con la Escuela de Arte Superior y Diseño. El resultado fueron varias propuestas innovadoras y un desfile de moda cósmica extraordinario, que atrajo la atención de varios públicos ajenos a la ciencia. Este es un ejemplo en el que se usó un medio que pareciera completamente ajeno a la ciencia, para involucrar a nuevos públicos en la apreciación de la belleza de la ciencia.



Algunos bocetos de los diseñadores ganadores del concurso



Imagen de los diseños ganadores durante la presentación en la pasarela

4.6.4 Análisis del proyecto

Como mencioné al principio, el proyecto de comunicación de la ciencia es uno de los más interesantes que visité. Por un lado, el jefe de la oficina tiene claro que el proyecto debe estar enfocado en la sociedad y no en hacerle propaganda al director o a los científicos importantes. Por otro lado, se usan todos los medios posibles para comunicar la ciencia de una manera atractiva y original, con el propósito de involucrar a una gran diversidad de públicos. Este es uno de los proyectos de comunicación de la ciencia más exitosos del mundo.

4.7 Laboratorio Nacional del Gran Sasso

Para llegar al Laboratorio Nacional del Gran Sasso hay que viajar en auto alrededor de 120 kilómetros desde Roma, por la carretera Roma-L'Aquila, hasta llegar hasta el túnel que se encuentra al pie del Monti della Laga en la Vía Galilei. Mi anfitrión en el laboratorio, un científico que me llevó en auto a la dependencia, se paró a mitad de la carretera frente a una puerta escondida en la montaña. Tocó un timbre y la puerta se abrió para mostrarnos un escenario digno de una película de James Bond: el Laboratorio Nacional del Gran Sasso, el laboratorio subterráneo de física más grande del mundo.

Los científicos del laboratorio se encargan de investigar la física de los neutrinos, en particular de los neutrinos producidos de manera natural en el Sol y

en explosiones de supernovas; además hacen investigaciones sobre materia oscura y reacciones nucleares. El laboratorio está construido en una montaña porque el tipo de roca del lugar funciona como un escudo natural para los rayos cósmicos que provienen del espacio. Gracias a este escudo, dentro de la montaña el flujo de rayos cósmicos se reduce un millón de veces, lo que permite estudiar otras partículas como los neutrinos, con una menor cantidad de “ruido cósmico”.

El laboratorio tiene un programa de comunicación y relaciones públicas “encargado de hacer que las personas de las comunidades cercanas estén enteradas de los avances en cosmología y física de partículas”. La idea detrás del proyecto es que el público visite el lugar para aprender sobre física, al tiempo que disfrutan el paisaje natural. Cada año hay cerca de 8000 visitantes al laboratorio que son principalmente jóvenes de preparatoria.

También se lleva a cabo un día de puertas abiertas en colaboración con los profesores de las preparatorias cercanas en el que se invita a los estudiantes a visitar el laboratorio subterráneo, y donde se lleva a cabo un “Carnaval de física” que consiste en una serie de conferencias para el público en general. También se organiza anualmente una competencia llamada “Yo también soy un científico” en la que se invita a los estudiantes de todos los niveles, desde preescolar hasta preparatoria, a planear y presentar un proyecto científico. Al final se le otorga un premio a la mejor presentación.

La oficina de comunicación de la ciencia del Laboratorio también ha creado equipamientos para comunicar la ciencia. En particular, construyeron un detector portátil de rayos cósmicos para hacer demostraciones en eventos públicos. También ha participado en la creación de un pequeño museo de física y astrofísica, llamado “El Galileium”, que tiene exposiciones interactivas temporales y permanentes. El objetivo del museo es “involucrar al visitante, haciendo la ciencia accesible para todos y dejando que los visitantes interactúen con todos los equipamientos sin importar su nivel de educación”. En su primer año, el museo tuvo algunas iniciativas públicas como las obras “Guarda che Luna”, “El día solar” y varias pláticas de divulgación de la ciencia para el público en general.

Escogí visitar Gran Sasso no solamente por su proyecto de comunicación de la ciencia, sino por dos casos de controversias mediáticas en las que participó la dependencia, que detallaré en los siguientes apartados.

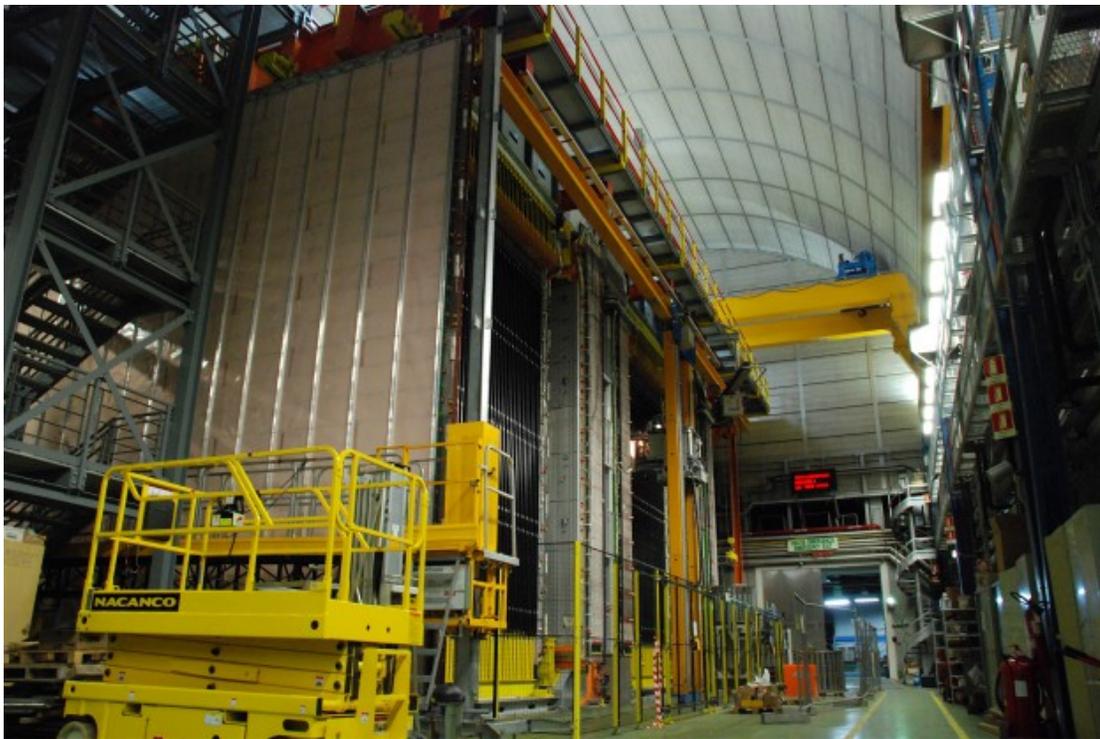
4.7.1 Desechos tóxicos

En 2003 el Laboratorio cerró sus puertas temporalmente debido a que los habitantes de la localidad cercana de L'Aquila estaban preocupados porque se estaban tirando desechos tóxicos a las reservas de agua locales.¹⁵² Esta preocupación se inició cuando un técnico tiró cincuenta litros de aceite provenientes de la limpieza de uno de los detectores de neutrinos a un arroyo cercano. Aunque finalmente se concluyó que los desechos del Laboratorio no representaban ningún riesgo para las fuentes de agua locales, a los habitantes de L'Aquila no les parecía bien tener cerca un proyecto cuyas implicaciones desconocían. A partir del incidente anterior, la comunidad mantuvo una actitud de rechazo hacia el proyecto, que no cambió sino hasta 2009 cuando L'Aquila sufrió un terremoto de 6.7 grados en la escala de Richter. El terremoto destruyó gran parte de la ciudad, dejando a muchos de los habitantes sin hogares. Sin embargo, debido a que el Laboratorio está construido con firmes estructuras de metal, fue uno de los pocos lugares de la zona que no sufrió daños. Por ello, los directivos de la dependencia decidieron convertirlo en un albergue para las personas que perdieron sus hogares. Durante el tiempo en que los habitantes de L'Aquila vivieron en el Laboratorio, se creó un acercamiento entre los científicos y la comunidad, que modificó completamente las relaciones entre ambos. Cuando en un acto de hospitalidad invitaron a la gente a recorrer el lugar y a aprender sobre los experimentos. Gracias a ello, los ciudadanos de L'Aquila dejaron de ver al Laboratorio como un lugar ajeno y misterioso, para convertirlo en parte de su comunidad. Después de este incidente se inició el programa de visitas al Laboratorio.

¹⁵² La información acerca del caso se tomó de: <https://www.newscientist.com/article/dn3800-pollution-hazard-closes-neutrino-lab/>

4.7.2 El caso de los neutrinos superlumínicos

En 2011, el experimento Opera (Oscillation Project with Emulsion –t Racking Apparatus) del Laboratorio Nacional del Gran Sasso llevó a cabo un experimento en conjunto con el CERN para estudiar neutrinos. El experimento consistía en enviar un haz de neutrinos desde el CERN hasta Gran Sasso y medir el tiempo que tardaba en llegar de un lugar a otro. De acuerdo con la medición, el haz había llegado en tan poco tiempo que tendría que haber viajado a una velocidad mayor a la de la luz. De ser cierto, este resultado sería una contradicción a la teoría de la relatividad que postula que nada puede viajar más rápido que la luz. Entre otras cosas, este resultado abriría la posibilidad de la existencia de los taquiones, partículas teóricas que pueden viajar al pasado. El resultado de este experimento se publicó en Internet en forma de *preprint*, es decir, como publicación preliminar no arbitrada.



El experimento Opera, en el Laboratorio Nacional del Gran Sasso

De acuerdo con Roberta Antoli, quien era la jefa de comunicación y relaciones públicas en el momento en que visité el Laboratorio, un reportero encontró la nota

en Internet y entrevistó a un investigador posdoctoral miembro de la colaboración Opera al respecto. El investigador dio la entrevista sin consultar a la oficina de comunicación del Laboratorio. El resultado fue un *boom* mediático en el que la noticia dio la vuelta al mundo, y que puso al Laboratorio en la luz pública a nivel mundial. Sin embargo, en 2012, Sergio Bertolucci, el director del CERN, anunció en una rueda de prensa que la primera medición que se hizo del experimento estaba mal y que en los experimentos posteriores se había encontrado que la velocidad del haz era la de la luz. Los periodistas de todo el mundo culparon al Laboratorio Nacional del Gran Sasso de sacar una noticia falsa a la luz. Aunque los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de la dependencia no tomaron la decisión de hacer públicos los resultados preliminares de los experimentos sí fueron los encargados de atender a la prensa mundial y de cargar posteriormente con el estigma de una dependencia que publica resultados falsos. El daño que le hizo esta nota al Laboratorio fue tan grande que el jefe del experimento Opera renunció a su cargo.¹⁵³ Este es un caso muy interesante que muestra el poder de los medios de comunicación obrando en contra de un proyecto, pues el hecho de que un científico anunciara un descubrimiento preliminar que resultó ser falso hizo que el jefe del experimento perdiera su reconocimiento y que el experimento perdiera su financiamiento.

¹⁵³ Se puede leer más sobre el caso en: <https://www.bbc.com/news/science-environment-17560379>

Sección V: Las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de la UNAM

En esta sección analizaré los proyectos de las oficinas de comunicación de la ciencia de tres institutos de la UNAM: el Instituto de Astronomía, el Instituto de Física y el Instituto de Ciencias Nucleares. Aunque desde el momento en que inicié este trabajo doctoral hasta la fecha han surgido otras oficinas, consideré por una parte que estos proyectos tienen varios puntos de estudio importantes, y por otro llevan a cabo investigaciones en el área de la física, que es el área de interés de este trabajo doctoral.

5.1 El Instituto de Física de la UNAM

De acuerdo con su página de Internet¹⁵⁴, el Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM) se creó en 1939 y se ha convertido en uno de los centros de investigación en física más importantes de México. El primer director del Instituto fue Alfredo Baños, que había regresado a nuestro país poco antes de tomar el cargo, después de obtener su doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Cuando se creó el IF, el instituto estaba ubicado en un gran salón del Palacio de Minería, sede de la Escuela Nacional de Ingenieros. En dicho espacio se encontraba la oficina del director y un Laboratorio de mediciones eléctricas, que fundó Blas Cabrera, un científico español que abandonó su tierra durante el régimen de Franco. En el salón también había escritorios para dos estudiantes de licenciatura, Octavio Cano y Marcos Moshinsky.¹⁵⁵ Este último fue el primer físico mexicano en obtener reconocimiento a nivel mundial y se le considera uno de los padres de la física en México. En la azotea del Palacio de Minería se instaló un detector de rayos cósmicos

¹⁵⁴La página del Instituto de Física de la UNAM se encuentra en: <https://www.google.com.mx/search?q=instituto+de+f%C3%ADsica+unam&oq=instituto+de+f%C3%ADsica+unam&aqs=chrome.0.57j5j0l2j60l2.4654&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

¹⁵⁵ Marcos Moshinsky Borodiansky (1921-2009) fue un destacado físico mexicano de origen ucraniano. Durante su vida recibió varios reconocimientos, entre ellos el Premio Príncipe de Asturias de investigación Científica y Técnica en 1988.

a petición de Manuel Sandoval Vallarta.¹⁵⁶ Esta área de estudio se volvió una de las más importantes en varios de los institutos científicos de la UNAM.

Durante los años cincuenta se inició la construcción de la Ciudad Universitaria, en el Pedregal de San Ángel. Poco después de que se terminó, el IF se ubicó en la Torre de Ciencias, que hoy se conoce como Torre de Humanidades II. En ese momento, trabajaban en el instituto 17 investigadores. Posteriormente, se trasladó a un edificio en la zona de institutos de investigación científica, que sería su hogar permanente.

Actualmente, el instituto cuenta con 190 académicos, que hacen investigación en temas como física teórica, materia condensada, sistemas complejos, biocomplejidad y redes, dosimetría, física médica, pinzas ópticas, propiedades ópticas de defectos en sólidos, y altas energías, entre otros.

5.1.1 La Unidad de Comunicación del Instituto de Física de la UNAM

La Unidad de Comunicación del Instituto de Física de la UNAM se fundó en 2011, con un primer proyecto que no funcionó, pues no logró involucrar a los investigadores de la dependencia. En febrero de 2012 se inició un segundo proyecto que en el momento de mi visita estaba a cargo de Aleida Rueda.

Antes de la llegada de Rueda, el IFUNAM tenía la certeza de que era importante hacer comunicación en el Instituto. Los directivos conocían bien la experiencia de otros institutos, en particular la del Instituto de Ciencias Nucleares, y sentían la necesidad de que las investigaciones de sus miembros tuvieran mayor difusión. No tenían expectativas acerca de el tipo de proyecto que podría funcionar en el Instituto, el modelo que tendría que seguirse, o la formación de la persona encargada de la Unidad de Comunicación.

Aleida Rueda tiene una formación de periodista profesional. Cursó una licenciatura en Ciencias de la Comunicación con especialidad en Periodismo y es pasante en Estudios Latinoamericanos. También cursó una Maestría en Periodismo de Agencia en la Universidad Rey Juan Carlos en España y un Diplomado en

¹⁵⁶ Manuel Sandoval Vallarta (1899 –1977) fue un físico mexicano, considerado uno de los pioneros de la física mexicana. Se le conoce principalmente por sus numerosas contribuciones a la física teórica, especialmente a la física de los rayos cósmicos.

Periodismo para Países en Desarrollo, en el Instituto Indio de Comunicación de Masas, en Nueva Deli, India.

Rueda obtuvo parte de su formación profesional trabajando en la Unidad de Comunicación de la Dirección General de Comunicación de la Ciencia, a cargo de Javier Cruz, uno de los periodistas de ciencia más reconocidos de México. Bajo la tutoría de Cruz, Rueda trabajó en su tesis para obtener el título de Licenciada en Ciencias de la Comunicación, titulada *La síntesis como herramienta en el periodismo de ciencia. Un análisis comparativo con su uso en la literatura infantil*. En este trabajo, Rueda propone un método para extraer información de los artículos científicos publicados en revistas arbitradas, para después redactar un reportaje. Entre los divulgadores, este método se conoce como “método Aleida”. En él, Rueda propone usar al “abstract”, resumen que aparece en la primera sección de un artículo científico, “para que el periodista identifique el argumento científico, entendido como las relaciones causa-efecto en un hecho científico” (Rueda 2007: 6). Una vez que estas relaciones se han identificado, el reportero puede escribir un reportaje a partir de una síntesis del artículo científico basada en el “abstract”. El “método Aleida” puede resultar de gran utilidad para los periodistas que no tengan formación científica, pues está basado en la identificación de argumentaciones lógicas. Sin embargo, su uso puede complicarse cuando el “abstract” del artículo contiene una gran cantidad de fórmulas.

De acuerdo a la página de Internet del Instituto de Física, los objetivos de su Unidad de Comunicación de la Ciencia son los siguientes:

La Unidad de Comunicación (UCIF) del IFUNAM se encarga de informar a la ciudadanía acerca del trabajo que realiza el instituto, así como de proveerle de un contexto y un análisis crítico de los trabajos de investigación científica que se realizan dentro y fuera del país.

Para ello, pone a su disposición las más recientes noticias en torno a los principales temas de interés en el área de física, así como las más recientes contribuciones al conocimiento científico de los investigadores del IFUNAM y su monitoreo en los principales medios de comunicación.

La UCIF también funciona como enlace con los medios de comunicación interesados en contribuir a la distribución del quehacer científico en el área de física, tanto para la ciudadanía mexicana como a la del mundo.

En la práctica, la Unidad de Comunicación del IFUNAM está planteada como un gabinete de prensa, basado en estrategias como “el método Aleida”. De acuerdo con Rueda, la oficina trata de seguir un modelo particular para hacer periodismo de ciencia dentro del Instituto. La línea que sigue es la misma que la de la Unidad de Comunicación de la DGDC, y consiste en un periodismo que intenta incluir explicaciones y fuentes científicas, lo más fidedignas posibles. Para lograrlo, Rueda y su equipo, que en el momento de la entrevista estaba conformado por dos becarios, un estudiante de servicio social y dos voluntarios, realizan un estudio previo del tema, construyen guiones para llevar a cabo entrevistas, y crean reportajes que se publican en la página del IFUNAM, en la *Gaceta UNAM* y en otros medios de comunicación.

Para la periodista, lo que importa es generar información que le pueda ser útil a un ciudadano para tomar decisiones. Los miembros de su oficina tratan de generar información accesible en cuanto a las explicaciones o el lenguaje. Como comenta Rueda, “la idea es hacer un tipo de periodismo en el que confluya la física con algún sentido de la vida cotidiana. Hay que traducir o reportar el conocimiento del instituto sin perder la precisión científica”

En un instituto en el que hay 110 investigadores y 80 técnicos académicos, la elección de los temas que se van a reportar puede ser complicada. No obstante, Rueda organizó un sistema que consiste en crear una cartelera semanal de eventos a los que se les debe dar cobertura periodística. Esta cartelera incluye seminarios, coloquios, charlas y entrevistas con invitados especiales. Cada uno de los miembros de la oficina cubre un evento a la semana para crear reportajes. Asimismo, se generan noticias a partir de artículos que se consideren importantes en el IFUNAM y notas sobre temas controversiales relacionados con la física. También se escriben textos sobre los premios que obtienen los investigadores y noticias de la comunidad.

De acuerdo a Rueda, el público para estos productos es, en primer lugar, la gente del Instituto, pues se le da difusión a todo lo que la oficina de comunicación produce en la página de Internet. En segundo lugar, el público que pertenece a las redes sociales. En tercer lugar, los medios de comunicación a través de los cuales se alcanza al público en general.

Rueda cree que este modo de trabajar ha sido positivo para la imagen de la Unidad de Comunicación del IFUNAM, pues sus miembros han recibido comentarios y felicitaciones sobre su labor. Esto ha contribuido a que la oficina gane visibilidad y confianza por parte de los investigadores. Sin embargo, el tipo de noticias que se generan, por ejemplo, aquellas en las que se reporta un seminario especializado, son poco relevantes para un público amplio.

Por otro lado, aunque la mayor parte de las oficinas de comunicación de la ciencia que se estudiaron en este trabajo llevan a cabo acciones de periodismo científico, regularmente las complementan con acciones de divulgación de la ciencia. El que una oficina se concentre solamente en acciones de periodismo científico puede limitar los alcances de la transmisión de la información que genera.

Rueda ha llevado a cabo un trabajo de gran relevancia en el IFUNAM, creando un archivo de reportajes y noticias que pueden ser de gran interés para los académicos y los estudiantes que estén interesados en los temas de investigación del instituto. Sin embargo, al tratar de informar a públicos más amplios, Rueda se enfrenta con varias dificultades. Por un lado, se topa con el problema de la objetividad: un periodista de ciencia usualmente labora en un medio de comunicación ajeno a la fuente de las noticias que reporta. En cambio, el jefe de una oficina de comunicación de la ciencia dentro de un instituto reporta los acontecimientos de la dependencia que lo contrata. En caso de que hubiera una controversia o una noticia que pudiera dañar la imagen del instituto, el jefe de una oficina de comunicación de la ciencia no necesariamente podría o querría reportarla. Por otra parte, el periodista de ciencia usualmente contrasta las opiniones de varias fuentes. El jefe de una oficina de comunicación regularmente usa como fuentes a los miembros del Instituto, y algunas veces no hay más que un científico que trabaja en un tema en particular.

Finalmente, otro problema que surge cuando se basan la mayor parte de las estrategias de comunicación de la ciencia de un instituto en acciones de periodismo científico es que los reportajes suelen ser más informativos que explicativos, y en las notas no suele haber suficiente espacio para poner el tema en contexto. En reportajes sobre temas científicos especializados es complicado lograr la comprensión pública de la ciencia sin explicar los antecedentes del tema.

5.1.2 Análisis de una noticia en la página del IFUNAM

Para este análisis se tomó al azar una de las notas que produjo la Unidad de Comunicación del IFUNAM, sobre una investigación que llevaron a cabo tres científicos de la dependencia.

Esta nota se publicó el 29 de noviembre de 2017 en el portal del instituto con el título “Manipulan flujos de calor a través de una nanocavidad”.¹⁵⁷ Es importante observar que este título solamente es comprensible para especialistas en física o química. El artículo continúa del modo siguiente:

Los investigadores Jaime Everardo Pérez Rodríguez, Giuseppe Pirruccio y Raúl Esquivel-Sirvent lograron predecir la posibilidad de suprimir casi por completo y en un rango espectral eligible un tipo de transferencia de calor conocido como transferencia de calor radiativo a campo cercano (NFRHT, por sus siglas en inglés). Sus resultados fueron publicados recientemente en la revista *Physical Review Materials (Rapid Communications)*. A diferencia de otros tipos de transferencia de calor como la conducción o la convección, el NFRHT ocurre por medio de ondas electromagnéticas cuando dos cuerpos se encuentran a distancias nanométricas y a diferentes temperaturas.

Esta transferencia de calor radiativa presenta dos regímenes: por un lado, cuando los dos medios están separados por una distancia mucho mayor a la longitud de onda térmica, el NFRHT es dominado por los modos

¹⁵⁷ Esta nota se puede encontrar en la liga siguiente:
http://www.fisica.unam.mx/articulos_Manipulan_flujos_de_calor_a_traves_de_una_nanocavidad_12017.php

de propagación, mientras que a distancias menores los modos evanescentes son los que dominan, lo que propicia un aumento en el flujo de calor.

Al igual que el título, este párrafo resulta demasiado técnico para aquellos que no son expertos en el tema, pues no se definen conceptos como “rango espectral”, los tipos de transferencia de calor que puede haber y qué es “una transferencia de calor radiativo a campo cercano NFRHT. Un poco más adelante en el texto, se explica que se usaron “nanocavidades” para investigar el flujo de calor NFRHT:

Para poder manipular este tipo de transferencia de calor, los investigadores decidieron enfocarse en [...] la creación de nanocavidades. Las micro o nanocavidades son estructuras diseñadas para confinar una onda electromagnética de cierta frecuencia y hacerla resonar; normalmente se diseñan en un tamaño comparable a la longitud de onda de la luz o, incluso, más pequeña, y están hechas de superficies semi-reflejantes que propician el efecto de resonancia”, explica el investigador Giuseppe Pirruccio. Así que el equipo de investigadores eligió un rango de frecuencia específico y diseñaron una nanocavidad con los materiales ideales para ese rango: un material polaritónico recubierto por capas de metal. El objetivo de usar esta combinación es que podemos inducir un acoplamiento fuerte entre los modos plasmónicos de superficie en el metal y los fonones de superficie del material dieléctrico”, dice Pirruccio.

En este párrafo hay al menos seis términos técnicos que no se definen en el texto: polaritónico, acoplamiento fuerte, modos plasmónicos, fonones de superficie, material dieléctrico. Esto hace que para un lector común sea incomprensible. El artículo concluye del modo siguiente:

De acuerdo con Pirruccio, normalmente, la transferencia de calor radiativo no es tan importante en comparación con los mecanismos de conducción o convección, "pero si vamos muy cerca y a un nivel nanométrico, resulta que

la transferencia de calor radiativo puede ser muy importante e incluso prevalecer sobre los otros mecanismos".

Lo que hicimos fue "básicamente es un filtro térmico", dice Pirruccio. Y una posible aplicación en el futuro podría estar en la nanoelectrónica: "si queremos evitar que el calor dañe el rendimiento de nuestros dispositivos debido a alguna frecuencia que sobrecalienta el sistema, basta con identificar la frecuencia específica y será posible diseñar un filtro térmico que suprima esa transferencia de calor".

Por lo pronto, los investigadores seguirán estudiando este tipo de cavidades desde el punto de vista fundamental y de la física aplicada. Actualmente, gracias a una colaboración entre el Instituto de Física y el Consejo Nacional de Investigación de Italia, están construyendo un microscopio de campo cercano con el que será posible estudiar fenómenos térmicos generales.

Al leer este último párrafo, uno puede hacerse las siguientes preguntas: ¿qué son los mecanismos de conducción y convección que se mencionan?, ¿cuáles son los niveles nanométricos?, ¿qué es un filtro técnico? Como ninguna de estas preguntas se contesta en el texto, podemos concluir que para un lector común el artículo es incomprensible, además de poco atractivo. Por lo tanto, el público meta para este artículo es un público de físicos teóricos y experimentales que deseen estar al tanto del trabajo de sus colegas.

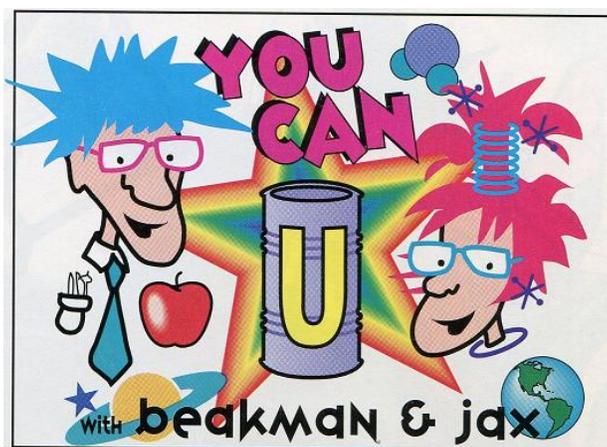
Aunque este tipo de artículos funcionan adecuadamente para informar a la población del IFUNAM de los seminarios e investigaciones que se llevan a cabo en la dependencia, resultan poco útiles para llevar la ciencia a públicos más amplios.

5.1.3 La visita de Beakman a la UNAM

Uno de los fenómenos recientes más interesantes en términos de las acciones de comunicación de la ciencia realizadas por institutos de investigación científica fue la visita de Paul Zaloom, mejor conocido como Beakman, a la UNAM. Esta visita se organizó para festejar el setenta aniversario del IFUNAM, festejo durante el cual se organizaron varias actividades para distintos públicos. Entre ellas, se decidió que

debería organizarse algo dirigido a niños y jóvenes. Aleida Rueda propuso que se invitara a Beakman a dar una función en el instituto.

Beakman es el personaje principal del programa de televisión *El mundo de Beakman*, basado en la tira cómica *You can with Beakman and Jax* de Jock Chrch. Esta tira cómica presentaba experimentos y explicaciones de ciencia para niños.



Cuadro de la tira cómica *You can with Beakman and Jax*

El programa televisivo *El mundo de Beakman* se planteó como un *show* de educación científica para niños y se empezó a transmitir en la cadena CBS de Estados Unidos, el 18 de septiembre de 1993. El programa cobró gran popularidad y se empezó a transmitir en más de 90 países del mundo, hasta que se canceló en 1998.

En el programa, Beakman es un científico que hace experimentos y que responde preguntas del público con ayuda de una chica que es su asistente y de la rata Lester, interpretada por Mark Ritts. Beakman viste una bata de Laboratorio de color verde fosforescente, con varias plumas en los bolsillos; además, su cabello está alborotado.

La caracterización del personaje que interpreta Zaloom corresponde al estereotipo clásico del científico loco. La socióloga Roslynn Haynes realizó un estudio en el que identificó los siete estereotipos primarios de las representaciones de científicos en los medios y en la literatura: el “alquimista malvado”, el “científico

noble” como héroe o salvador de la sociedad, el “científico tonto”, el “investigador inhumano”, el “científico aventurero”, el “científico loco, malo y peligroso”, y el “científico en apuros”, incapaz de controlar el resultado de su trabajo (Haynes, 2003; 248). Dentro de esta clasificación, Beakman corresponde a la descripción del “científico tonto”. Así, en el programa, Beakman es distraído, divertido, y hace experimentos o habla de temas que parecen absurdos.

La estética de *El mundo de Beakman* es similar a aquella de los videos de rock de los ochenta: el peinado del personaje principal tiene una fuerte influencia punk, el escenario tiene un fondo oscuro con verdes, rosas y azules fosforescentes; además, frecuentemente el personaje aparece en tomas con humo.



En la imagen de la derecha aparece la cantante Pat Benetar en el video “Love is a battlefield” que se produjo en 1983. En la imagen de la izquierda aparece Paul Zaloom en *El mundo de Beakman*”.

La visita de Beakman se anunció en las redes sociales del IFUNAM, con apoyo de las del Instituto de Ciencias Nucleares. A los pocos minutos de la publicación, había cientos de comentarios solicitando entradas para el show de Beakman. Ninguno de los organizadores del evento había previsto esto:

Aleida Rueda, coordinadora de difusión del Instituto de Física, dijo que originalmente la visita de Beakman se llevaría a cabo en el IF frente a solo 400 personas, pero como ya ha sucedido en otras ocasiones, la sociedad

mexicana dio la sorpresa y demostró que gusta de la ciencia mucho más de lo que se tenía pensado.

Beakman causó gran expectación en las redes sociales. En un solo día que se anunció su visita, en la página de Facebook del Instituto de Física, miles de personas solicitaron acceso. Y más de cien participaron en un concurso en el que mandaron sus fotografías disfrazados como Beakman para ganar boletos.

En twitter, los fans compartieron experiencias y enseñanzas sobre lo que *El Mundo de Beakman* significó en sus vidas. “Gracias a Beakman sé el orden correcto de los colores en el arcoiris”, “aprendí qué son la fuerza centrífuga y la fuerza centrípeta”, “gracias a él aprendí el porqué de las cosas y llegué a ingeniería” “Estudí biología gracias a él”. Desde la explanada de UNIVERSUM él les contestó: “Nunca me cansaré de escuchar a la gente decir: soy científico gracias a ti”.

El grupo que estuvo más interesado en la visita de Beakman fue el de los jóvenes veinteañeros, pues veían su programa cuando eran niños. En un acto sin precedentes, el Director del Instituto de Física, el Director de Divulgación de la ciencia y el Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM le dieron la bienvenida al actor y lo acompañaron en la rueda de prensa que se organizó por su visita.



La rueda de prensa de Beakman en la UNAM

A los pocos minutos de anunciar que había un sistema de registro para los boletos de las presentaciones de Beakman, se agotaron, y muchos interesados se quedaron sin lugar. Paul Zaloom dio dos *shows* en la explanada de Universum, Museo de las Ciencias, con miles de personas cada una. Ambas se transmitieron en vivo por TV UNAM, donde se calcula que lo vieron más de 200 mil televidentes.

Al día siguiente de las presentaciones, Beakman estaba en la primera plana de todos los periódicos mexicanos importantes. Este fenómeno tomó por sorpresa al mismo Paul Zaloom, pues en Estados Unidos ya no tiene popularidad. Él comentó que se sentía como Sixto Rodríguez, en *Sugar Man*.¹⁵⁸

Los asistentes al *show* estuvieron encantados de ver a Beakman en vivo, lo que hizo que la presentación fuera un éxito mediático. Sin embargo, desde el punto de vista de la comunicación de la ciencia, las presentaciones fueron fallidas. Por un lado, Beakman no es un divulgador de la ciencia, sino un actor que tiene un programa con conceptos muy básicos de ciencia. Por otro lado, la persona encargada de traducir al español lo que decía Beakman fue Alfonso Corraleiro, un artista de doblaje que le había prestado su voz al personaje en la versión para

¹⁵⁸ En la película *Searching for sugar man* (2012) se narra la historia de Sixto Rodríguez, un músico que había sido ignorado en Estados Unidos, pero que ignoraba que tenía un gran éxito en Australia.

televisión mexicana del programa. Sin embargo, Corraleiro no hablaba inglés, y aunque la gente se emocionó al escuchar su voz, los asistentes que no eran bilingües se perdieron del contenido del espectáculo.

5.1.4 Análisis del proyecto

La Unidad de Comunicación de la Ciencia del Instituto de Física ha hecho una labor muy impresionante en términos de periodismo científico para reportar todos los eventos académicos del instituto. Sin embargo, estos reportes están dirigidos a un público especializado, por ejemplo, a los mismos investigadores y estudiantes del instituto, y por lo tanto no son adecuados para el público en general.

Por otro lado, el evento más grande de comunicación de la ciencia que ha tenido el IFUNAM, la visita de Beakman, presenta un perfil opuesto, pues hubo un gran despliegue mediático pensado en el público en general, y un evento sumamente atractivo para los jóvenes, que tenía muy poco contenido científico.

5.2 Instituto de Astronomía de la UNAM

El Instituto de Astronomía (IAUNAM) tiene una tradición importante en comunicación de la ciencia, debido en gran parte al interés público por los temas de astronomía, el interés de sus investigadores por hacer divulgación de la ciencia y a un contacto constante de los astrónomos con grupos de astrónomos amateurs. Durante varios años, sin tener una iniciativa formal en el tema, algunos científicos del IA, en particular Julieta Fierro, llevaron a cabo acciones importantes de comunicación de la astronomía.

Sin embargo, no fue sino hasta 2004 cuando el periodista Rolando Ísita Tornell inició una oficina de comunicación de la ciencia en el IA, que se considera pionera en los institutos de investigación científica de la UNAM. Siendo académico de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y egresado de un doctorado en periodismo por la Universidad Complutense de Madrid, Ísita fue uno de los primeros expertos en comunicación de la ciencia que se involucró cabalmente en los proyectos de un instituto de investigación científica.

En el documento *La astronomía y la opinión pública*, Ísita narra el nacimiento de la Oficina de Información Pública del Instituto de Astronomía de la UNAM,

durante la gestión del Dr. José Franco como Director del IA. Dicha oficina se creó en 2004 usando un modelo de persuasión, con el propósito de “posicionar a la ciencia en general y a la astronomía en particular en la agenda pública de manera competitiva y convincente” (Ísita 2010). Este proyecto también tenía “la intención de contribuir al impulso de una cultura científica en la sociedad, destacar la relevancia de la investigación astronómica en México, resaltar que es una disciplina íntimamente ligada a la historia y cultura del país, y cuyo desarrollo instrumental significa un conocimiento de materiales y procesos de producción de alta tecnología agregada que podría ser útil en las industrias electrónica, óptica, la mecánica, de la informática y las telecomunicaciones” (Ísita 2010). La agenda de esta iniciativa tenía intenciones propagandísticas, y esperaba obtener apoyo de la sociedad para la investigación astronómica de punta.

Los objetivos generales del proyecto original del IA, de acuerdo a Ísita, fueron los siguientes:

- Diseñar la idea de una “imagen” del Instituto de Astronomía
- Asesorar al Instituto y a su comunidad en el trato con los medios de comunicación
- Realización de entrevistas con investigadores
- Organización, gestión y difusión de conferencias de prensa
- Acopio de fotografías de interés para los medios de comunicación
- Concertación de entrevistas para los medios de comunicación
- Asesoría a los investigadores en entrevistas y en la elaboración de material de divulgación
- Seguimiento de la información y eventos difundidos
- Elaboración de un dossier de eventos y noticias
- Desarrollar una guía para la organización de oficinas de información pública en institutos y centros de investigación científica (Ísita 2010).

De acuerdo con estos parámetros, la oficina seguía principalmente una línea en la que se trataba de posicionar al instituto en los medios de comunicación masivos, creando una imagen positiva de la institución. Por otra parte, este proyecto también

buscaba contrarrestar las creencias pseudocientíficas de la población. Es importante mencionar que en la propuesta de Ísita no se tenían en cuenta las opiniones o necesidades del público, y se privilegiaban los intereses de los investigadores en el proceso de comunicación.

La visión sobre las acciones de comunicación de la ciencia del IA se modificó en 2010, cuando se inició la gestión del Dr. William Lee como director del IA. En ese momento se decidió que el Coordinador del Área de Comunicación de la Ciencia debía ser un investigador. Para la tarea se nombró a Elena Jiménez Bailón, una joven investigadora del instituto, sin formación o experiencia en comunicación de la ciencia. Dicha área se fundó para agrupar a toda la gente que se dedicaba a llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia en el IA. En ese momento había tres personas que, aparte de Ísita, realizaban distintos proyectos por instrucciones del director del Instituto.

Los objetivos del Área de Comunicación de la Ciencia, mientras la coordinó Jiménez, fueron los siguientes:

Para nosotros como astrónomos, es fundamental la divulgación de la ciencia. Estamos interesados en que le llegue a la gente lo que hacemos los científicos actualmente. Los temas de frontera. Por supuesto hay que darle antecedentes al público. Creo que también hay que hacer difusión de la institución y de los proyectos institucionales de manera que la gente sienta que se usa el dinero de sus impuestos y los recursos del estado de manera adecuada. Nuestra investigación se está financiando con el dinero de todos. Es nuestra obligación ética y moral informar al público. Además, la ciencia es fundamental para el desarrollo social. Una sociedad con conocimiento, con menos supersticiones, es una sociedad más rica, más sana y más feliz.

Al igual que la visión de Ísita, la visión de Jiménez es deficitaria, y está situada en los intereses de la comunidad científica. Por otra parte, los públicos a los que se dirigían los esfuerzos del IA durante esta etapa fueron el público en general, los estudiantes de la Facultad de Ciencias y la Facultad de Ingeniería de la UNAM, el público que lee la prensa y el público de las redes sociales. También se llevaban a

cabo a cabo acciones para públicos marginales, por ejemplo, los de un reformatorio juvenil. La gestión de Jiménez fue complicada, pues tenía que dedicar la mitad de su tiempo a hacer investigación científica y la otra mitad a la comunicación de la ciencia. Habiendo sido contratada para hacer la primera, su desempeño como investigadora sufría por falta de tiempo. Por otro lado, aunque ella obtenía fácilmente la información científica leyendo artículos académicos o hablando con los investigadores, su comunicación era complicada con los divulgadores. Al no tener una formación en el área, Jiménez no adoptó un modelo particular de comunicación de la ciencia, sino que llevó acciones específicas.

El modelo que ha seguido el IAUNAM en el que se nombra a un investigador como jefe del área de Comunicación de la Ciencia suele ser fallido, pues se le da el poder de dirigir el proyecto a alguien que no tiene conocimiento para hacerlo. Este modelo continuó cuando la oficina del IAUNAM sufrió otra transición en agosto de 2012, cuando se contrató a Brenda Arias, con formación en física y educación, como coordinadora de los proyectos de divulgación del IAUNAM. Aunque Arias coordinaba los proyectos en el momento de mi visita, siempre se le asignó a una investigadora como jefa del área, que recibe el nombre de Departamento de Comunicación de la Ciencia.

La labor de Arias dentro del departamento consiste, en gran medida, en coordinar a todos los miembros del instituto –estudiantes, técnicos e investigadores– que hacen proyectos de divulgación de la ciencia. También gestiona entrevistas con los investigadores y redacta boletines de prensa; además, juega un papel primordial en la organización de los eventos de divulgación del IA.

El objetivo del Departamento de Comunicación del IA es transmitirle al público en general lo que se hace en el interior del IA en materia de investigación e instrumentación, así como hacer difusión al interior de la comunidad del instituto sobre lo que hacen sus miembros. También es una oficina de servicios en el sentido de que se apoya a comunidades y grupos que solicitan información astronómica. Ya sea visitando a las comunidades con telescopios, con pláticas de divulgación, con talleres, o proporcionando información de las investigaciones a través de boletines o de entrevistas.

El modelo de comunicación de la ciencia que se usa actualmente para moldear las acciones de la oficina del IA es el modelo de déficit. Sin embargo, Brenda Arias opina que es importante explorar nuevas maneras de hacer comunicación de la ciencia:

Tenemos que aprender de otras oficinas y adecuar lo bueno a nuestros proyectos. Hay que academizarnos un poco más para entender que hay otros modos de hacer comunicación de la ciencia. Necesitamos abrirnos a otros caminos y no seguir con las formas de divulgación de la ciencia que llevan veinte o treinta años en México. Espero que en algunos años todos los institutos tengan su oficina de comunicación de la ciencia.

Arias está convencida de que la percepción de su departamento es positiva, tanto al interior como al exterior del IA. Casi todo el Instituto está involucrado en divulgación de la ciencia y gran parte de las tareas del Departamento consisten en coordinar los esfuerzos de sus miembros. La gente ya está convencida de la necesidad de una oficina permanente.

Por otro lado, el perfil de Arias es muy adecuado para una oficina de comunicación en un instituto de investigación en astronomía: tiene conocimientos de física y de divulgación de la ciencia y es una persona con gran habilidad para las relaciones públicas, pues está consciente de que el coordinador de un proyecto de esta índole es “la cara del instituto”. Para ella, el jefe de comunicación de un instituto debe tener “50% actitud y 50% aptitud”.

En este punto es importante mencionar que cuando se inicia un proyecto de comunicación de la ciencia, los directivos de los institutos buscan personas capaces de llevar a cabo una gran cantidad de tareas de manera profesional. Aunque esto puede funcionar cuando se plantean las bases de un proyecto de comunicación, indudablemente se debe crear un equipo de profesionales para llevarlo a cabo.

El Departamento de Comunicación del IA llevan a cabo una gran cantidad de acciones. Entre otras cosas, se escriben boletines de prensa, con información que se obtiene a través de entrevistas e interacciones cercanas con los investigadores del instituto. Dichos boletines se envían a la Dirección General de Comunicación

Social, que los distribuye a nivel nacional. También se gestionan entrevistas con los investigadores. Este departamento también maneja la sección de comunicación de la página de Internet del IA, que incluye noticias y anuncios de eventos y actividades de divulgación de la astronomía.

Entre todas las acciones de comunicación de la ciencia que ha llevado a cabo el IA, quizá las que han tenido un mayor impacto son aquellas relacionadas con la organización de eventos.

Uno de ellos es “El reto México”, que consiste en tratar de reunir a la mayor cantidad de personas que observen un mismo objeto con telescopios al mismo tiempo. El objetivo de esta reunión es obtener el “record Guinness”. Actualmente, el evento tiene una periodicidad anual y su objetivo es que la gente se acerque a la astronomía, además de crear vocaciones científicas. Pero el evento más importante entre los que organiza el IA es la “Noche de las estrellas” que discutiremos a continuación.

5.2.1 La noche de las estrellas

Una vez al año la explanada del Zócalo de la Ciudad de México está llena de carpas blancas. Hay un enorme escenario en uno de los extremos, en el que se presentan espectáculos de música. Las carpas de las diversas dependencias que participan están abarrotadas de gente de todas las edades, que se acercan a ver las exposiciones, los experimentos y las pláticas que imparten los científicos acerca de temas relacionados con la astronomía. También hay talleres para niños y telescopios para que la gente observe el cielo.

“La noche de las estrellas” se realizó por primera vez en México el 31 de enero de 2009, en plazas públicas y sitios arqueológicos de 22 estados de la república mexicana con motivo del Año Internacional de la Astronomía. El tema de ese año fue “el cielo de nuestros antepasados” y se habló del legado astronómico de México, los calendarios, las alineaciones arquitectónicas y la visión del cosmos de los mesoamericanos. Este evento se realizó tomando como modelo “La Nuit des

Étoiles”, que se lleva a cabo en Francia para convocar a la sociedad a observar el cielo.¹⁵⁹

La edición de 2012, que analizaré en este trabajo, tuvo lugar el 17 de noviembre de aquel año, y la sede con mayor asistencia fue la del Zócalo de la Ciudad de México, con cerca de 70000 personas. El tema de dicha edición fue “El Universo Maya: el futuro escrito en el pasado”. Este título trataba de hacer alusión al rumor mundial de que el 21 de diciembre de 2012 terminaría el mundo. Este rumor surgió porque dicha fecha correspondía al 13 baktún, que marca el fin de la cuenta larga del calendario Maya. El título que se le dio a la edición 2012 del evento fue desafortunado, porque parecía indicar que las estelas mayas predicen el futuro.

En “La noche de las estrellas 2012” participaron una gran cantidad de sociedades astronómicas y de divulgación científica, centros de investigación y educación superior, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), los planetarios y museos de ciencia del Distrito Federal, varios distribuidores de telescopios, y centros culturales, históricos y arqueológicos. El evento duró alrededor de 10 horas y para manejarlo se necesitaron cerca de 850 voluntarios, entre estudiantes, divulgadores, investigadores y astrónomos aficionados. El IAUNAM es uno de los principales organizadores del evento, junto con la Academia Mexicana de Ciencias y la Dirección General de Comunicación de la Ciencia de la UNAM.¹⁶⁰

En “La noche de las Estrellas” se combinan eventos artísticos con acciones de comunicación de la ciencia. Así, en 2012 se presentaron grupos como “Chilaquiles verdes”, que toca son jarocho, o el Taller Coreográfico de la UNAM, que presentó espectáculos de danza con temas alusivos a los mayas.

Cada año se presenta una conferencia magistral. En 2012, la plática elegida fue la de el Dr. Luis Aguilar, investigador del IA, titulada “El Universo maya: el futuro escrito en el pasado”. Esta plática versó sobre la explicación desde la ciencia de por qué no terminaría el mundo en diciembre de 2012.

¹⁵⁹ La información de esta sección se tomó de la página de la “Noche de las estrellas” en: <http://www.nochedelasestrellas.org.mx/estrellas/index.php/la-noche-de-las-estrellas>

¹⁶⁰ Esta información se tomó de la evaluación de la “Noche de las estrellas 2012”, escrito por Brenda Arias.

Algunos de los temas de las carpas, a las que acudieron cinco o seis mil personas durante el día, fueron “El Universo Maya”, “Astrónomos distinguidos”, “Astronomía educativa”, “¿Quieres ser astrónomo?”, y “Agenda Ciudadana”. Es claro que las carpas que tienen estos títulos están enfocadas, por un lado, a mostrar la importancia de la astronomía y de los científicos. Por otro lado, tienen una intención de reclutamiento, pues tratan de crear vocaciones científicas. La mayoría de las carpas estaban basadas en el modelo de déficit.

Durante el evento también se impartieron varias pláticas de divulgación, con títulos como los siguientes: “¿Qué diablos es el bosón de Higgs y cómo hicimos para finalmente atraparlo?”, “Vida y muerte de las estrellas” y “La Vía Láctea y sus bellas nebulosas”. Estas charlas tuvieron gran afluencia de gente, pues los títulos resultaron atractivos para el público.

Varios medios de comunicación anunciaron y reseñaron el evento. Por ejemplo, la nota del periódico *El Universal* titulada “Noche de las estrellas revelará a los Mayas”¹⁶¹, reporta que el evento se llevaría a cabo con el propósito de “acercar a la gente a la ciencia y la tecnología” [...] y de “eliminar las ideas erróneas sobre visiones apocalípticas”. Por su parte, la revista *Muy interesante* anunció que “La Noche de las Estrellas es un evento multitudinario que desde 2009 se realiza a nivel nacional en la República Mexicana, buscando promover la ciencia a través de la observación del cielo”. Al analizar notas como la anterior, es evidente que los medios de comunicación consideran que este tipo de eventos se hacen para promover a la ciencia y a los científicos.

Aunque es sumamente valioso realizar eventos con temas de ciencia y tecnología para la población mexicana, “La noche de las estrellas” está planteada como una serie de acciones de comunicación de la ciencia, sin un hilo conductor claro, y que en la mayoría de los casos corresponden al modelo de déficit. La gente que asiste al evento muchas veces no está enterada de que su temática es científica, y simplemente se acerca porque ve que hay algún espectáculo musical en el Zócalo capitalino, o en las islas de Ciudad Universitaria. Más aún, el carácter multitudinario del evento hace que la experiencia de los asistentes sea muy variable:

¹⁶¹ Nota del Universal, tomada de <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/74791.html>

algunos asisten a las pláticas de divulgación o tienen una conversación con algún científico o divulgador. Otros más se acercan a tomar los materiales promocionales que se regalan, sin prestarle atención a la ciencia. “La noche de las estrellas” tiene un componente fuerte del modelo *eduteinment*, en el que se hace de la divulgación un espectáculo. Finalmente, “La noche de las estrellas” busca promover la ciencia y convertir a los científicos en figuras públicas, más que entablar algún tipo de diálogo profundo entre varios grupos culturales. Aunque me parece que este evento constituye uno de los esfuerzos más importantes para comunicar la astronomía en nuestro país, creo que sería importante hacer estudios empíricos profundos, y no solamente cuantitativos como se ha hecho hasta ahora, para ver el impacto, en términos de apropiación ciudadana de la ciencia, que pueden tener los eventos masivos como “la Noche de las Estrellas.

5.2.2 Pequeños cosmonautas

“Pequeños cosmonautas” es un ambicioso proyecto de divulgación de la ciencia dirigido a niños de entre 4 y 11 años, que consiste en talleres de distintos temas de ciencia, no solo de astronomía. Este proyecto, encabezado por el Departamento de Comunicación de la Ciencia del IA, ha sido posible gracias a que el instituto obtuvo apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Los talleres se montan en una enorme estructura en forma de nave espacial. Para llevar este proyecto a distintos lugares del país, el IA emite una convocatoria en la que invita a las escuelas a presentar en sus espacios a los “Pequeños cosmonautas”. Para llevar el proyecto a alguna dependencia, el instituto requiere de la disposición de un espacio grande para montar la nave. El montaje dura tres días, se imparten talleres por tres días, y finalmente se desmonta en un día.



Imagen del grupo que maneja los talleres de los “Pequeños cosmonautas” frente a la “nave espacial”

De acuerdo con Brenda Arias, el propósito del proyecto es el siguiente:

A través de la ciencia ficción nos acercamos a los niños para hacerles creer que van a despegar en una nave espacial. En el viaje, ellos serán capaces de llevar a cabo distintas misiones. Al terminar las misiones los condecoramos. Siempre entran con el nivel más bajo y al salir obtienen el nivel de “pequeño cosmonauta”. Su trabajo consistirá en cuidar la nave. En este punto es donde jugamos con la ciencia ficción. Los niños tienen que cuidar a la nave a la que se acaban de subir, que es la Tierra. Nuestro planeta es una nave espacial de ingeniería natural, y si bien no tenemos un timón para llevarla a donde queremos, sí viajamos en ella a través del Universo. Cuando le hacemos creer este espectáculo a los niños, después los “aterrizamos” y los llevamos a una sección llamada “mirador de Marte”. En ella, les mostramos lo difícil que sería vivir en otro planeta. Entonces les planteamos la siguiente disyuntiva: ¿qué sería más fácil, buscar otro planeta o cuidar el nuestro?

Este proyecto, en el que participan Universum, Museo de las Ciencias; los grupos de divulgación Painali y Nibiru, el Instituto de Química y el Instituto de Ecología, es uno de los pocos dentro de los institutos de investigación científica de la UNAM dirigido a los niños. El objetivo de este proyecto es acercar la ciencia a los pequeños

de manera divertida, usando elementos provenientes de la ciencia ficción. Cuando se les da la bienvenida a los niños, se presenta un espectáculo en el que los talleristas están disfrazados con trajes que aluden a los de los astronautas, y se presenta música y video. “Pequeños cosmonautas” puede enmarcarse dentro del modelo de déficit, con un fuerte componente de *eduteinment*.

5.2.3 El Facebook del Instituto de Astronomía

Dentro de las redes sociales que manejan las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos de la UNAM, la más exitosa en términos de audiencias es el perfil de Facebook del IAUNAM.

En el momento de la publicación de este trabajo, el perfil tenía alrededor de 400000 usuarios, un número muy superior al que tienen los otros institutos. Esto se debe, por un lado, al interés que tiene el público en la astronomía, y por otro, al buen manejo del perfil. En él se publican imágenes de gran belleza con temas relacionados con la astronomía, notas sobre los próximos eventos astronómicos y pequeños artículos de divulgación sobre los descubrimientos más recientes del instituto. Este perfil, además, ha ayudado a promover los eventos públicos del instituto, que hoy en día registran una asistencia récord.

5.2.4 Análisis general del proyecto

El proyecto del Departamento de Comunicación del Instituto de Astronomía de la UNAM es muy interesante, pues surgió a partir del interés de la comunidad de astrónomos en hacer comunicación de la ciencia. En un principio, el departamento se enfocó en coordinar los esfuerzos de dicho grupo, para después plantear nuevas estrategias.

El IA ha hecho un gran esfuerzo por posicionarse en la prensa y en las redes sociales, lo cual han logrado exitosamente. Por otra parte, ha enfocado una gran parte de sus esfuerzos a organizar eventos masivos de comunicación de la astronomía. Si bien este tipo de eventos, como la “Noche de las Estrellas” resultan eficaces para atraer a una gran cantidad de gente, la apropiación de la ciencia por parte del público resulta superficial.

El IA realiza acciones de comunicación de la ciencia pensadas para distintos tipos de público: los miembros de las redes sociales, astrónomos aficionados, niños y jóvenes. Las acciones de comunicación del IA transitan entre el modelo de persuasión pública, el modelo de déficit y el modelo *eduteinment*. Aunque es uno de los institutos de la UNAM que ha logrado alcanzar un mayor número de personas para acercarlas a la ciencia, el proyecto está más enfocado a promocionar al instituto que a llevar a cabo diálogos entre distintos grupos, o a promover una apropiación más profunda de la ciencia.

5.3 Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM

Aunque el IA de la UNAM fue el primero en tener un proyecto institucional de comunicación de la ciencia dentro de un instituto de la UNAM, el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM fue el primero obtener una plaza de técnico académico para una persona encargada exclusivamente de la “difusión¹⁶² y divulgación” de las investigaciones que se llevan a cabo en el ICN.

La obtención de dicha plaza fue un antecedente muy importante para las oficinas de comunicación de la ciencia de la UNAM, debido a que las pocas personas que llevaban a cabo estas actividades dentro de los institutos lo hacían de manera informal y muchas veces sin remuneración económica.

La primera etapa del proyecto se inició el 27 de mayo de 2005, durante la gestión del Dr. Alejandro Frank Hoeflich, con la contratación de una sola persona, con una plaza de Técnico Académico Asociado “B” de Tiempo Completo, con el objetivo de que dirigiera las tareas de “Difusión, Divulgación y Promoción de la Ciencia” del ICN. Este divulgador se dedicaba principalmente a organizar visitas guiadas, a realizar carteles sencillos y a anunciar eventos y seminarios, sin tener un plan de trabajo definido o un transfondo teórico que guiara sus actividades.

Este primer proyecto no funcionó por varias razones. En primer lugar, hubo varios conflictos entre el comunicador de la ciencia y los investigadores del instituto. En particular, los investigadores se quejaban de que el divulgador no los escuchaba

¹⁶² En la primera etapa de la oficina de comunicación de la ciencia se equiparaba el término de “difusión” con el de “propaganda” de las investigaciones del instituto.

y de que cometía una gran cantidad de errores de precisión científica y de redacción en la comunicación de sus investigaciones. Cabe mencionar que las entrevistas realizadas para este trabajo muestran que esta una de las principales razones por la que los proyectos de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica se suspenden. En segundo lugar, las labores que llevaba a cabo este divulgador alcanzaban solamente a unas cuantas personas. La dirección del ICN deseaba en ese momento que el proyecto alcanzara al menos a una porción importante de la sociedad del Distrito Federal o, de ser posible, de todo el país. Por lo tanto, el ICN decidió iniciar una segunda etapa, contratando a un especialista en comunicación de la ciencia.

Dicha etapa se inició con el apoyo de un “comité de difusión”, formado por cinco investigadores (uno por cada departamento de investigación del instituto) que fungiría como asesor y evaluador del jefe de la oficina. El director eligió a los miembros de este grupo de investigadores por su interés y experiencia en distintas acciones de divulgación de la ciencia. Para encontrar a la persona idónea, el comité lanzó una convocatoria abierta en la que se solicitaba para el cargo a una persona con formación en un área de la ciencia que fuera afín a las investigaciones del instituto, que hubiera sido entrenado como divulgador de la ciencia, que tuviera entrenamiento como periodista o escritor y que dominara el idioma inglés. Este proceso de selección fue el primero que se realizó para contratar al jefe de una oficina de comunicación de la ciencia en los institutos de la UNAM. Hasta la fecha, en la mayor parte de los casos, se contrata a un estudiante o a un académico del instituto que muestre interés en la divulgación de la ciencia, a pesar de que no tenga una formación profesional en el tema.

El comité de “Difusión y divulgación” del ICN realizó un proceso de selección riguroso, que incluyó entrevistas y pruebas a los candidatos que se presentaron. En septiembre de 2008, me informaron que había ganado dicho concurso y me invitaron a ser la nueva coordinadora de la Unidad de Difusión y Divulgación del Instituto de Ciencias Nucleares. Aunque la oficina recibía el nombre de Unidad, que también se le daba a otras cuatro secciones académico-administrativas del Instituto –Unidad de Información y Biblioteca, Unidad de Cómputo, Unidad de Irradiación y

Seguridad Radiológica y Unidad de Docencia y formación de recursos humanos—era la única que no tenía un reconocimiento formal ante la UNAM. Por ello, la Unidad de Difusión y Divulgación no contaba con un presupuesto oficialmente asignado, ni con una jefatura de Unidad, que suponía un sobresueldo para el coordinador.

Para iniciar el proyecto se propuso junto con el comité de comunicación de la ciencia un plan integral que incluía realizar acciones de periodismo científico, la creación de textos de divulgación de la ciencia, la organización de eventos y la mejora de los contenidos del portal de Internet del instituto. El proyecto se planteó para comunicar las investigaciones del ICN a distintos públicos meta —estudiantes, académicos de otros institutos, público en general- a través de acciones novedosas, en las que se observara siempre la precisión científica. El proyecto, que parecía sencillo en el documento preliminar, requirió de varios años de trabajo para su consolidación.

5.3.1 Breve historia del ICN

El Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM se fundó en 1967, en el piso 14 de la entonces Torre de Ciencias, en un Laboratorio que prestó la Facultad de Química¹⁶³, con un personal de solamente seis personas. El fundador y primer director del llamado Laboratorio Nuclear fue el M. En C. Luis Gálvez Cruz. En 1969, por un acuerdo del rector José Barros Sierra, el Laboratorio Nuclear se fusionó con el Centro de Investigación de Materiales (CIM). Posteriormente, el CIM se dividió de nuevo en dos organismos independientes, y se acordó que el Laboratorio Nuclear se convertiría en el Centro de Estudios Nucleares, CEN. Para entonces, el CEN ya contaba con 53 miembros, de los cuales 29 eran académicos.

De 1971 a 1975, en la gestión del M. en C. Manuel Navarrete Tejero, se llevaron a cabo estudios en cuatro áreas: química, medicina, tecnología e ingeniería nucleares. En 1980, por acuerdo del Rector Guillermo Soberón, se modificaron los objetivos y funciones del CEN. A partir de entonces, la dependencia tiene como principal objetivo el desarrollo de las ciencias nucleares, así como el impulso de

¹⁶³ La información de esta sección se tomó de la página de Internet del ICN: www.nucleares.unam.mx También se tomó información del Informe de Actividades 2012-2013 del Dr. Miguel Alcubierre Moya, director del Instituto.

avance tecnológico y cultural del país. Finalmente, en 1988 el Centro de Estudios Nucleares se convierte en el actual Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

De 1980 a 1996, el instituto creció y se consolidó con el Dr. Marcos Rosembaum a la cabeza. Este crecimiento y consolidación continuó durante las gestiones del Dr. Octavio Castaños (de 1996 a 2004) y del Dr. Alejandro Frank, que convirtieron al ICN en uno de los institutos científicos más productivos de la UNAM.

En el ICN se realiza investigación teórica, experimental y aplicada sobre los constituyentes fundamentales de la materia y sus interacciones. Estos estudios cubren una gran variedad de temas, en una amplia gama de escalas: se estudian los núcleos, las partículas elementales, la estructura del espacio en dimensiones pequeñísimas, y en escala creciente se estudian también los átomos, las moléculas, los materiales nanométricos y macroscópicos, así como los planetas, las estrellas y las galaxias, hasta llegar al estudio del universo en su conjunto. Algunos temas específicos que se estudian en el ICN son la estructura nuclear, las reacciones nucleares, la física de las partículas elementales, las teorías de campos, la gravitación clásica y cuántica, la dinámica del medio estelar, la simulación de las ondas gravitacionales producidas por la colisión de agujeros negros, y el origen y evolución del universo. También se estudia la física de plasmas y la fusión controlada de núcleos ligeros, los cambios químicos inducidos por la radiación ionizante en diversos compuestos de importancia tanto biológica como de química prebiótica. Finalmente, se llevan a cabo investigaciones en química de radicales, origen de la vida y exobiología. Se hacen mediciones retrospectivas de radiación y se trabaja en establecer normas y control en seguridad radiológica, y se realizan estudios en óptica cuántica, física nuclear experimental de iones radiactivos y nanociencia computacional.

Los investigadores del ICN participan en varias colaboraciones internacionales, en particular en el proyecto de búsqueda de vida en Marte de la NASA, el experimento ALICE del Gran Colisionador de Hadrones del CERN, el Observatorio Pierre Auger de Argentina y el experimento HAWC en México. La gran cantidad de áreas de interés de los investigadores del instituto convierte su divulgación en una tarea de gran complejidad.

5.3.2 Los primeros retos de la Unidad de Difusión y Divulgación

El primer reto al que se enfrenta el comunicador de la ciencia en un instituto de investigación científica es crear una relación de colaboración con los miembros de la institución. Al inicio de mi gestión en la Unidad de Difusión y Divulgación del ICN, los científicos se mostraban recelosos de la presencia de una comunicadora de la ciencia, debido a las malas experiencias que tuvieron con el primer proyecto. Algunas opiniones que escuché a mi llegada sobre los divulgadores de la ciencia eran las siguientes: los divulgadores “no hacen nada”, “no escuchan a los investigadores”, “no entienden la ciencia”, “están poco preparados”, “distorsionan la ciencia”, “son groseros”, “cualquiera puede hacer su trabajo”. Este tipo de representaciones sobre el divulgador de la ciencia en la comunidad del ICNUNAM correspondían, en parte, a la interacción que tuvieron los científicos con un individuo en particular, pero también, a las representaciones que tiene la comunidad científica de los divulgadores de la ciencia.

Modificar este tipo de apreciaciones fue un trabajo complicado, pues hubo que visitar a cada uno de los investigadores del instituto para comentarles sobre los nuevos objetivos del proyecto e invitarlos a participar en él. Hoy en día, aproximadamente el 75% de los investigadores del instituto han participado en acciones de comunicación de la ciencia. Los argumentos de aquellos que han decidido no participar incluyen los siguientes: “no tengo tiempo”, “no quiero que [mis colegas] piensen que soy protagónico”, “no me interesa”. Muchos de los científicos han aceptado participar en las actividades de comunicación de la ciencia después de ver el resultado de las primeras que se llevaron a cabo y que tenían una característica importante: se cuidó en todo momento la imagen pública de los investigadores y la precisión científica de los textos. El papel del Comité de Comunicación de la Ciencia fue de vital importancia en esta fase, pues funcionó como un mediador entre la Unidad de Difusión y Divulgación del instituto y el resto del personal.

El segundo reto fue la elección de los temas con los que se iniciarían las acciones de comunicación. El ICN cuenta con investigadores formados en química, biología, física, matemáticas y computación, que tienen una gran cantidad de áreas

de especialidad. La investigación de los temas de un instituto, especialmente de un instituto con investigaciones interdisciplinarias como el ICN, requiere de un trabajo de investigación arduo por parte del divulgador de la ciencia que probablemente solo tiene nociones generales acerca de algunos de los temas que se investigan en su dependencia. La elección del primer tema que se comunicó fue enteramente coyuntural y se debió al interés periodístico: el inicio de operaciones del Gran Colisionador de Hadrones, en Ginebra Suiza, proyecto en el que participaba el ICN. Los siguientes temas a comunicar se escogieron por distintas razones: porque tenían interés periodístico, porque tenían un interés especial para el instituto, porque resultaban accesibles y de interés para un público en general.

El tercer reto que enfrentó la oficina fue la saturación. Una vez que los miembros del ICN se percataron de los beneficios que podría tener comunicar su trabajo –por ejemplo, atraer a más estudiantes, conseguir más financiamientos, o simplemente tener un rato agradable- incrementó la demanda de las actividades de la Unidad de Difusión y Divulgación. Las muchas actividades que se requieren en una oficina de este tipo necesitan de un equipo y es imposible que se realicen por una sola persona. Estas actividades incluyen dar visitas guiadas al instituto, redactar artículos y boletines de prensa, realizar eventos de distintos tipos, trabajar de cerca con medios de comunicación, etc. Debido a que en el inicio la oficina no contaba con personal suficiente, la dirección tuvo que priorizar las actividades de comunicación de la ciencia.

En 2011 se empezó a trabajar en un reglamento de la UCC, que planteaba la misión de la oficina del modo siguiente:

La misión de la UCC es transmitirle el conocimiento científico que se cultiva en el ICN a distintos públicos meta, a través de acciones específicas, así como realizar investigación y formación de recursos en el área de Comunicación de la Ciencia. Esta misión se desprende de los fines de difusión de la cultura de la UNAM y más genéricamente del deber que tienen las instituciones públicas de informar a la población sobre sus labores. Dicha misión es importante para coadyuvar en la consolidación del ICN como referente en los temas que le competen. A través de ella, la UCC

contribuye a crear una cultura científica en México y propicia una relación cercana entre el ICN y distintos grupos e instancias de la sociedad mexicana. En particular, busca motivar a los estudiantes de distintos niveles educativos a seguir una carrera científica y a involucrarse en los temas de interés del Instituto.

Al ser uno de los proyectos pioneros en el área de comunicación de la ciencia dentro de un instituto de investigación científica, la UCC se ha vuelto un referente a nivel nacional y es por tanto parte de su misión dar asesorías a proyectos similares.

La misión de la UCC ha ido modificándose poco a poco gracias a los estudios teóricos que llevan a cabo sus miembros. De esta misión se desprendían los siguientes objetivos generales:

La UCC, en colaboración con el Comité de Comunicación de la Ciencia (CCC) y la Dirección, generará y regulará los contenidos y materiales de Comunicación de la Ciencia que se presenten, en distintos medios y eventos, como avalados por el ICN. Dichos materiales deberán cumplir con los lineamientos establecidos por la Dirección General de Comunicación Social y por la Dirección General de Patrimonio Universitario de la UNAM.

Los contenidos que se transmiten se crearán a través de una colaboración entre los científicos y los miembros de la UCC, cuidando en todo momento la precisión científica y la pertinencia del mensaje que se transmite a un público meta específico. Tomado en cuenta la misión de la Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICN, los objetivos generales son los siguientes:

- Informar a la población sobre las investigaciones que se llevan a cabo en el ICN.
- Impulsar el posicionamiento del ICN en medios masivos de comunicación para convertirlo en un referente en los temas que le competen.

- Impulsar la vinculación del ICN con otras instancias educativas, culturales y científicas.
- Promover una cultura científica entre la población.
- Motivar a los estudiantes de distintos niveles de escolaridad a seguir una carrera científica.
- Involucrar a los estudiantes de distintos niveles en las acciones de comunicación de la ciencia organizadas por el instituto.

Es importante mencionar que, como se especifica en esta lista de acciones de la UCC, las actividades de periodismo científico de todas las unidades de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica se coordinan con la Dirección General de Comunicación Social (DGCS) de la UNAM, que es la dependencia encargada de manejar la imagen institucional de la Universidad en los medios de comunicación masiva. En su tesis de maestría titulada *Las oficinas de prensa como herramientas para la comunicación de la ciencia en las instituciones de educación superior en México: El caso de la Oficina de Prensa y Difusión del Instituto de Investigaciones Biomédicas*, Rosalba Namihira ha discutido la relación entre las dependencias de la UNAM y la DGCS. En particular, discute el enlace entre el Comité de Comunicación Social (ahora Comité Universitario de Comunicación), conformado por todos los jefes de oficinas de comunicación de la UNAM y la DGCS.

5.3.3 La Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICN

Durante 2011, al final de la gestión del Dr. Alejandro Frank como director del ICN, la oficina tomó el nombre de Unidad de Comunicación de la Ciencia (UCC). En junio de 2013, durante la gestión del Dr. Miguel Alcubierre Moya como director del ICN, la oficina se consolidó y se convirtió en la primera de su tipo al lograr reconocimiento oficial por la UNAM, obteniendo una plaza de funcionario coordinador de la Unidad de Comunicación de la Ciencia. Dicho acontecimiento es un precedente importante, pues sentó los antecedentes que permitirán oficializar otros proyectos.

La UCC fue creciendo, y en 2017 ya contaba con cinco miembros: una jefa de unidad, una comunicadora visual de la ciencia, un divulgador de la ciencia, un

experto en desarrollo de sistemas web y una secretaria ejecutiva. Además, contaba con varios becarios, estudiantes de servicio social y tesistas en el área de comunicación de la ciencia. Todos los miembros se contrataron a través de convocatorias abiertas y estrictos procesos de selección.

5.3.4 Primer modelo de comunicación de la ciencia del ICN

La visión y los objetivos de la UCC están basados en estudios teóricos de filosofía, sociología y antropología de la ciencia. Las acciones que se llevan a cabo en esta oficina incluyen publicaciones de periodismo científico y divulgación en medios masivos de comunicación, acciones multimedia en páginas web y redes sociales, eventos de comunicación de la ciencia, talleres, entre otras cosas. El hilo conductor que le ha dado cohesión a estos proyectos es una base teórica, sustentada en las siguientes líneas rectoras:

- **Multiculturalismo:** el modelo de la UCC reconoce el multiculturalismo, no solamente entre los distintos tipos de públicos -que pueden incluir a estudiantes, miembros de distintas comunidades epistémicas pertinentes, habitantes de distintas regiones geográficas, gente de distintas edades, etc.- sino también entre los miembros de las comunidades científicas.
- **Pluralismo:** la propuesta tiene una intención dialógica, en la que se pretende impulsar discusiones entre los científicos y otros actores sociales, de un modo lo más horizontal posible, es decir, tratando de que la antisimetría jerárquica entre aquellos que poseen el conocimiento científico y aquellos que no están familiarizados con él, no impidan un diálogo en el que todos los participantes puedan dar su punto de vista.
- **Inclusión:** el proyecto está abierto a la participación de todos los miembros del instituto y de cualquier individuo que se interese en los temas de investigación del ICN. En este punto es fundamental el concepto de *hospitalidad* que han trabajado autores como Antonio Lafuente. En la UCC se le da la bienvenida a científicos, estudiantes, padres de familia, representantes de los medios de comunicación masivos, artistas, escritores, etc.

- Mediación: la UCC actúa como mediadora entre la comunidad científica y los actores sociales que participan en distintas acciones de comunicación de la ciencia.

El segundo proyecto de comunicación de la ciencia del ICN fue concebido en conjunto entre el director del Instituto, los miembros de la UCC y el Comité de Comunicación de la Ciencia (antes Comité de Difusión y Divulgación) y fue evolucionando para incluir a todos los miembros del ICN, y para llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia que respondan tanto a las necesidades del instituto como a las necesidades de la sociedad mexicana.

5.3.5 Algunas acciones de comunicación de la ciencia de la UCC del ICN

En esta sección hablaré de algunas acciones de comunicación de la ciencia que se llevaron a cabo durante la segunda etapa de la UCC, es decir, desde 2008 hasta 2017, que me servirán para posteriormente caracterizar un modelo de comunicación de la ciencia para institutos de investigación científica.

5.3.5.1 El artículo de divulgación “Ensalada con rayos gamma”

El primer tema del ICN que se abordó durante la segunda fase del proyecto de la UCC para realizar un artículo de divulgación de la ciencia fue el del irradiador del Instituto. El irradiador Gammabeam 651-PT es una cámara blindada del tamaño de una casa que sirve para esterilizar distintos tipos de materiales usando cobalto 60 radiactivo. Dentro de la cámara se colocan los alimentos que se quieran esterilizar, por ejemplo, especias, material quirúrgico y cosméticos. Una vez que los materiales están adentro, la cámara se sella para iniciar el proceso de irradiación, que consiste en exponer a los objetos que se encuentren en la cámara los rayos gamma emitidos por el cobalto 60.

Cuando la cámara está abierta, el material radiactivo se mantiene en el fondo de un tanque lleno de agua de siete metros de profundidad, que funciona como una barrera que impide el paso de la radiación. Los seres humanos pueden observar el material radiactivo brillando al fondo de la alberca, sin peligro alguno.

El tema del material radiactivo es controversial, porque como ya hemos mencionado en el imaginario popular este se asocia con las bombas atómicas y los accidentes con reactores nucleares, como el de Chernóbil¹⁶⁴. Por lo tanto, quisimos escribir un artículo para la revista *¿Cómo ves?* en el que se hablara de usos pacíficos del material radiactivo, reconociendo los puntos controversiales. Las fuentes del artículo fueron varias largas entrevistas con Epifanio Cruz, el entonces coordinador de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del ICN, que se encargaba de manejar el irradiador, y el artículo científico “Rentabilidad de un Irradiador de Co 60 Semi-industrial Tipo Gammabeam 651 Pt”. El artículo se tituló “Ensalada con rayos gamma”¹⁶⁵ y su objetivo era que los lectores conocieran los aspectos positivos del uso del material radiactivo y que apoyaran su utilización en los hospitales, en la sanitización de alimentos y de otros objetos. En este sentido, el artículo puede insertarse dentro del modelo de déficit. Sin embargo, en el texto, la argumentación sobre los beneficios del material radiactivo se lleva a cabo después de reconocer sus riesgos:

Dados los problemas asociados al uso de la energía nuclear, a mucha gente le resulta difícil aceptar que la irradiación sea un procedimiento seguro. Pero antes de salir a las calles a protestar contra los productos irradiados, evaluemos esta tecnología y veamos si aporta beneficios a las industrias, a los consumidores y al ambiente.

Después del susto atómico

En 1945, después de la explosión de las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki, a finales de la segunda guerra mundial, hubo un repudio generalizado a todo lo que suene a radiación. Sin embargo, los científicos ya tenían la mira puesta en las aplicaciones benéficas de la energía nuclear,

¹⁶⁴ El accidente de Chernóbil tuvo lugar en la central nuclear Vladímir Ilich Lenin (a 18 km de la ciudad de Chernóbil, actual Ucrania) el sábado 26 de abril de 1986. Se considera, junto con el accidente nuclear de Fukushima I en Japón de 2011, como el más grave en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares y constituye uno de los mayores desastres medioambientales de la historia.

¹⁶⁵ El artículo “Ensalada con rayos gamma” se puede encontrar en: <http://www.nucleares.unam.mx/icn2/images/pdf/Irradiacion.pdf>

y en los años cincuentas construyeron las primeras máquinas de irradiación (Frías 2009, 30).

En este artículo se les pide explícitamente a los lectores que hagan una evaluación crítica del uso de la energía nuclear para las industrias, los consumidores y el ambiente. En este sentido, el texto tiene una intención dialógica. Posteriormente, a lo largo del artículo se describe el funcionamiento de la máquina y se analizan distintos escenarios cotidianos en los que se podría usar el material radiactivo de modo benéfico: la sanitización de alimentos, la preservación de alimentos, la esterilización de cosméticos y material quirúrgico, y el uso que se le ha dado a productos irradiados en el espacio.

Para describir las aplicaciones de la irradiación, se usaron elementos literarios, en particular distintas figuras retóricas como metáforas, símiles, imágenes visuales, olfativas y táctiles. Además, se contó la siguiente historia para dar inicio al artículo:

Uno de los visitantes más insólitos del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM ha sido el famoso violinista ruso Boris Dinerchtein. Los institutos de investigación científica no son precisamente los lugares más frecuentados por los violinistas, sin embargo, pueden ser el mejor lugar para un violín en apuros. Dinerchtein acudió al ICN porque estaba consternado. Una plaga de termitas estaba devorando su querido violín, obra artesanal única. El valioso instrumento, de 300 años de antigüedad no podía someterse a ningún tratamiento químico, pues se podrían dañar las maderas de pino y arce con que está construido, o bien su delicado barniz. Cualquier deterioro sería irreparable y el sonido característico del violín se perdería para siempre.

El violinista le expuso su problema a Epifanio Cruz, jefe de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del ICN, que tiene a su cargo el irradiador Gammabeam 651, una máquina que podría salvar el instrumento musical. La solución que propuso Cruz fue irradiar el violín con rayos gamma, un tipo de radiación electromagnética parecido a la luz, pero de muy alta energía. Para eso, Cruz calculó la dosis y el tiempo de irradiación

adecuado para el instrumento. Una vez que evaluó los riesgos, el científico metió el instrumento en la cámara de irradiación por espacio de media hora. Para sorpresa del violinista, el procedimiento liberó al violín de la plaga sin dañarlo en lo más mínimo. Unos días después, Epifanio recibió como regalo de agradecimiento dos boletos para asistir al concierto en el que Boris Dinerchtein, acompañado por la Orquesta Sinfónica Nacional, tocó hermosas obras musicales con el violín irradiado (Frías, 2009: 30).

A esta pequeña historia se le dio una estructura narrativa en la que se presenta un conflicto, hay un nudo y un final feliz. Uno de los personajes es un científico real y otro un músico, que uno no esperaría encontrar en un instituto de investigación científica. La narrativa literaria vino de una anécdota que contó Epifanio Cruz en medio de una plática informal, y fue tan efectiva, que el artículo se publicó con la imagen del violín en la primera página.



Ensalada con rayos gamma

Una manera de desinfectar y conservar que llegó para quedarse.

Gabriela Frías Villegas
y David Venegas

Uno de los visitantes más insólitos del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM ha sido el famoso violinista ruso Boris Dinerchtein. Los institutos de investigación científica no son precisamente los lugares más frecuentados por los violinistas, sin embargo, pueden ser el mejor lugar para un violín en apuros. Dinerchtein acudió al ICN porque estaba consternado. Una plaga de termitas estaba devorando su querido violín, obra artesanal única. El valioso instrumento, de 200 años de antigüedad, no podía someterse a ningún tratamiento químico, pues se podrían dañar las maderas de pino y arce con que está construido, o bien su delicado barniz. Cualquier deterioro sería irreparable y el sonido característico del violín se perdería para siempre.

El violinista le expuso su problema a Epifanio Cruz, jefe de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del ICN, que tiene a su cargo el irradiar

podría salvar el instrumento musical. La solución que propuso Cruz fue irradiar el violín con rayos gamma, un tipo de radiación electromagnética parecido a la luz, pero de muy alta energía. Para eso, Cruz calculó la dosis y el tiempo de irradiación adecuado para el instrumento. Una vez que evaluó los riesgos, el científico metió el instrumento en la cámara de irradiación por espacio de media hora. Para sorpresa del violinista, el procedimiento liberó al violín de la plaga sin dañarlo en lo más mínimo. Unos días después, Epifanio recibió como regalo de agradecimiento dos boletos para asistir al concierto en el que Boris Dinerchtein, acompañado por la Orquesta Sinfónica Nacional, tocó hermosas obras musicales con el violín irradiado.

Dosis controladas

La irradiación no solamente sirve para erradicar plagas. Tiene muchas otras aplicaciones en la vida cotidiana. Una de

Primera página del artículo “Ensalada con rayos gamma”

La historia del violín irradiado tuvo un efecto dominó, pues se empezó a narrar en el radio, en la televisión, y algunos periodistas la reprodujeron en sus artículos. Por ejemplo, el periodista Guillermo Cárdenas la usó para iniciar la nota titulada “Restauración de arte, otro uso: la radiación gamma tiene también útiles aplicaciones”:

La alta energía de la radiación gamma tiene también útiles aplicaciones en la restauración de obras de arte, muebles finos e incluso instrumentos musicales, como un valioso violón Stradivarius que el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM libró de una plaga que amenazaba con destruirlo.

El instrumento, de 300 años de antigüedad y hecho con finas maderas de pino y arce provenientes de los bosques de la estepa rusa ya extinguidos, estaba infestado por termitas. Sin embargo, su dueño, el violinista ruso Boris Dinerchtein, no podía aplicarle ningún tratamiento químico por temor a que el Stradivarius perdiera su sonido característico o sufriera daños irreparables.

“El músico llegó a través de una recomendación. Se paró aquí en la puerta de mi oficina; traía el violín abrazado y me preguntó tímidamente si podríamos hacer algo. Fabricamos un modelo con cartón del instrumento de tal manera que nos proporcionara el volumen del violín del Stradivarius. Finalmente lo irradiamos y en una hora y media quedó libre de las termitas”, recuerda el investigador Epifanio Cruz Zaragoza.

“A los quince días, el músico regresó para obsequiarme un par de boletos con los que pude asistir a escuchar un concierto de la Orquesta Sinfónica Nacional en el Palacio de Bellas Artes” (en la cual participó el violinista ruso ejecutando obras con el instrumento restaurado), relata el científico, responsable de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del ICN.¹⁶⁶

¹⁶⁶ El artículo se tomó de la página de Internet del periódico *El Universal*: <http://www.eluniversal.com.mx/cultura/62318.html>

Aunque los detalles de la narrativa están ligeramente modificados, los elementos centrales de la historia del violín se mantienen. Este artículo ejemplifica dos puntos importantes: el primero es que el uso de elementos literarios en una narrativa es efectivo para que la gente recuerde una historia. El segundo punto es que las comunidades científicas suelen estar renuentes a hablar de los accidentes relacionados con sus temas de trabajo o de las historias negativas en la historia de la ciencia. Lo cierto que estas historias son parte de la cultura del público en general y si no se mencionan al hablar de un tema controversial, el artículo pierde credibilidad entre el público.

5.3.5.2 La rueda de prensa de la misión Curiosity

Cuando un instituto o agencia de investigación científica que tiene un gran presupuesto de investigación, como la NASA, lleva a cabo un descubrimiento que considera importante, su oficina de comunicación crea un plan logístico para transmitir la información deseada en tantos medios como sea posible. La Oficina de Comunicación de la NASA tiene ligas con las grandes agencias noticiosas de todo el mundo, por ejemplo, con Reuters, y dichas agencias, a su vez, tienen contactos con los medios locales de todo el mundo. Por lo tanto, una noticia de la NASA viaja en pocos minutos por todo el planeta. Estas noticias usualmente provienen de artículos científicos recién publicados o que han sido aceptados para publicación.

Cuando algún miembro de la NASA publica un artículo en colaboración con miembros de algún instituto o centro de investigación externos, en los boletines de prensa que emite la agencia generalmente se menciona que la NASA “en colaboración con científicos de otras dependencias” llevaron a cabo la investigación. De este modo, la noticia de una investigación en la que participó un científico perteneciente a un país X, en un instituto Y, en colaboración con la NASA, usualmente llega a dicho país Y, sin mencionar al científico X. Por supuesto, esta es una política válida para los jefes de comunicación de la NASA cuya tarea consiste en transmitir el trabajo de sus miembros, y no de los miembros de otras instancias. ¿Pero, qué pasa si un científico que colabora con la NASA, pero que no es miembro de la agencia, es el investigador principal del proyecto que se va a comunicar? Dicho

científico esperaría que en los medios masivos de todo el mundo se mencionara su nombre y su dependencia, asociándolos al descubrimiento. Sin embargo, esto puede ser complicado cuando su dependencia no tiene los contactos de prensa con los que cuenta la NASA.

Esto fue lo que sucedió cuando el Dr. Rafael Navarro González, investigador del ICN, publicó un artículo titulado “Un nuevo análisis de los resultados de Vikingo sugieren la presencia de percloratos y materia orgánica en Marte” (“Reanalysis of the Viking results suggests perchlorate and organics at midlatitudes on Mars”) en la revista especializada *Journal of Geophysical Research: Planets*. Navarro es el investigador principal de esta investigación, en la que colaboró con Christopher McKay del Centro Ames de la NASA.

En este artículo, Navarro y sus colaboradores analizaron los resultados de los experimentos que llevaron a cabo las misiones gemelas Vikingo I y Vikingo II, que llegaron a Marte en 1975 para buscar rastros de materia orgánica en el planeta rojo¹⁶⁷. Las misiones Vikingo hicieron cuatro experimentos, usando muestras de suelo marciano. De entre ellos, dos experimentos, uno biológico y uno químico, son particularmente importantes para la búsqueda de vida en Marte. El experimento biológico estaba hecho para buscar bacterias en el suelo de Marte y funcionaba del modo siguiente: las misiones Vikingo recogieron una muestra de suelo marciano a la que le agregaron nutrientes mezclados con compuestos radiactivos. La idea detrás de este experimento es muy ingeniosa: si hubiera bacterias en el suelo marciano, se alimentarían de los nutrientes con compuestos radiactivos. Estas bacterias liberarían desechos en forma de gas, que serían radiactivos y se podrían detectar con aparatos especiales. Sorprendentemente, cuando las misiones Vikingo llevaron a cabo este experimento con muestras de suelo marciano, los resultados

¹⁶⁷ La materia orgánica consiste en compuestos a base de cadenas de átomos de carbono combinadas con otros elementos. En la Tierra, la materia orgánica proviene de los seres vivos: animales, plantas, hongos y microorganismos están hechos de materia orgánica. Una vez que un ser vivo muere, la materia orgánica se descompone y pasa a estratos inferiores del suelo. Los residuos, que son compuestos orgánicos, podrían permanecer millones de años después de que la vida se extingue. Por otro lado, los compuestos orgánicos podrían generarse por procesos que no tienen nada que ver con la vida. Es por eso que el que haya compuestos orgánicos en Marte no es una prueba contundente de que haya vida. Si se encuentran compuestos orgánicos en Marte, hay que estudiarlos detalladamente antes de concluir que hay vida.

indicaban que podría haber bacterias en Marte. Pero, antes de que los científicos pudieran celebrar el hallazgo, sucedió algo más: el experimento químico parecía indicar lo contrario. El objetivo del experimento químico era buscar materia orgánica, que es un componente fundamental de todos los seres vivos de la Tierra. El experimento consistía en calentar una muestra de suelo marciano en un pequeño horno que se encontraba en el interior del módulo de descenso de las misiones Vikingo. La idea era que al calentar el horno, se “cocinaría” el suelo marciano; si el suelo contenía compuestos orgánicos o bacterias, estos se fragmentarían liberando moléculas muy pequeñas o vapores, que podían ser detectados por un aparato llamado espectrómetro de masas. Extrañamente, cuando el experimento se llevó a cabo, no se encontró ningún rastro de compuestos orgánicos. Y, si no había compuestos orgánicos, tampoco podía haber vida en Marte. Los científicos quedaron desconcertados, pues los resultados del experimento biológico y el experimento químico se contradecían. Desanimados, concluyeron que probablemente había algún error en el experimento biológico y que nunca había existido la vida en Marte.

Por otra parte, en el experimento químico había un problema más que no se pudo explicar por muchos años: en el horno de las misiones Vikingo se encontraron residuos de compuestos a base de cloro. Los científicos no esperaban encontrar estos compuestos, pero no se preocuparon, porque pensaron que eran residuos de las sustancias que se usaron para limpiar las misiones Vikingo antes de partir hacia Marte. Este hallazgo resultó ser muy importante.

Durante más de treinta años, los científicos trataron de buscar una explicación a las contradicciones de los experimentos de las misiones Vikingo, sin éxito alguno. Entonces, decidieron volver a investigar el planeta con la misión Fénix, que se lanzó en 2007 para estudiar el artico marciano. La misión Fénix tenía un módulo fijo, que llevaba un brazo robótico para excavar en el suelo marciano y varios instrumentos para estudiar el polo norte de Marte. En la noche, la misión Fénix tomaba fotografías del suelo marciano con su cámara. Después de ver las imágenes, Peter Smith, el director de la misión, y su equipo observaron que había una capa blanca que aparecía durante la noche y desaparecía durante el día, que resultó ser hielo. Estas imágenes confirmaron que había agua en Marte. Tomando

muestras del ártico marciano, la misión Fénix también encontró otra pista, que parecía no tener significado en aquel momento: sales de perclorato. Estas sales se pueden encontrar en regiones muy áridas de la Tierra, como el desierto de Atacama, en Chile.

Para la investigación que lo llevó a escribir el artículo que nos ocupa, Rafael Navarro decidió tomar al desierto de Atacama en Chile como un modelo de Marte. Así, usó arena del desierto de Atacama para probar la efectividad del experimento químico que llevaron a cabo las misiones Vikingo en Marte. Para preparar el experimento, Navarro y sus colaboradores tomaron una muestra del suelo del desierto de Atacama, que contenía materia orgánica y sales de perclorato, como las que encontró la misión Fénix en el ártico marciano. Después metieron la muestra a un horno, parecido al que llevaba la misión Vikingo. Al analizar los gases que se liberaron, no se detectó la materia orgánica que contenía la muestra. Eso convenció a los científicos de que el experimento químico que se envió en las misiones Vikingo a Marte estaba mal diseñado. Si había materia orgánica en Marte, el experimento podría haberla destruido. Como comenta Christopher McKay, “si las misiones Vikingo hubieran aterrizado en el desierto de Atacama en lugar de en Marte, habrían concluido que no había vida en la Tierra”. Navarro y sus colaboradores encontraron el error en el experimento. En condiciones normales, los percloratos no reaccionan con la materia orgánica, pero si se calientan, como sucedió en el horno usado en el experimento químico de las misiones Vikingo, pueden reaccionar con esta destruyéndola. Al analizar cuidadosamente los resultados del experimento con muestras de suelo de Atacama, Rafael Navarro se llevó otra gran sorpresa: durante el experimento se habían formado algunos compuestos a base de cloro. “Cuando vi la formación de los compuestos, revisé los artículos sobre las investigaciones originales de las misiones Vikingo y vi que habían encontrado este tipo de compuestos, pero en aquel entonces se pensó que eran restos de contaminación terrestre”. Navarro y sus colaboradores se dieron cuenta de que los compuestos a base de cloro detectados en las misiones Vikingo eran residuos de la reacción de la materia orgánica con los percloratos. Las evidencias que encontraron Navarro y sus

colaboradores apuntaban a que podría haber materia orgánica en Marte, que no había sido encontrada.

Como el hallazgo de Navarro y sus colaboradores abría la posibilidad de que existiera materia orgánica en Marte, la NASA estaba sumamente interesada en publicarlo. Sin embargo, el ICNUNAM quería que se le diera crédito en los medios a Navarro por sus investigaciones. Para lograr esto, la Oficina de Comunicación de la Ciencia del ICN realizó una negociación directa con los representantes de las Oficinas de Comunicación de la NASA en Washington y en el Centro Ames. A partir de dicha negociación se acordó que se emitirían boletines de prensa conjuntos que se liberarían el mismo día: uno publicado por la UNAM¹⁶⁸ y otro publicado por la NASA.

¹⁶⁸ El boletín de prensa que emitió la UNAM se puede encontrar en: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2010_528.html

Boletín UNAM-DGCS-528

Ciudad Universitaria

14:45 hrs. 6 de septiembre de 2010



Rafael Navarro González

SE PRESENTA EN LA UNAM NUEVA RUTA CIENTÍFICA PARA BUSCAR VIDA EN MARTE

- *Tras reinterpretar resultados del proyecto Vikingo y compararlos con estudios en el Desierto de Atacama, Rafael Navarro González, del Instituto de Ciencias Nucleares, descubrió que los compuestos percloratos podrían asociarse a materia orgánica*
- *El hallazgo, publicado en el "Journal of Geophysical Research-Planets", ofrece un nuevo parámetro para la búsqueda de vida en el planeta rojo*
- *Colaboran Christopher McKay, del Centro de Investigación Ames de la NASA, y Peter Smith, de la Universidad de Arizona, quienes con Navarro dieron la primicia en esta casa de estudios*

Una investigación conjunta entre la UNAM, la NASA y la Universidad de Arizona, en torno a un compuesto muy oxidante llamado perclorato, formado por un átomo de cloro y cuatro de oxígeno, abre una nueva ruta para buscar, de forma indirecta, rastros de vida en Marte.

Fotos



Alejandro Frank, Christopher McKay, Carlos Arámburo, Peter Smith y Rafael Navarro en la conferencia en la que se presentó, en esta casa de estudios, una nueva ruta científica para buscar vida en Marte.

Boletín de prensa emitido por la UNAM para comunicar los hallazgos de Navarro y sus colaboradores



NEWS
News, features & press releases

MISSIONS
Current, future, past missions & launch dates

MULTIMEDIA
Images, videos, NASA TV & more

CONNECT
Social media channels & NASA apps

ABOUT NASA
Leadership, organization, budget, careers & more

Search

For Public | For Educators | For Students | For Media
Send Share

Phoenix

- [Mission Overview](#)
- [Images](#)
- [Multimedia](#)
- [News & Media Resources](#)
- [Spacecraft & Instruments](#)
- [Launch](#)
- [All NASA Missions](#)

Text Size + -

f
476
t
g+
p
✉
🖨
+
38

Missing Piece Inspires New Look at Mars Puzzle Sept 3, 2010

PASADENA, Calif. - Experiments prompted by a 2008 surprise from NASA's Phoenix Mars Lander suggest that soil examined by NASA's Viking Mars landers in 1976 may have contained carbon-based chemical building blocks of life.

"This doesn't say anything about the question of whether or not life has existed on Mars, but it could make a big difference in how we look for evidence to answer that question," said Chris McKay of NASA's Ames Research Center, Moffett Field, Calif. McKay coauthored a study published online by the Journal of Geophysical Research - Planets, reanalyzing results of Viking's tests for organic chemicals in Martian soil.

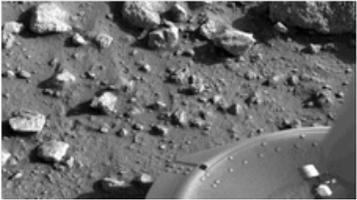
The only organic chemicals identified when the Viking landers heated samples of Martian soil were chloromethane and dichloromethane - chlorine compounds interpreted at the time as likely contaminants from cleaning fluids. But those chemicals are exactly what the new study found when a little perchlorate - the surprise finding from Phoenix - was added to desert soil from Chile containing organics and analyzed in the manner of the Viking tests.

"Our results suggest that not only organics, but also perchlorate, may have been present in the soil at both Viking landing sites," said the study's lead author, Rafael Navarro-González of the National Autonomous University of Mexico, Mexico City.



In this artist's concept illustration, NASA's Phoenix Mars Lander begins to shut down operations as winter sets in. Image Credit: NASA/JPL-Calech/University of Arizona

[Full image and caption](#)



Boletín de prensa emitido por la NASA en el que se presentaron los hallazgos de Rafael Navarro y sus colaboradores.

Más aún, se acordó que debido a que Navarro, el investigador principal, es miembro de la UNAM, la rueda de prensa correspondiente se haría en dicha universidad, en lugar de en las oficinas centrales de la NASA en Washington donde usualmente se hacen las ruedas de prensa de la agencia. Además, el anuncio se transmitiría a todo el mundo vía Internet y con una traducción simultánea.



Rueda de prensa conjunta de la NASA y la UNAM

A dicha rueda de prensa asistieron el entonces director del ICN, Alejandro Frank, Christopher McKay de la NASA, Cárlos Arámburo de la Hoz, coordinador de la Investigación Científica, Peter Smith, Director de la Misión Fénix y Rafael Navarro.

La nota se publicó en los periódicos de todo el mundo, mencionando el nombre de Rafael Navarro y su dependencia de adscripción, la UNAM. Entre los medios más importantes que publicaron una nota respecto al tema podemos mencionar a los siguientes, con los titulares que publicaron el día de la rueda de prensa:

- *Publimetro México*: “Curioso”: proyecto de la NASA incluye a un mexicano.¹⁶⁹
- *Europa Press*: Una pieza perdida inspira una nueva visión del puzzle de la vida en Marte.¹⁷⁰

¹⁶⁹<http://www.publimetro.com.mx/tecnologia/curioso-proyecto-de-la-nasa-incluye-a-un-mexicano/mjhi!y7Zakq6TFQWg/>

¹⁷⁰ <http://www.europapress.es/ciencia/noticia-pieza-perdida-inspira-nueva-vision-puzzle-vida-marte-20100903193403.html>

- *New York Times*: Accepted notion of Mars as Lifeless is changed.¹⁷¹
- *Blitz quotidiano*: Nuove scoperte ripropongono la domanda: C'è vita su Marte?.¹⁷²
- *Revista Slate*: Une grande avancée pour la recherche de vie sur Mars.¹⁷³
- *The Washington Post*: Not "life" but maybe "organics".¹⁷⁴
- *Krone*: Mars-Sonde: von 1976 vergiftete vor Analyse ihre Proben.¹⁷⁵
- *Aktuality*: Na Marse mozu byt' prvky potrebné pre zivot.¹⁷⁶
- *BBC*: Mars may not be lifeless, say scientists.¹⁷⁷
- *La Crónica*: Hallan científicos de la UNAM y NASA compuestos orgánicos en Marte.¹⁷⁸
- *CNN México*: Hallan científicos de la UNAM y NASA compuestos orgánicos en Marte.¹⁷⁹
- *CNN Turquía*: Mars'ta yasam izi.¹⁸⁰

Esta es una muestra pequeña y al azar de los medios que publicaron una nota sobre las investigaciones de Navarro y sus colaboradores. La mayoría de las notas que se publicaron eran copias parciales o totales de los boletines de prensa de la NASA y de la UNAM, y al observar sus títulos se puede adivinar de qué boletín proviene el texto. La rueda de prensa fue sumamente efectiva en términos de alcances en medios de comunicación y la noticia le dio la vuelta al mundo, llegando a lugares como Brasil, Turquía, Alemania, República Checa, India y Rusia, entre otros. Además, apareció en varios medios de comunicación con gran impacto mundial como el *New York Times*. Este es un caso en que gracias a la mediación de una oficina de comunicación de la ciencia pequeña con una más grande se pudo

¹⁷¹ http://www.nytimes.com/2010/09/04/science/space/04mars.html?_r=0

¹⁷² <http://www.blitzquotidiano.it/scienza-e-tecnologia/marte-vita-missione-viking-531641/>

¹⁷³ <http://www.slate.fr/lien/26837/recherche-de-vie-sur-mars>

¹⁷⁴ <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/09/03/AR2010090306186.html>

¹⁷⁵ http://www.krone.at/Wissen/Mars-Sonde_von_1976_vergiftete_vor_Analyse_ihre_Proben-Doch_Leben_am_Mars-Story-218894

¹⁷⁶ <http://www.aktuality.sk/diskusia/171789/na-marse-mozu-byt-prvky-potrebne-pre-zivot/>

¹⁷⁷ <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-11201699>

¹⁷⁸ <http://www.cronica.com.mx/notas/2010/530417.html>

¹⁷⁹ <http://mexico.cnn.com/salud/2010/09/07/la-unam-y-la-nasa-hallan-evidencia-de-materia-organica-en-marte>

¹⁸⁰ <http://www.cnnturk.com/bilim-teknoloji/bilim/marsta-yasam-izleri>

transmitir el descubrimiento de un científico mexicano a los medios de todo el mundo en una gran cantidad de idiomas.

5.3.5.3 El Mes de Einstein

A principios de 2009 los científicos mexicanos especialistas en relatividad y gravitación estaban sumamente emocionados porque se llevaría a cabo en México el congreso más importante del mundo en estos temas. El evento se patrocinaba con el texto siguiente: “El tema del congreso incluye a todas las áreas de la Relatividad General y la Gravitación, incluyendo la Relatividad Clásica, la Astrofísica Relativista y la Cosmología. La Gravedad Experimental y los problemas cuánticos de la Gravitación”. Aunque para los físicos mexicanos el evento era una especie de fiesta, que tendría lugar en un moderno centro —el Centro Banamex—, la sociedad mexicana no estaba enterada de lo que sucedía. Es por ello que solicitaron el apoyo de la UCC del ICN para crear un evento de divulgación de la ciencia, en el que se trataran los mismos temas que en el congreso científico. Se bautizó a dicho evento como el Mes de Einstein y su objetivo era discutir los temas relacionados con la relatividad y la gravitación con el público en general.

El “Mes de Einstein” se planteó como un evento con varias sedes capitalinas: el ICN, el IF, el Museo de las Ciencias Universum y el Centro Cultural Universitario, en la UNAM; el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyT); el Cinvestav; la Biblioteca Vasconcelos; La Cafetrería El Péndulo de Polanco; la Universidad Iberoamericana; la Universidad de la Ciudad de México y la Academia Mexicana de Ciencias, entre otras. Además, se invitó a varios medios de comunicación para cubrir el evento, que se publicitó en un boletín de prensa nacional. Curiosamente, los medios que llevaron a cabo una cobertura más amplia del evento siguen líneas de comunicación muy diferentes: Canal 22 y Televisa.

Entre los múltiples eventos que se realizaron podemos mencionar los cine debates en la Universidad de la Ciudad de México, las pláticas públicas dentro del programa “La Ciencia en las Calles” del ICyT¹⁸¹ y el ciclo de conferencias de

¹⁸¹ Las actividades del programa La Ciencia en las Calles están encaminadas a ofrecer al público espacios en los que interactúe con elementos científicos y recreativos a manera de ferias o tianguis,

divulgación de la ciencia en distintas sedes. Aunque todas estas acciones fueron interesantes, hay dos que son particularmente relevantes para este trabajo: los cafés científicos¹⁸² y la plática magistral de George Smoot, Premio Nobel de Física 2006 en la Sala Nezahualcóyotl.

Los cafés científicos tuvieron lugar en la sucursal de la colonia Polanco de La Cafebrería El Péndulo.¹⁸³ Este espacio es un pequeño centro cultural que consiste en una librería, una cafetería, y una terraza que se utiliza para tertulias culturales y presentaciones de libros. Se escogió esta sede para los cafés científicos por varias razones. La primera fue la belleza del lugar, pues La Cafebrería El Péndulo de Polanco se considera una de las más hermosas del mundo. La segunda razón fue el público que acude a este recinto, pues consiste en una combinación de individuos interesados en la cultura, con un corte intelectual, y de los habitantes de la colonia Polanco, que suelen ser personas con un alto poder adquisitivo, pero que generalmente han tenido un contacto nulo o superficial con la ciencia.

El primer café científico que se organizó en el recinto se tituló “La receta cósmica” y lo impartió el físico Alberto Gúijosa. Los encargados de coordinar los eventos en El Péndulo calculaban una asistencia menor a 20 personas, pues es la que suelen tener en las presentaciones de textos literarios. El día del evento se presentaron alrededor de doscientas personas. Debido al tamaño del lugar, solamente pudieron entrar cien de ellas. La dinámica del Café Científico consistió en Gúijosa platicando por veinte minutos acerca de los conceptos más básicos de física de partículas, de una manera accesible, agradable y divertida. Al final de su presentación, se llevó a cabo un largo debate con el público asistente en el que se tocaron temas de ciencia, religión y filosofía alrededor del tema del origen del universo.

consistentes en la instalación de carpas en mercados, plazas, jardines, casas de cultura y espacios públicos del Distrito Federal, cuyo propósito es reconocer el lugar de la ciencia en la sociedad.

¹⁸² El primer Café Científico o Café Scientifique fue organizado por primera vez por Duncan Dallas en Leeds en 1998, basándose en el movimiento Café Philosophique que inició Duncan Dallas en Francia en 1992. En Francia, los cafés científicos fueron iniciados por científicos que pensaban que había que informar al público sobre temas de ciencia y tecnología. En el Reino Unido, inició con miembros del público en general que querían saber más de ciencia. En ambos casos, el conocimiento científico dejó atrás a los ámbitos académicos y atrajo a audiencias externas.

¹⁸³ La página de El Péndulo se encuentra en: La <http://pendulo.com/>



Imágenes del Péndulo de Polanco y del Café Científico “La receta cósmica”

Este Café Científico se pensó como una acción dentro del Modelo de Participación Pública de la Ciencia, en la que se impulsó el diálogo y la conciencia crítica.

Por otra parte, el segundo evento del Mes de Einstein que comentaré en este trabajo es la plática magistral de George Smoot, en la sala Nezahualcóyotl de la UNAM. Smoot era uno de los conferencistas magistrales del congreso GR19 y originalmente se había decidido que su plática sería solamente para los científicos participantes en el congreso GR19. Posteriormente, algunos de los organizadores del congreso propusieron que se invitara a algunos estudiantes de bachillerato. Finalmente, se decidió que se le pediría a Smoot que diera una plática de divulgación de la ciencia, dirigida al público en general, y el recinto que se escogió para llevar a cabo la plática fue la sala Nezahualcóyotl ubicada en Centro Cultural Universitario de la UNAM. Esta sala de conciertos tiene una capacidad para 2200 asistentes y nunca se había llevado a cabo un evento de ciencia dentro de sus paredes. El evento se anunció en varios medios de comunicación masiva y, a pesar de que se auguraba que un evento en el que se impartiera una conferencia de física estaría vacío, se ocuparon todos los asientos. Tanto el expositor como los maestros de ceremonias del evento usaron atuendos oscuros, parecidos a los que usarían los concertistas. La conferencia de Smoot usó varias metáforas musicales, como un

modo de ligar el discurso de su conferencia con la atmósfera del lugar. En un artículo publicado titulado “La música del cosmos: escuchando a nuestro universo”, publicado en el periódico La Jornada, Alejandro Frank, entonces director del Instituto de Ciencias Nucleares narró la experiencia del modo siguiente:

[En la plática] Smoot cuenta ésta, nuestra historia, con profundo conocimiento, sumado al talento y gracia para divulgar muy poco comunes, por desgracia, entre los científicos. Su charla fue un verdadero concierto, lleno de imágenes y simulaciones por computadora, con lo que logró mostrar el estado actual del arte, en el conocimiento que la humanidad ha alcanzado sobre la estructura del universo en el que vivimos. La sala Nezahualcóyotl de la UNAM, por primera vez en su brillante historia colmada de memorables actos artísticos, abrió sus puertas a este otro tipo de concierto, auténtico recital científico, con el cosmos como gran orquesta.¹⁸⁴

Varios medios de comunicación llamaron al evento “el primer concierto científico de la Sala Nezahualcóyotl” en los artículos que reportaban la plática. El modelo que se usó para este evento fue el de déficit, pues en la plática Smoot narró aquella información que la comunidad científica consideraba pertinente, aunque tenía elementos visuales atractivos y algunas metáforas literarias. Por la cantidad del público asistente —que incluyó a estudiantes de secundaria y bachillerato, periodistas, escritores, filósofos, artistas y científicos— se permitieron solamente algunas preguntas, por lo tanto, no se pudieron implementar los elementos de un modelo dialógico. A pesar de que el modelo de comunicación fue sumamente convencional, esta acción de divulgación mostró algo interesante: a pesar de que generalmente se habla del poco interés que tiene la sociedad en la ciencia, en eventos como esto se comprueba lo contrario, a pesar de que muchos de los asistentes llegaron por el fenómeno “científico rockstar”.

¹⁸⁴ El artículo se puede encontrar en:
<http://www.jornada.unam.mx/2010/07/14/index.php?section=ciencias&article=a03a1cie>

5.3.5.4 La comunicación del accidente de Fukushima Daiichi

El 11 de marzo de 2011, se produjo un terremoto en la costa noroeste de Japón de 8.8 grados en la escala Richter. Este sismo afectó a la central nuclear de Fukushima Daiichi, un conjunto de seis reactores nucleares situados en la villa de Okuma, en el Distrito de Futaba de la Prefectura de Fukushima. Al detectar el temblor, los sistemas de seguridad de la central nuclear se activaron para apagar los reactores 1, 2 y 3. Al apagarse los reactores, se suspendió el flujo de electricidad a sus sistemas de control y entraron en funcionamiento los motores diésel de emergencia de manera normal. Sin embargo, estos se detuvieron abruptamente con la llegada de un tsunami que siguió al terremoto. Debido a que este tsunami tenía más de 38 metros de altura, el muro de contención de la planta no logró detenerlo, de modo que inundó la central nuclear. Durante los días posteriores al accidente, se produjeron varios incidentes que provocaron que se activara una vez más el debate sobre la pertinencia del uso del material radiactivo con fines energéticos. Entre estos incidentes podemos mencionar el incendio de una alberca que guardaba material radiactivo, la contaminación del mar cercano a la planta con radiactividad, y la posibilidad que estuvo latente durante varios días de que los núcleos de los reactores nucleares se calentaran. Este accidente hizo que la población de todo el mundo recordara el accidente de Chernóbil y que se preguntara si no pasaría algo similar con la central japonesa.

En México, las noticias del accidente causaron una fuerte preocupación en la población mexicana, pues la remitían a la posibilidad de que pudiera suceder un accidente similar con la central nuclear de Laguna Verde en México. Como la información sobre el accidente era muy escasa y poco fidedinga, varias de las instancias que podrían haber informado a la población mexicana, como la Comisión Federal de Electricidad, mantuvieron un silencio cauteloso. Los medios de comunicación interpretaron este silencio como una señal de alarma, que transmitieron en sus notas informativas.

Aunque el ICNUNAM no trabaja en temas directamente relacionados con centrales nucleares, algunos de los científicos de la dependencia están interesados

y bien informados en el tema. Por ello, se acordó con la Dirección General de Comunicación Social de la UNAM informar continuamente a los medios de comunicación sobre la evolución del control del accidente. Algunas preguntas que hicieron durante este tiempo los medios de comunicación y el público en general, fueron las siguientes: si Japón, que es un país desarrollado con tecnología de punta, no puede controlar un accidente nuclear, ¿podría hacerlo México que tiene menos recursos y una tecnología más atrasada?, ¿el accidente de Fukushima tendrá un alcance similar al de Chernóbil?, si el mar cerca de la central nuclear de Fukushima se contamina, ¿se contaminarán las costas mexicanas?, ¿corremos peligro de consumir materiales contaminados con radiactividad?, ¿la gente que viaja a Mexico desde Japón es radiactiva?, ¿cuáles son las dosis de radiación que tolera el cuerpo humano?

Con el fin de informar al público y contestar estos y otros cuestionamientos similares, se creó una estrategia de comunicación de riesgos. En primer lugar, la Unidad de Comunicación de la Ciencia, junto con la dirección del ICN, decidió que la línea de comunicación consistiría en informar a la población de la manera más objetiva posible sobre las características de los reactores de la central nuclear, qué peligros podría haber para la población japonesa, las posibles evoluciones del accidente, etc. El ICN no tomaría una postura en pro o en contra del uso de la energía nuclear para fines energéticos, sino que impulsaría espacios de diálogo en los que la población estuviera informada sobre el tema. Los voceros del ICN fueron cinco científicos que trabajaban con temas relacionados con el estudio del material radiactivo y de la estructura de la materia. La UCC discutió con ellos el modo en que podrían recrear la ciencia para hacerla más accesible, el tipo de palabras o frases que sería mejor usar o evitar con el fin de reducir los malentendidos, el lenguaje corporal en la cámara y la imagen de la ciencia y los científicos que se daría en estas entrevistas. Paralelamente a este manejo de prensa, se invitó a expertos en energía nuclear para impartir conferencias para el público en general. Por otra parte, para tener una liga más directa con los ciudadanos, se filmaron videos en los que se explicaba el accidente de Fukushima y los riesgos que lo rodeaban, y se pusieron

a disposición de los usuarios de la red social Youtube. Uno de estos videos en el que el Dr. Julio Herrera¹⁸⁵ explicaba con detalle el funcionamiento de los reactores nucleares, se volvió viral.

En casos de comunicación de riesgos como este, el modelo de déficit resulta adecuado para informar a la población y para crear un sentido de credibilidad hacia la comunidad científica. Durante la semana que ocurrió el incidente, este grupo de cinco científicos dio más de cien entrevistas a periódicos de México y el mundo. El resultado fue sumamente positivo pues una vez que los medios de comunicación identificaron a estos científicos como expertos que podrían dar una opinión informada, acudieron una y otra vez a platicar con ellos. Durante el manejo de la relación con los medios de comunicación a raíz de este incidente se logró cumplir con uno de los objetivos de la oficina: convertir al instituto en un referente público en los temas que le competen.

5.3.5.5 El “Día de la divulgación”

La mayor parte de los centros e institutos de investigación científica de Estados Unidos, Canadá y Europa realizan regularmente “días de puertas abiertas”. Este tipo de eventos usualmente están diseñados para reclutar estudiantes de licenciatura y posgrados, con el objetivo de que realicen tesis en la dependencia. El ICN ya había realizado algunos eventos de este tipo con anterioridad, con un programa que incluía visitas a los laboratorios y exposiciones con los carteles que los científicos presentan en congresos. Aunque el público de estos eventos consistió principalmente en estudiantes de bachillerato y de licenciaturas científicas, se impartía un ciclo de conferencias de difusión o de investigación. El nivel de las conferencias solía ser demasiado elevado para el nivel de escolaridad de los asistentes, lo que resultaba contraproducente para el objetivo del evento: los estudiantes no se acercaban a los investigadores para realizar tesis con ellos, porque consideraban que sus investigaciones eran aburridas o incomprensibles.

¹⁸⁵ El video se puede encontrar en: <http://www.youtube.com/watch?v=5TxBQmQOC9M>

Como el “Día de puertas abiertas” era poco efectivo, se decidió cambiar sus objetivos y su enfoque, para convertirlo en el “Día de la divulgación”. El objetivo principal de este evento, que se realiza anualmente, es invitar a la población mexicana a conocer las investigaciones que se llevan a cabo en el ICN. Un segundo objetivo, que se desprende de manera natural del primero, es que los estudiantes de distintos niveles conozcan los estudios que se llevan a cabo en la dependencia para encontrar temas de tesis y que en el proceso conozcan las actividades y la forma de vida de los científicos, comentando directamente con ellos sus inquietudes. Aunque el modelo que se usó para planear el evento continuó siendo deficitario, poco a poco se fueron creando acciones con una intensidad dialógica.

El último “Día de la divulgación” que se realizó fue en 2017, y como en todas las ediciones anteriores tenía un programa que incluía un ciclo de conferencias en el que los miembros de la UCC, junto con el Comité de Comunicación de la Ciencia y el director, elegían a los científicos que dan las pláticas más accesibles, atractivas y divertidas. También se invitó a los visitantes a ver los laboratorios, donde se propició su interacción con los investigadores, a partir de la discusión de experimentos sencillos. Asimismo, se proyectó una película acompañada con un comentario y debate a cargo de un científico del instituto.



Visita a uno de los laboratorios del ICN durante el “Día de la Divulgación

El público que acude al “Día de la divulgación” incluye estudiantes de niveles que van desde la secundaria hasta el posgrado, además de personas de todas las edades que están interesadas en la ciencia.

Hay dos actividades que son las más exitosas dentro de este evento, en términos de la creación de diálogos entre los visitantes y la comunidad científica: las llamadas “pláticas platónicas” y el momento en el que se ofrece una comida a los asistentes. Las pláticas platónicas son pláticas informales, parecidas a un café científico. Su objetivo es diluir tanto como sea posible la antisimetría epistémica entre los científicos y los visitantes, con el objetivo de aminorar la desconfianza autoinfligida que pudieran sentir aquellos que no han tenido un contacto cercano con la ciencia. Estas pláticas tienen lugar en el jardín, en vez de en un salón de clase o en el auditorio, lo que propicia una atmósfera relajada e informal. La dinámica consiste en que un investigador del ICN plantea un tema de discusión y el público hace preguntas, da su opinión, pide que se comenten puntos específicos del tema a tratar, etc.



Plática platónica con el Dr. Roberto Sussman en el ICN, donde se puede observar tanto a los visitantes como al director del ICN escuchando sentados en el jardín

Este tipo de actividades permiten un diálogo en que los actores sociales no tienen que seguir los protocolos habituales de las prácticas académicas. Es interesante observar que el espacio de diálogo que se creó para los visitantes, también resultó agradable para los científicos, el personal administrativo y los estudiantes de posgrado del Instituto. Así, durante el último “Día de la divulgación”, desde el director hasta los trabajadores de limpieza del instituto se sentaron en el pasto para disfrutar una plática platónica al aire libre.

La reunión a la hora de la comida también resultó un espacio propicio para los diálogos entre los investigadores del ICN y los visitantes. Al medio día, el ICN invitó a la reunión a los académicos, a los trabajadores y a los estudiantes del ICN, además de a los visitantes al evento. Los visitantes se sentaron en el suelo en grandes círculos y los miembros de la UCC funcionaron como mediadores para invitar a los científicos a que los acompañaran para platicar con ellos. De este modo, sin ninguna acción académica de por medio, los estudiantes hicieron preguntas sobre la vida de los científicos, las becas y los temas de investigación de una manera informal. Así se propició que momentáneamente se diluyeron las jerarquías epistémicas y se relajó la desconfianza autoinfligida de los visitantes al instituto.



La comida del “Día de la divulgación” del ICN.

Aunque el “Día de la divulgación” es un evento que tiene varias características del modelo de déficit, es posible crear diferentes acciones dialógicas para lograr una apropiación de la ciencia más profunda.

En la última edición del “Día de la divulgación” se presentó al final del día un espectáculo de música con una *DJ*. En esta acción se divertieron juntos los visitantes, los científicos, los trabajadores y los estudiantes del instituto.

5.3.6 Arte y ciencia en un instituto de investigación científica

Recientemente, algunos autores como Carina Cortassa han propuesto reconocer la asimetría epistémica entre los científicos y algún grupo cultural que sea ajeno a la ciencia, que puede caer en una gran desconfianza autoinfligida al entrar en un diálogo sobre temas que no domina:

Una inquietud normal –y recurrente– del público deriva de una correcta percepción del alto grado de vulnerabilidad de la posición que ocupa, de advertir su imposibilidad objetiva para juzgar de manera autónoma el valor epistémico de las proposiciones científicas o de las razones presentadas en su favor. En tales circunstancias, al parecer, la asimetría reduciría sus opciones a la disyuntiva de creer o no creer las afirmaciones de los expertos (Cortassa, 2010: 161).

Muchos de los problemas teóricos o prácticos a los que se enfrenta la comunicación de la ciencia están relacionados con esta “vulnerabilidad” derivada de que el público no se siente capaz de evaluar el valor epistémico de las proposiciones científicas. En muchos casos, aquellos que han tenido un contacto superficial o nulo con la ciencia sienten que no tienen la autoridad epistémica para discutir algún argumento o incluso para pedir que se les dé más información. Así, cuando se estudian los modelos dialógicos, la mayor parte de los teóricos en comunicación de la ciencia se enfocan en tratar de resolver los problemas asociados con el encuentro entre el llamado “público lego” y los científicos, o con el “analfabetismo científico”. La representaciones teóricas de estos encuentros usualmente mencionan a un público al que hay que “seducir” o “convencer” de que la ciencia es interesante; al que hay

que darle un poco de información para despertar su curiosidad por temas que pueden ser ajenos a su mundo.

Aunque estas representaciones en la mayoría de los casos se corresponden con la realidad, en el ICNUNAM encontramos un ejemplo en el que un grupo de gente que había tenido un contacto nulo o escaso con la ciencia decidió entablar diálogos con la comunidad epistémica pertinente de los físicos de partículas y con los expertos en gravitación de la dependencia. Se trata de un grupo de artistas contemporáneos, escritores, bailarines y músicos interesados en la ciencia.

Este grupo lleva a cabo acciones artísticas de punta y las presenta en los foros más importantes del mundo, como la Bienal de Venecia. Muchos de los integrantes de este grupo pertenecen al centro cultural Laboratorio Arte Alameda o colaboran con el Laboratorio Multimedia del Centro Nacional de las Artes.

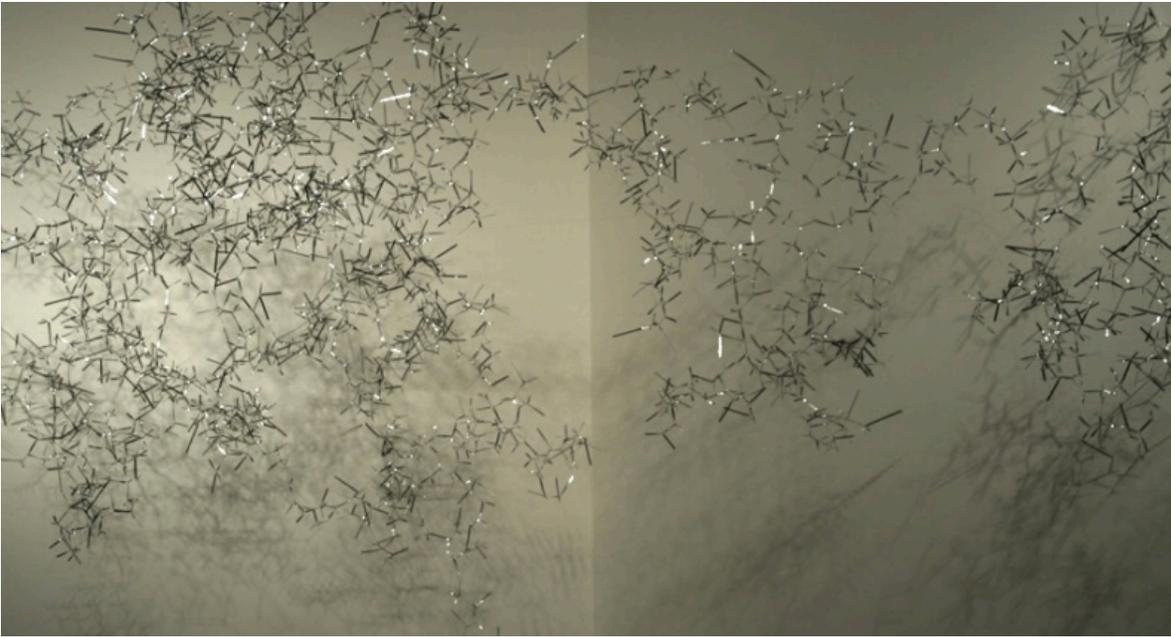
El primer contacto con este grupo de artistas fue a través de los miembros de la UCC. En él se decidió que se crearían acciones conjuntas de carácter transdisciplinario entre artistas, comunicadores de la ciencia y científicos. A partir de ese momento, los artistas empezaron a acudir a los eventos de comunicación de la ciencia del ICN, y la coordinadora de la UCC a asistir a los eventos en los que exponían los artistas, en particular a las inauguraciones de las exposiciones del Laboratorio Arte Alameda.

Posteriormente, se decidió que se crearía una serie de pláticas de arte para científicos y de ciencia para artistas. Entre ellas, se organizó un coloquio magistral sobre arte, en el que se discutía la inconmensurabilidad lingüística y epistémica entre el arte y la ciencia.



Poster del coloquio “¿Arte?” presentado por Tania Aedo y Ale de la Puente

Por otra parte, los artistas le solicitaron al instituto un minicurso sobre física de partículas, que impartió Alberto Güijosa, y que se titulaba “La receta cósmica”. En este curso se habló del modelo estándar de física de partículas, del LHC y de la partícula de Higgs, entre otras cosas. A partir de dicho curso, la artista contemporánea Ale de la Puente realizó una recreación de las ideas del curso y las plasmó en sus obras. El primer producto de este intercambio epistémico fue una escultura de metal titulada “A veces es su sombra”, que ilustraba la idea del espacio vacío entre las partículas.



A veces es su sombra.

Ale de la Puente

El segundo producto que comentaremos en este trabajo fue un performance que Ale de la Puente presentó en el Laboratorio Arte Alameda durante el encuentro de arte del espacio *Kósmica*. En este performance la artista invitó a un chef a preparar un mole rojo con ayuda de varios cocineros. El chef y Ale de la Puente se turnaban para usar el micrófono. Ale de la Puente narraba poco a poco la teoría del Big Bang, el comportamiento de las primeras partículas, la materia y la antimateria que se anulaban en los primeros instantes del Universo y la expansión del Universo, del modo en que se lo explicó Alberto Güijosa en su curso. Por otro lado, el chef narraba todos los pasos que se deberían llevar a cabo para hacer un mole rojo. La preparación del mole se proyectó en grandes pantallas, con efectos de multimedia que hacían que los ingredientes de cocina se vieran como imágenes del universo. El intercambio de este diálogo resultaba en una especie de historia del principio del universo, ilustrada con los ingredientes del guiso. El resultado era sumamente estético y apegado a la ciencia. Aunque el objetivo del performance era hacer una propuesta artística, podría considerarse como una acción de comunicación de la ciencia por la precisión científica y el uso de metáforas.



La cocina y el Universo. Ale de la Puente

Estos dos ejemplos muestran que se pueden llevar a cabo diálogos fructíferos entre la comunidad científica y otras comunidades que no tengan conocimientos de ciencia, que pueden causar una transformación epistémica y axiológica en todos los participantes. En estos casos, las acciones de los miembros de las oficinas de comunicación de la ciencia como mediadores son fundamentales.

5.3.6.1 La gravedad de los asuntos

El mismo grupo de artistas contemporáneos que solicitó un curso de física de partículas también solicitó un curso sobre gravitación, que aceptó impartir Miguel Alcubierre, el director del instituto, experto en el área. Al finalizar el curso dos de los artistas, Ale de la Puente y Nahum, concibieron un proyecto: querían hacer arte en gravedad cero. Así, decidieron invitar a siete artistas más y a un científico, el mismo Alcubierre, para hacer realidad el proyecto. Después de llevar a cabo gestiones muy complicadas para obtener el presupuesto y los permisos, finalmente lograron rentar un avión ruso que partió del centro Yuri Gagarin para realizar un vuelo parabólico que haría que los participantes experimentaran la gravedad cero.

Cada uno de los artistas realizaría una pieza de arte a bordo del avión, y cada una de ellas sería asesorada por el científico. Esto es particularmente relevante, si

se piensa que una de las piezas de Ale de la Puente era romper una piñata en gravedad cero, lo cual es bastante complicado, pues cuando alguien le pega, sale disparado volando para el otro lado. Otro ejemplo fue la segunda pieza que propuso Ale, que consistía en llevar un reloj de arena y ver que sucedía en gravedad cero. El resultado era que la arena flotaba y nunca caía para medir el tiempo.



Los participantes del vuelo parabólico tratando de romper una piñata en gravedad cero.

El resultado del proyecto, que se tituló “La gravedad de los asuntos”, fueron varias exposiciones en las que se presentaron las piezas que se habían creado en gravedad cero.¹⁸⁶ La primera exposición se llevó a cabo en un centro de arte contemporáneo, el Laboratorio de Arte Alameda. La segunda exposición se llevó a cabo en el Museo de Ciencias, Universum. En esta última, se le pidió a un grupo de científicos que comentaran las piezas, y que ayudaran a crear cédulas de comunicación de la ciencia. Este es un ejemplo en que una acción de arte contemporáneo puede ser un medio para comunicar la ciencia.

¹⁸⁶ En esta liga se puede ver un video sobre el proyecto:
<https://www.youtube.com/watch?v=mybtxkC6RFw>

5.3.6.2 Ciencia-Ficción-Ciencia

Después de las primeras acciones que se llevaron a cabo en conjunto con los artistas, el ICN decidió llevar a cabo un evento de diálogo transdisciplinario, en el que participaran científicos, artistas, escritores, filósofos, comunicólogos, etc., con una temática en común: la ciencia en los relatos, novelas y películas de ciencia ficción. El evento se tituló “Ciencia-Ficción-Ciencia” y tuvo cuatro ediciones, en las que se les pidió a los participantes de todas las áreas que prepararan su presentación pensando en algún tema científico que se hubiera abordado desde la ciencia ficción. Esto creó un ambiente en el que la diversión y el juego fueron un elemento primordial. De este modo, se presentaron pláticas como “20000 leguas de viaje submarino desde la ciencia y la ciencia ficción”, “La estrella de la muerte y la muerte de las estrellas”, se hizo un comentario sobre la película Blade Runner, desde la ciencia y la literatura, el artista contemporáneo Juan José Díaz infante presentó su propuesta para el primer satélite artístico mexicano que se lanzará al espacio. Al final de una de las ediciones, el artista sonoro Gilberto Esparza presentó el BioSoNor, un instrumento musical conformado por matraces de laboratorio, bacterias y líquenes, con el que cerró la función.



Presentación de Gilberto Esparza y el BioSoNor

En este evento se logró un diálogo entre científicos y expertos en varias disciplinas, sobre arte, literatura, música, etc., tomando como punto de partida la ciencia y la ciencia ficción. Como tuvo un sentido lúdico, los asistentes se interesaron en distintos temas científicos, y se siguieron acercando al instituto de varias maneras.

5.3.6.3 “La danza de las neuronas” y el festival de arte y ciencia “El aleph”

En 2015 se invitó a la Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICNUNAM a participar en la curaduría de “La danza de las neuronas”,¹⁸⁷ un festival de arte y ciencia dentro del Festival Internacional Cervantino. Como parte de las actividades que se llevaron a cabo podemos mencionar un ciclo de conferencias de comunicación de la ciencia al aire libre en el quiosco central de Guanajuato. También se llevaron a cabo diálogos entre artistas, escritores, músicos y científicos, sobre distintos temas, desde las matemáticas hasta las neurociencias.¹⁸⁸

La filosofía de la danza de las neuronas se retomó en 2017 cuando el director de la Coordinación de Difusión Cultural UNAM propuso organizar un festival de arte y ciencia en el Centro Cultural Universitario. El festival, que tuvo como tema “Las fronteras de la física”, consistió en más de cincuenta acciones de arte y ciencia, tales como obras de teatro, música y ciencia, danza y ciencia y varios diálogos entre científicos, artistas, escritores y filósofos.¹⁸⁹ El evento magistral fue la visita del físico Juan Maldacena,¹⁹⁰ quien dio una charla acompañado por dos escritores. El físico también se presentó en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, con una asistencia récord de varios de cientos de jóvenes que querían ver la plática del “Einstein de nuestra época”.

¹⁸⁷ La curaduría de “La danza de las neuronas” corrió a cargo de Gabriela Frías Villegas y José Gordon.

¹⁸⁸ Una nota de Conacyt Prensa sobre la danza de las neuronas: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/arte/2977-analizaran-cientificos-y-artistas-la-neurona-de-jennifer-aniston-durante-festival-internacional-cervantino>

¹⁸⁹ La primera edición de El Aleph fue curada por Gabriela Frías Villegas y José Gordon, por invitación de Jorge Volpi.

¹⁹⁰ Juan Maldacena es un físico teórico argentino que trabaja en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Es famoso por haber propuesto una teoría llamada “correspondencia holográfica” en la que propone una correspondencia matemática entre el lenguaje de las partículas elementales y el de la teoría de cuerdas. Ganó el premio Yuri Milner de Física Fundamental. Algunos lo consideran el Albert Einstein del siglo XXI.



Cartel de anuncio del festival “El Aleph” en la edición 2017 titulada “Las fronteras de la física”.

5.3.7 El final de la segunda fase del proyecto de la UCC del ICN

Durante 2017 la Unidad de Comunicación de la Ciencia del ICN se consolidó y alcanzó su punto culminante. Se llevaron a cabo una gran cantidad de acciones de prensa, de artículos de divulgación, de proyecciones de cine comentado y se curaron ocho festivales de arte y ciencia, con asistencias *récord*. Sin embargo, los directivos del instituto consideraron que el proyecto estaba demasiado encaminado a llevar a cabo acciones de cultura científica a gran escala, que pretendían alcanzar a muchos tipos de públicos, y poco enfocado a las necesidades de los investigadores. Como a éstos también les preocupaba el hecho de que el programa estuviera pensado en las necesidades del público y poco centrado en promoverlos de manera personal, se decidió terminar con esta fase del proyecto, para convertir la UCC en una oficina de servicio para los investigadores del Instituto.

A partir de enero de 2018, se eligió como responsable de la oficina a una persona sin formación científica ni periodística, que eligió regresar al formato clásico de gabinete de prensa, en el que se producen notas a petición de los investigadores, y donde se dan servicios de diseño gráfico. También se empezaron a hacer proyectos de comunicación interna y acciones de reclutamiento de estudiantes de servicio social y tesistas.

Esto significa un retroceso en el proyecto de comunicación de la ciencia del ICN pues los proyectos de comunicación de la ciencia, de acuerdo a nuestra definición, deben ser un canal para que las comunidades científicas tengan un diálogo con la sociedad y no un espacio para cubrir las necesidades específicas de los investigadores. Es importante mencionar que cuando los proyectos de comunicación de la ciencia se hacen pensados para que sean accesibles para la sociedad, los científicos también reciben atención y promoción, aunque esto no se considere el objetivo primordial.

El cambio en la dirección del proyecto de la UCC no debe extrañarnos pues mientras los proyectos de comunicación de la ciencia estén supeditados a los lineamientos dictados por las comunidades científicas y no la de comunicadores de la ciencia, los proyectos académicos de alto nivel pensados para la sociedad se suspenderán para darle lugar a aquellos que sirvan para alabar los logros de los científicos, aunque estos algunas veces sean irrelevantes o incomprensibles para los individuos ajenos al edificio de la ciencia.

5.4 Cuadro de las oficinas de comunicación de la ciencia de la UNAM

Al principio de este trabajo doctoral solamente había unas pocas oficinas de comunicación de la ciencia en la UNAM. Hoy en día, muchos institutos y centros del Subsistema de la Investigación Científica han decidido poner en marcha proyectos de este tipo. A continuación incluyo un cuadro en el que se señalan los institutos científicos de la UNAM con proyectos de comunicación de la ciencia, el nombre que se le da a su oficina y el estatus que se le da a su miembros.

Instituto de Ciencias Nucleares	Un coordinador (Técnico Académico) Un Técnico Un divulgador contratado por honorarios Un asistente (Administrativo)	Unidad de Comunicación de la Ciencia
---------------------------------	--	--------------------------------------

Instituto de Astronomía	Un Jefe de Departamento (Investigador) Un Coordinador (Técnico Académico)	Departamento de Comunicación de la Ciencia
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología	Un Jefe (Administrativo)	No hay oficina de comunicación de la ciencia
Instituto de Ciencias Físicas	Una persona contratada por honorarios	Difusión y Divulgación de la Ciencia
Instituto de Física	Un Coordinador (Técnico Académico)	Unidad de Comunicación
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas		No hay Unidad de Comunicación
Instituto de Matemáticas	Un Coordinador (Administrativo)	Departamento de Difusión y Divulgación
Instituto de Radioastronomía y Astrofísica	Un Jefe (Investigador)	Área de Divulgación
Centro de Nanociencias y Nanotecnología	Un Técnico Académico	Difusión y Divulgación de la Ciencia
Instituto de Biología		No tiene oficina de comunicación de la ciencia
Instituto de Biotecnología		No tiene oficina de comunicación de la ciencia
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología		Proyecto en formación
Instituto de Ecología	Un Coordinador (Técnico Académica) Un encargado de difusión (Técnico Académico)	Unidad de Difusión y Divulgación

Instituto de Fisiología Celular	Un Coordinador (Técnico Académico)	Coordinación de Divulgación y Promoción Científica
Centro de Ciencias de la Complejidad	Un Coordinador (Técnico Académico)	Unidad de Comunicación
Instituto de Investigaciones Biomédicas	Un Jefe (Técnico Académico) Un Asistente (Administrativo) Un Reportero (Contratado por honorarios)	Prensa y Difusión
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad	Dos Técnicos Académicos	Comunicación Científica Y Educación Ambiental
Instituto de Neurobiología	Un técnico académico	Proyecto de Difusión y Divulgación
Instituto de Química		No tiene oficina de comunicación de la ciencia
Centro de Ciencias Genómicas		No tiene oficina de comunicación de la ciencia
Instituto de Geofísica	Responsable de Unidad (Técnico Académico Titular) Diseñador y asistente para hacer trabajo con medios y redes sociales (Honorarios).	Unidad de Comunicación Social
Instituto de Geografía	Un Técnico Académico y dos becarios	Unidad de Comunicación de la Ciencia.
Instituto de Geología	Un Coordinador (Técnico Académico)	Unidad de Comunicación
Instituto de Ingeniería	Un Jefe de la Unidad (Honorarios)	Unidad de Promoción y Comunicación

	<p>Un asistente (Administrativo)</p> <p>Dos encargados de visitas (un Técnico Académica y un Administrativo)</p> <p>5 dibujantes (Honorarios)</p> <p>Dos encargados de eventos (Honorarios)</p> <p>Un becario (Honorarios)</p> <p>Dos diseñadores (Un Técnico Académico y un becario).</p> <p>Un encargado de los congresos (Académico)</p> <p>Un encargado de la Gaceta (Administrativo)</p>	
Centro de Ciencias de la Atmósfera	<p>Una persona con plaza de Jefe de Sección Académica, y un secretario con plaza administrativa.</p> <p>Una encargada de diseño y producción audiovisual por honorarios.</p>	Unidad de Comunicación y Vinculación de la Ciencia
Centro de Geociencias	Un Técnico Académico	Difusión y Divulgación
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental		No tienen oficina de comunicación de la ciencia
Instituto de Energías Renovables	Un Técnico Académico y Dos Administrativos	Unidad de Comunicación de la Ciencia

Cuadro actualizado hasta el 29 de junio de 2018

Es interesante mencionar que de los veintiocho institutos que aparecen en este cuadro, solo veintiuno tienen unidades de comunicación de la ciencia, y entre ellos doce tienen a mujeres en el puesto de jefas de comunicación de la ciencia. Esto quiere decir que en los institutos de la UNAM hay más mujeres en el puesto más importante de las oficinas de comunicación de la ciencia.

Sección VI: Propuestas para un modelo de comunicación de la ciencia y para la conformación de las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica

No hay un solo nivel, ni una sola lógica, la transdisciplina no solo alienta el diálogo entre ciencias exactas y humanas sino también con el arte y la experiencia interior, con los mitos y con la religión y entre las diferentes culturas. [...] Implica, además, un cambio en la cosmovisión, en la manera de pensar las ciencias.
Sinay Millonschik¹⁹¹

Los modelos de comunicación de la ciencia que hemos discutido anteriormente plantean escenarios que rara vez corresponden a la realidad. En ellos, tanto los científicos como los “legos”¹⁹², tienen roles bien definidos que determinan su comportamiento en las acciones de comunicación de la ciencia.

Para los comunicadores de la ciencia que realizan acciones prácticas, estos modelos solamente sirven como un modo de catalogar sus percepciones, indicándoles que su acción pareciera encajar en un cierto modelo. Sin embargo, éstos no les proporcionan un marco teórico que pueda servir como una base para diseñar sus proyectos o para llevar a cabo reflexiones más profundas sobre sus resultados. En este capítulo propondremos un modelo de comunicación de la ciencia que reconoce las problemáticas inherentes a los encuentros entre los

¹⁹¹ Cita tomada del artículo “transdisciplina” de Cecilia Sinay Millonschik en: <http://www.conversiones.com/nota0919.htm>

¹⁹² El término “lego” se usa frecuentemente en las discusiones sobre los modelos de comunicación de la ciencia para denominar a aquellos que no pertenecen a la comunidad científica. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define la palabra “lego” como “falto de letras o noticias”. Algunos de sus sinónimos, de acuerdo al Diccionario Océano, son los siguientes: profano, iletrado, indocto, ignorante, inculto, inexperto, novato, inepto, patán e incompetente. Debido a estas acepciones, me parece poco adecuado e incluso despectivo llamar legos a algunos de los participantes en acciones dialógicas horizontales. Es por eso que dentro del nuevo modelo de comunicación de la ciencia que planteo usaré otra terminología.

miembros de alguna comunidad científica y uno o varios grupos culturales ajenos a ella.

6.1 El Modelo Dialógico Integral

El modelo que propondremos y discutiremos a continuación pretende desempeñar una función heurística, es decir, servir como guía para tomar decisiones y resolver los problemas que surgen al plantear acciones dialógicas de comunicación de la ciencia. Dicho esquema está basado en la *Teoría de la Acción Comunicativa* de Jürgen Habermas. Reconoce el multiculturalismo desde una visión pluralista, tanto entre la comunidad científica como entre la sociedad; además, reconoce que los distintos grupos culturales que participan en las acciones dialógicas pueden tener representaciones de los científicos y de la ciencia que resultan inconmensurables. A partir de dichas representaciones pueden surgir prejuicios, que dificultan las acciones comunicativas. Por otra parte, en esta propuesta, los conceptos de hospitalidad y de confianza juegan un papel fundamental para crear entornos adecuados para el diálogo. Cabe mencionar que en esta propuesta el papel de los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto como mediadores entre los distintos actores involucrados en el diálogo, es de vital importancia. A continuación discutiremos los elementos teóricos necesarios que conforman nuestra propuesta para el **Modelo Dialógico Integral de Comunicación de la Ciencia, MDI**.

6.1.1 El primer acercamiento

Los encuentros entre los miembros de la comunidad de algún instituto de investigación científica y aquellos que son ajenos a ella, rara vez se dan de manera espontánea. Algunas veces se acercan a dichas dependencias los profesores de bachillerato o de licenciaturas científicas, solicitando información para sus alumnos. También se acercan estudiantes de bachillerato interesados en seguir una carrera científica. Otros actores que suelen acudir al instituto son los reporteros pertenecientes a distintos medios de comunicación, enviados por sus editores para obtener declaraciones acerca de algún tema científico coyuntural. Aparte de este tipo de actores, es inusual que personas ajenas a los institutos acudan en busca de

científicos para entablar diálogos con ellos sobre asuntos que les parezcan relevantes en temas relacionados con la tecnociencia.

Es por ello que para propiciar un primer encuentro entre los integrantes de las comunidades científicas y aquellos ajenos a ellas, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia deben crear centros o esferas de comunicación en los ámbitos locales, nacionales y globales, a través de distintas estrategias y medios de comunicación.

El primer paso de este encuentro es que alguno de los participantes en el diálogo escoja un tema relevante para todos los actores involucrados. La relevancia de este tema puede deberse a que tiene una influencia directa en la vida cotidiana de alguno de los participantes, o solamente a que es un asunto interesante para todos. Como ejemplo de esto, tomaremos una situación, que ya comentamos anteriormente, en la que un grupo de artistas contemporáneos se acercaron a los miembros de la UCC de dicho instituto para obtener información sobre el LHC y el reciente descubrimiento de la partícula de Higgs.

Una vez que se escoge un tema, los miembros de la oficina de comunicación funcionan como mediadores entre los miembros de una comunidad científica (que en el ejemplo son físicos de altas energías) y los miembros de otros grupos culturales (en el ejemplo los artistas contemporáneos). Como mediadores en casos como este, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia deben ayudar a crear las condiciones necesarias para un diálogo. Aunque ellos hagan propuestas acerca del modo en que sería deseable llevar a cabo esta actividad, todos los involucrados tendrán que llegar a un consenso acerca del modo que prefieran hacerlo.

6.1.2 Mediación

Los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto de investigación científica actúan como mediadores en los procesos dialógicos que involucran a los científicos de su dependencia y a actores sociales ajenos a ella. Ana Elena Fierro Ferráez define el concepto de mediación del modo siguiente:

La mediación es un procedimiento centrado en la búsqueda de una solución. A diferencia de lo que sucede en el juicio, el cual consiste en la asignación de derechos y deberes realizada por un tercero de manera unilateral, en la mediación los participantes en conflicto buscan una solución a sus problemas con ayuda de un tercero, el mediador (Fierro, 2010).

Esta definición se refiere a la mediación en entornos legales; sin embargo, es lo suficientemente general para servirnos como punto de partida si tomamos en cuenta que en los encuentros dialógicos que planteamos en este trabajo, el conflicto usualmente consiste en las diferencias que surgen cuando se enfrentan dos marcos conceptuales inconmesurables. De acuerdo a Fierro, el papel del mediador es el siguiente:

La función del mediador consiste en facilitar la comunicación a partir de un procedimiento metodológico, tomando en cuenta las emociones y los sentimientos, y centrándose en las necesidades y los intereses de los involucrados. El mediador es el conductor del procedimiento; su papel principal es ser el puente de comunicación entre los participantes, de manera que su función no es buscar información inquisitoriamente ni proponer soluciones inmediatas (Fierro, 2010).

Basándonos en las prácticas que propone Fierro, la función principal de los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto como mediadores es facilitar la comunicación entre la comunidad científica (de la que son parte) e individuos ajenos a ella. Aunque los comunicadores de la ciencia comparten valores, representaciones y marcos conceptuales con la comunidad científica de la que son parte, deben ser capaces de reconocer los intereses, interrogantes y visiones del mundo de los otros grupos culturales con los que se llevan a cabo acciones comunicativas. De este modo pueden actuar como “vasos comunicantes” o “traductores” entre los miembros de distintas comunidades. Esta “traducción” no solamente se refiere a una recreación de la ciencia en la que se usen medios y estrategias literarias para hacer la ciencia accesible y agradable, o estrategias de

comunicación visual de la ciencia, sino que también se refiere a poder transmitirle a los miembros de alguna de las comunidades involucradas las particularidades de los marcos conceptuales de los otros. Un ejemplo de esto es cuando llega a un instituto un periodista, que no es experto en temas de ciencia y tecnología, a entrevistar a un científico que nunca ha dado una entrevista para televisión. El científico inmediatamente empieza a hablarle al periodista del mismo modo que a sus colegas. Por su parte, el periodista hace preguntas que al científico le parecen poco relevantes y no entiende las respuestas. El resultado es una entrevista pobre e incomprensible para los televidentes. Los comunicadores de la ciencia de un instituto, en su papel de mediadores, deben poner en antecedentes al periodista sobre los puntos más relevantes de la investigación del científico y pueden aconsejarlo sobre qué preguntas podrían ser interesantes para el público que ve la entrevista. Por otro lado, los comunicadores de la ciencia deben aconsejar al científico acerca de cómo recrear los conceptos técnicos complicados para que resulten más accesibles para el público, además de explicarle cuáles son las dificultades del trabajo del periodista y cómo puede ayudarlo a realizar su labor. En este caso, el comunicador de la ciencia no es un mediador imparcial, pues es parte del instituto. Sin embargo, puede facilitar un diálogo entre miembros de comunidades con marcos conceptuales inconmensurables.

Como ya habíamos mencionado anteriormente, en su libro *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, León Olivé menciona la necesidad de formar expertos en estudios sobre ciencia y tecnología que sean capaces de actuar como mediadores entre la comunidad científica y la sociedad:

De todo lo anterior se concluye la necesidad de formar nuevos expertos en ciencias naturales, sociales y humanidades, así como en tecnologías, con la capacidad para integrarse a equipos interdisciplinarios que sean receptivos a las muy diversas demandas sociales, y que desarrollen estrategias de investigación para encontrar respuestas. Urgen además profesores y profesionales que actúen en la interfaz entre los sistemas de ciencia y tecnología y el resto de los sectores sociales. [...] para lograr la vinculación efectiva con la sociedad es indispensable formar especialistas

en comunicación pública de la ciencia, en gestión científica y tecnológica, así como profesores capaces de educar a los ciudadanos en la cultura científica y tecnológica apropiada para el siglo XXI, con sólidos conocimientos sobre la razón de ser de un sistema de ciencia y tecnología. [...] Para esto también es necesario formar especialistas en el estudio del sistema de ciencia y tecnología y sus relaciones con la sociedad, capaces de analizar y promover las prácticas y redes institucionales y sociales que fomenten los nuevos modos de producción, distribución y aplicación del conocimiento, atendiendo a sus dimensiones cognitivas, éticas, axiológicas, sociales, educativas, económicas, políticas, jurídicas, culturales y ambientales. [...] Los nuevos profesionistas de mediación entre el sistema de ciencia y tecnología y la sociedad también deben contribuir a sensibilizar a los científicos y tecnólogos de que su trabajo, si bien requiere “autonomía epistémica”, depende de la sociedad desde el punto de vista del financiamiento y del reconocimiento (como valor cultural) (Olivé, 2008: 42-43).

Para poder llevar a cabo acciones de mediación efectivas, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto de investigación científica deben tener una formación multidisciplinaria que les permita entender el quehacer científico no solamente desde el punto de vista de las comunidades científicas, sino también desde el punto de vista de la filosofía, la sociología, la antropología, etc. Uno de los roles más importantes de estos comunicadores de la ciencia —que menciona Olivé en su texto— es sensibilizar a los científicos y tecnólogos de que su trabajo depende de la sociedad en términos de financiamiento y reconocimiento. Es por ello que en una sociedad democrática los miembros de todos los grupos culturales, o sus representantes, deberían poder participar en los debates acerca de la ciencia y sus aplicaciones.

Carina Cortassa también menciona la relevancia de este tipo de mediadores, en su artículo “Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la comunicación pública de la ciencia”:

El agente de interfaz puede encargarse de proporcionarle esas premisas: su función no es solo facilitar la circulación del conocimiento a través de la cadena testimonial sino, asimismo, proveer al público de la mayor cantidad de elementos de juicio posibles acerca de la/s fuente/s –un científico individual, un grupo de investigación, la comunidad científica como sujeto colectivo– que le permiten valorar críticamente el crédito que merecen y si es justificable –a partir de ello– adoptar una actitud diferente (Cortassa, 2010: 164).

Cortassa propone que el “agente interfaz” o mediador le proporcione a los actores sociales la mayor cantidad posible de elementos sobre las fuentes, pertenecientes a la comunidad científica, para poder adoptar una visión crítica acerca del tema que se trate en la acción comunicativa.

6.1.3. El mundo de la vida de Habermas

Dentro de nuestra propuesta, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia también deben proveer las condiciones necesarias para que los distintos actores sociales involucrados se encuentren en un espacio común para entablar diálogos. Para estudiar el espacio de encuentro entre los distintos actores que participarán en las acciones de comunicación de la ciencia, nos basaremos en la teoría de la acción comunicativa propuesta por Jürgen Habermas, una teoría crítica de la sociedad “articulada por un tema central que podría caracterizarse como programa en torno a la modernidad, con el cual se intenta dar respuesta a la cuestión de si es posible y cómo garantizar, en los marcos de la sociedad industrial actual, las posibilidades de supervivencia cultural, la individualidad y los valores de la libertad y democracia” (Solares, 1997:10).

Este proyecto propone una comunidad de comunicación ideal, que contempla tres puntos fundamentales: una teoría de la racionalidad lingüística; un concepto de sociedad a dos niveles, sistema y mundo de la vida; y la fundación de una teoría de la modernidad como proyecto inacabado. A continuación nos enfocaremos en el segundo aspecto de la *Teoría de la Acción Comunicativa*, en particular en el concepto de mundo de la vida.

El concepto “mundo de la vida” se refiere al saber implícito, sobre el que se sostiene la normalidad de una situación de habla, y es el espacio de interacción de los actores involucrados en un diálogo, es decir, es el espacio donde se desarrolla la acción comunicativa. De acuerdo a Solares (Solares 1997: 70), el mundo de la vida se articula en tres esferas:

Cultura: el acervo de saber, en el que los partícipes en la comunicación se abastecen de interpretaciones para entenderse sobre algo en el mundo.

Sociedad: las orientaciones legítimas a través de las cuales los participantes en la interacción regulan su pertenencia a grupos sociales, asegurando con ello la solidaridad.

Personalidad: las competencias que convierten a un sujeto en capaz de lenguaje y de acción, esto es, que lo capacitan para tomar parte en procesos de entendimiento y para afirmar en ellos su propia identidad.

Durante los encuentros dialógicos, los participantes se expresan tomando elementos de cada una de estas tres esferas. Al respecto, Jürgen Habermas comenta lo siguiente:

Las condiciones de validez de las expresiones simbólicas remiten a un saber de fondo, compartido intersubjetivamente por la comunidad de comunicación. Para este trasfondo de un mundo de la vida compartido todo disenso representa un peculiar desafío: La asunción de un mundo compartido por todos (mundo de la vida) no funciona para los *mundane reasoner* como una aserción descriptiva. No es falsable. Sino que funciona más bien como una especificación no corregible de las relaciones que en principio se dan entre las experiencias que los preceptores tienen en común sobre lo que cuenta como un mismo mundo (mundo objetivo). Dicho en términos muy toscos, la anticipada unanimidad de la experiencia (o por lo menos, de los relatos de esas experiencias) presupone una comunidad con otros que se supone están observando el mismo mundo, que tienen una constitución física que los capacita para tener una verdadera experiencia, que tienen una motivación que los lleva a hablar sinceramente de su

experiencia y que hablan de acuerdo con esquemas de expresión compartidos y reconocibles. Cuando se produce una disonancia, los *mundane reasoners* están dispuestos a poner en cuestión este o aquel rasgo. Para un *mundane resasoner* una disonancia constituye una razón suficiente para suponer que no se cumple una u otra de las condiciones que se suponía se cumplían cuando se anticipaba la unanimidad. Una *mundane solution* puede encontrarse revisando, por ejemplo, si el otro era o no capaz de tener una verdadera experiencia (Habermas 2010: 38).

En otras palabras, si los participantes en una acción comunicativa no interactúan en una esfera común donde comparten un saber de fondo, no podrán entablar un diálogo. Acerca de este punto Fernando del Río comenta lo siguiente:

El problema de la divulgación de la ciencia lo veo entonces, en última instancia, como el de hacer apreciar y entender la realidad científica a personas que viven inmersas en la realidad cotidiana. Parte de la dificultad de la divulgación surge de que en estas realidades se utilizan lenguajes en gran medida ajenos, pese que estos comparten la misma sintaxis y tienen muchos términos en apariencia comunes. Este hecho lleva a hablar de la divulgación como una traducción. [...] Así, dicho de otra manera, divulgar la ciencia es recrear la realidad científica con elementos de la realidad cotidiana (Del Río en Estrada (coordinador), 2003: 15).

Cabe mencionar que en el mundo compartido por todos hay nociones básicas de ciencia, que pueden o no estar distorsionadas y que saldrán a colación en los debates relacionados con este tema.

Por otra parte, de acuerdo con Solares, “el proceso de entendimiento comunicativo por medio del *lenguaje natural* se realiza a través de interpretaciones transmitidas culturalmente y que hacen referencia, simultáneamente, a algo en el mundo objetivo, en el mundo social y en el propio mundo subjetivo (Solares, 1997: 25). Mientras que el mundo de la vida representa el punto de vista de los sujetos que actúan sobre la sociedad, el sistema implica una perspectiva externa, es decir la perspectiva de alguien no implicado. Cada uno de los principales componentes

del mundo de la vida (la cultura, la sociedad y la personalidad) tienen sus elementos correspondientes en el sistema (la producción cultural, la integración social y la formación de la personalidad). Aunque el sistema tiene sus raíces en el mundo de la vida, tiene sus propias estructuras, entre las que figuran la familia, el Estado y la economía.

Cuando una oficina de comunicación de la ciencia propicia un encuentro dialógico entre miembros de la comunidad científica e individuos ajenos a ella, dentro de las premisas del instituto, está propiciando un encuentro dentro de una esfera particular: un entorno que es parte del sistema de la ciencia. Los diálogos también se pueden llevar a cabo en varios otros contextos que pertenecen a un sistema, por ejemplo, en un centro cultural. Sin embargo, como siempre habrá actores ajenos a estos sistemas, es deseable que el diálogo se dé en el marco del mundo de la vida. De acuerdo con Habermas, “quienes actúan comunicativamente en una situación dada, no pueden adoptar una posición extramundana, lo mismo que tampoco pueden hacerlo frente al lenguaje como medio de los procesos de entendimiento, gracias a los que el mundo de la vida se mantiene” (Habermas, 2010: 604). Así, todos los participantes en la acción comunicativa deben mantenerse en el marco del lenguaje y las definiciones comunes o intersubjetivas. En nuestro ejemplo, los físicos de partículas deben usar un lenguaje comprensible para los artistas y viceversa. Además, en una acción comunicativa todos los involucrados deben conocer las definiciones y la información básica del tema, pues no es posible que se genere un diálogo real cuando los participantes no comparten una base lingüística y epistémica.

6.1.4. Representaciones de la ciencia en los distintos grupos culturales

Durante los encuentros dialógicos entre miembros de las comunidades científicas y los individuos pertenecientes a otros grupos culturales que son ajenos a ellas, se enfrentan varias representaciones del mundo que pueden ser contradictorias. Además, las discusiones están mediadas por prejuicios que, de acuerdo con Carina Cortassa, forman parte del imaginario colectivo y del entorno simbólico más amplio en que se inscribe el diálogo entre la ciencia y la sociedad (Cortassa, 2010: 169). Algunas veces estos prejuicios resultan justificados, pero la mayoría de las veces

consisten en visiones distorsionadas del otro, es decir, aquel que no pertenece a la comunidad propia.

Para explorar la problemática de los encuentros entre científicos y otros grupos culturales, es interesante recordar la noción de “otredad” que podemos encontrar una y otra vez en los estudios antropológicos que están interesados en los encuentros entre dos o más grupos o más grupos culturales. Los individuos siempre asumen un rol en relación con los “otros”, aquellos que tienen valores, ideologías, creencias, orígenes o conocimientos distintos. Muchas veces, el concepto de “otredad” contiene una jerarquización implícita, pues “los otros” son aquellos que no encajan en un grupo cultural específico o que tienen un lugar subordinado en él.

Para los miembros de las diferentes comunidades de científicos, “los otros” son aquellos que no han sido entrenados por las comunidades científicas y que, por ende, desde su punto de vista, ocupan un lugar subordinado cuando se lleva a cabo algún debate sobre un tema relacionado con la ciencia. Muchas veces a aquellos que han estudiado por años dentro del edificio de la ciencia y que han tenido que pasar muchas pruebas dentro de él, les parece una aberración que alguien que no entiende su lenguaje tenga derecho de opinar acerca de la importancia o de los usos que se le deba dar a un determinado resultado científico.

La comunidad epistémica pertinente¹⁹³ que decide qué saberes se consideran conocimientos científicos son los investigadores profesionales que han sido educados, durante varios años, en la tradición de la ciencia occidental. Esta comunidad epistémica funciona mediante ciertas prácticas cognitivas.¹⁹⁴ Si

¹⁹³ De acuerdo con Villoro, llamaremos *sujeto epistémico* pertinente de la creencia de S en p a todo sujeto al que le sean accesibles las mismas razones que le son accesibles a S y no otras, y *comunidad epistémica pertinente* al conjunto de sujetos epistémicos pertinentes para una creencia. Todo sujeto forma parte de una comunidad epistémica determinada, constituida por todos los sujetos epistémicos posibles que tengan acceso a las mismas razones.

¹⁹⁴ De acuerdo con Olivé, en *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, las prácticas cognitivas son aquellas a través de las cuales se aplican y se evalúan los diferentes tipos de conocimientos. Se ven como las unidades de análisis centrales de la epistemología, y se entienden como sistemas dinámicos que incluyen al menos los siguientes elementos, que deben verse como íntimamente relacionados e interactuando entre sí: a) un conjunto de agentes con capacidades y con propósitos comunes; b) un medio del cual forma parte la práctica, y en donde los agentes interactúan con otros objetos y otros agentes; c) un conjunto de objetos (incluyendo otros seres vivos) que

tomamos como ejemplo a la comunidad de los físicos de partículas, observamos que son un conjunto de agentes cuyo propósito común es estudiar la composición y el comportamiento de las partículas que constituyen el universo. Ellos interactúan en una comunidad formada por pares, trabajando algunas veces solos, y otras, en grandes grupos conformados por científicos de todo el mundo. Un ejemplo de sus acciones es plantear teorías, por ejemplo, la de la existencia de una partícula que le da masa a todo lo que conocemos, la “partícula de Higgs”, para después crear experimentos que les permitan comprobar si sus teorías corresponden a la realidad. Algunos de estos proyectos experimentales requieren de una gran cantidad de participantes, no solamente pertenecientes a la comunidad de los físicos, sino también a otras muchas disciplinas: computólogos, ingenieros, administrativos, albañiles, electricistas, etc. Cuando los científicos obtienen una prueba experimental de su hipótesis, la someten a la comunidad de físicos nucleares, enviándola a una revista especializada para su publicación. Estas publicaciones muchas veces tienen cientos de autores. El comité de dicha revista somete el trabajo a evaluación, y decide si es digno de ser publicado. Si dicho artículo se acepta para su publicación, se considera como una validación de los resultados. Otra manera de someter los resultados de una investigación al escrutinio de la comunidad es presentarlos en un congreso especializado en el tema sobre el que versan. Estos resultados pueden recibir aprobación o desaprobación inmediata por parte de los asistentes del congreso.

Durante el proceso que va de la propuesta de una hipótesis a la prueba experimental y a su validación en la comunidad epistémicamente pertinente, intervienen varias representaciones de la física de partículas¹⁹⁵. Por una parte, las representaciones *objetivas* son aquellas que tienen los investigadores para creer que un objeto físico tiene ciertas características y que “es como se le describe”. Las

también forman parte del medio (sujetos de investigación, pacientes, vacunas, animales, etc.); d) un conjunto de acciones potenciales y realizadas de hecho que constituyen una estructura.

¹⁹⁵ Las representaciones son modelos del mundo, pero no sólo son modelos, pues el modelo es parte de la representación, pero también lo representado forma parte de la representación y, más aún, la representación incluye la relación que se establece entre lo representado y el representante. Para que esa relación exista, es indispensable que intervenga un agente, individual o colectivo, que produce la representación y que guía sus acciones en función de tal representación. Las representaciones son imágenes especulares del mundo, que pueden no corresponder a la realidad.

subjetivas son “formas de ver el mundo”, que pueden ser intersubjetivas, por ejemplo, la creencia de que algunos objetos físicos “están allá afuera”. Finalmente, las *ideológicas* forman parte de las creencias subjetivas de la ideología acerca de la física de partículas, dentro del grupo de los físicos. Por ejemplo, qué áreas de estudio de la física son importantes estudiar y por qué.

Todas estas representaciones, que se hacen dentro de la comunidad de los físicos, influyen en los argumentos que se dan en el debate para reconocer o no un cierto tipo de saber como conocimiento científico. Este debate tiene lugar entre pares; aquellos que no pertenecen a la comunidad científica la mayoría de las veces ni siquiera se percatan de que se está llevando a cabo.

En otras ocasiones, grandes comunidades, por ejemplo, ciudades enteras, están en contacto con un gran proyecto científico, como el Gran Colisionador de Hadrones. Estas comunidades participan como mano de obra en los proyectos, dirigen los establecimientos que dan hospedaje y alimentación a los científicos o simplemente ven pasar por la calle los aparatos que conforman los experimentos. Aunque es posible que muchos de los grandes proyectos científicos experimentales no tengan una repercusión directa en la vida de los ciudadanos, están presentes en su cotidianidad. Es en ejemplos como este en que es de suma importancia crear un diálogo entre los distintos actores sociales que conforman, indirecta o directamente, el edificio de la ciencia.

Aunque los científicos están inmersos en la sociedad, sus representaciones de la misma corresponden a un grupo de gente que no está interesada en los avances de la ciencia, si estos no suponen algún beneficio inmediato en su vida.¹⁹⁶ Por ello, algunos científicos están convencidos de que es una “pérdida de tiempo” entablar diálogos con grupos culturales ajenos a la ciencia. Algunos otros se resisten a comunicar los resultados de su trabajo a los representantes de los medios masivos de comunicación, argumentando que pueden “desvirtuar” el discurso científico. Algunos más insisten en que “simplificar” la ciencia para que otros la entiendan les parece “ridículo” y por ende critican a los colegas que lo hacen.

¹⁹⁶ Esto desde luego es una generalización, pues hay muchos científicos que están concientes de que hay mucha gente interesada en la ciencia, aunque no pertenezca a la comunidad científica.

Por otro lado, los miembros de la comunidad científica están conscientes de que necesitan tener apoyo público para sus proyectos, en particular en forma de recursos monetarios. Por ello, algunos institutos y proyectos científicos, por ejemplo, el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN), tienen estrategias a gran escala para comunicar su trabajo.

En los últimos años, cada vez más científicos están participando en acciones de comunicación de la ciencia, especialmente los jóvenes que inician carreras científicas. Su primer acercamiento con grupos ajenos al suyo suele estar permeado por las ya mencionadas representaciones de la sociedad que tiene la comunidad científica. Sin embargo, conforme el acercamiento avanza, dichas representaciones cambian radicalmente. Los científicos se percatan de que los individuos están sumamente interesados en la ciencia y que están dispuestos a entrar en debates, sin importar si están a favor o en contra de la visión particular que presentan. Están orgullosos por la labor que realizan y por el interés que genera y sienten una gran satisfacción al compartirla. Cabe mencionar que los modelos de comunicación en los que participan los científicos usualmente se conciben como procesos unilaterales y asimétricos epistémicamente: los científicos le transmiten la información a un público que esperan la absorba, sin llevar a cabo una reflexión crítica.

Por otro lado, las representaciones de la ciencia y la comunidad científica en la sociedad no suelen ser muy halagadoras, como se puede observar en las diversas encuestas que se han llevado a cabo. Generalmente los individuos encuestados que tienen un grado moderado de interés en la ciencia y la tecnología. La gente muestra poca confianza en los científicos y los considera peligrosos debido a sus conocimientos. Además, la mayoría de la gente piensa que los científicos hacen poco esfuerzo por comunicar sus investigaciones.

Los ejercicios de este tipo muestran que, aunque los individuos ajenos a las comunidades científicas opinan que la ciencia puede ser útil, tienen una representación del mundo que en gran parte está compuesta por otros saberes. Esto no es extraño, pues la poca información científica que cualquier miembro de la sociedad pudiera obtener a través de su exposición a acciones de comunicación de

la ciencia en pláticas públicas, museos y revistas, no es suficiente para que esté enterado de los conceptos básicos de ciencia y tecnología. Además, si algún individuo ajeno a las comunidades científicas hace un esfuerzo por enterarse de algún descubrimiento reciente, y trata de enfrentarse a la literatura científica especializada o a una conferencia científica, tiene grandes dificultades para comprenderla. Por ejemplo, un artículo académico de la revista *Physics Review Letters*¹⁹⁷ puede tener títulos como “Nonergodic Subdiffusion from Brownian Motion in a Inhomogenous Medium”, “Metawaves: Sector-Way Nonreciprocal Metasurfaces” y “Floquet Fractional Chern Insulators”, que resultan tan complejos que ni siquiera todos los miembros de las comunidades epistémicamente pertinentes de físicos los comprenden. Más aún, el cuerpo de los artículos usa conceptos, definiciones y un lenguaje complejo, tan especializado, que resulta imposible de comprender para la mayoría de los individuos, incluso para aquellos que han sido entrenados en algún área relacionada con los temas que tratan.

Por otra parte, aunque los actores sociales ajenos a las comunidades científicas hayan tenido contacto con acciones de comunicación de la ciencia, estos acercamientos nunca igualarán la experiencia de los científicos al realizar investigaciones en temas especializados: no es lo mismo asistir a una plática de divulgación de la ciencia sobre el Gran Colisionador de Hadrones, que haber participado en la construcción de uno de sus detectores. Es por ello que siempre habrá diferencias entre las representaciones de la ciencia que tienen los científicos y aquellos que no lo son.

En este punto quisiera hacer una anotación y subrayar el hecho de que para la construcción teórica del MID he evitado el uso de términos como “público lego” y “analfabetismo científico” que se usan frecuentemente en los textos teóricos de comunicación de la ciencia. Esto no solamente se debe a que estos términos son despectivos, sino también a que la mayor parte de los miembros de la sociedad tienen al menos una exposición superficial a la ciencia. Si bien es cierto que los individuos con un bajo o nulo nivel educativo pueden haberse apropiado de ciertos

¹⁹⁷ *Physical Review Letters* (PRL) se considera una de las revistas científicas más importantes del mundo en el área de física. PRL presenta artículos cortos sobre todas las áreas de física.

conceptos de manera distorsionada, y pudieron haber complementado aquellas partes que no entendían con creencias pertenecientes a la pseudociencia o a la religión, no son una *tabula rasa* científica.

6.1.5 Asimetría epistémica y desconfianza autoinfligida

El hecho de que la mayor parte de los ciudadanos no hayan sido entrenados en el edificio de la ciencia, y por ende, no tengan acceso a las investigaciones especializadas, crea una “asimetría epistémica” cuando se da un encuentro dialógico entre los miembros de alguna comunidad científica y un grupo cultural ajeno a la ciencia. Mientras que los primeros poseen el conocimiento de punta, el lenguaje especializado, y el significado de los términos técnicos, los últimos suelen tener nociones vagas del tema. De acuerdo con Carina Cortassa, “la asimetría epistémica entre expertos y legos es una condición inherente a cualquier diálogo que entablen y que, por tanto, las posibilidades para la circulación y apropiación social del conocimiento científico deben pensarse a partir de y no en contra de ella, tomándola como presupuesto y no como un problema a resolver” (Cortassa, 2010:59). Si bien es cierto que la asimetría epistémica debe tomarse como un presupuesto en los encuentros dialógicos, creo que dicha asimetría puede “mitigarse” a través de las acciones que puedan tomar los comunicadores de la ciencia como mediadores en un encuentro dialógico.

El objetivo de convertir a todo sujeto empírico en miembro de la intersubjetividad¹⁹⁸ puede ser muy difícil de alcanzar. Sin embargo, es deber de la comunidad científica hacer un esfuerzo por compartir sus conocimientos con la sociedad, no solo en cuanto a sus contenidos sino sobre sus riesgos y sus aplicaciones. Así mismo, cada ciudadano debería hacer el esfuerzo por aprender acerca de las opciones que le ofrece la ciencia de una manera crítica y participar en el debate sobre las problemáticas asociadas a ella. Por ello concuerdo con Feyerabend cuando aboga a favor de la participación de los ciudadanos en los debates acerca de la ciencia y la tecnología, dentro de su obra *¿Por qué no Platón?:*

¹⁹⁸ De acuerdo a Blanca Solares, la intersubjetividad se convierte en una relación entre sujetos capaces de lenguaje y de acción, y de entenderse entre sí sobre algo (S-S), lejos de la concepción parcial de la relación de un sujeto solitario enfrentándose con el mundo objetivo (S-O).

El ciudadano tiene que poder intervenir en la marcha de las instituciones a las que ha contribuido económicamente, bien sea de manera privada o como contribuyente: escuelas superiores y universidades [...] Una democracia es una asamblea de hombres maduros y no un rebaño de ovejas que tienen que ser guiadas por un pequeño grupo de sabelotodos. La madurez no se encuentra, desde luego, en medio de la calle, sino que se tiene que alcanzar. No se aprende en las escuelas [...] sino que se aprende en la participación activa en las decisiones que todavía están pendientes de resolución. [...] En la última instancia, somos nosotros los que debemos decidir cómo se tienen que aplicar las formas de saber especializado, hasta qué punto se puede confiar en él, cuál es su relación con la totalidad humana. Los científicos parten de que no hay nada mejor que la ciencia. Pero los ciudadanos de una democracia no pueden darse por satisfechos con una fe tan piadosa. La participación de los profanos en decisiones fundamentales sería necesaria aun cuando esto supusiera una reducción en la cuota de éxitos en las decisiones que se tomen (Feyerabend, 1985: 76).

Como puede advertirse, Feyerabend sostiene que las decisiones fundamentales de la ciencia no deberían dejarse solamente en manos de los expertos y que en una democracia los ciudadanos tendrían que poder enterarse de los avances científicos en las universidades que ayudan a sostener. Este punto es importante, pues, en los Estados modernos, en particular en México, gran parte de las investigaciones se realizan con fondos que provienen de los impuestos de los ciudadanos.

En este contexto, cabe recordar el “nuevo contrato social sobre la ciencia y la tecnología” propuesto por Olivé, que consiste en lo siguiente:

La sociedad sostiene a la ciencia y la tecnología como medios idóneos para satisfacer los valores de desarrollo cultural, bienestar, equidad y justicia social (entendida como la satisfacción de las necesidades básicas de todos los miembros de la sociedad). Las comunidades científicas merecen ser apoyadas porque ellas y sus productos tienen un valor para la sociedad.

Así mismo, los agentes del sistema científico reconocen que este no está aislado y asumen compromisos en la búsqueda de soluciones a problemas sociales (Olivé 2007: 41).

En este sentido, en el contrato social sobre la ciencia y la tecnología los individuos tendrían derecho a exigir su participación en los debates sobre la pertinencia de los proyectos sobre ciencia y tecnología. Es interesante observar que en los debates que se llevan a cabo continuamente entre los miembros de la comunidad científica y distintos actores sociales que pertenecen a una gran variedad de grupos culturales, los individuos ajenos a la comunidad científica tienen una representación de sí mismos respecto a sus conocimientos sobre ciencia, que puede frenar las discusiones críticas. En particular, muchos de ellos desconfían de su capacidad para comprender los conocimientos científicos y para participar en los debates sobre ellos.

Las asimetrías epistémicas entre los miembros de las comunidades científicas y aquellos ajenos a ellas provocan que los últimos se sientan inseguros acerca de lo que pueden aportar a las discusiones de un tema que no dominan. Sobre esto, Carina Cortassa comenta lo siguiente: “una inquietud normal —y recurrente— del público deriva de una correcta percepción del alto grado de vulnerabilidad de la posición que ocupa, de advertir su imposibilidad objetiva para juzgar de manera autónoma el valor epistémico de las proposiciones científicas o de las razones presentadas en su favor. En tales circunstancias, al parecer, la asimetría reduciría sus opciones a la disyuntiva de creer o no creer las afirmaciones de los expertos. Sin embargo, reconocer que las condiciones son asimétricas en modo alguno implica confinar al público a la única opción de la confianza ciega” (Cortassa, 2010: 161). Los actores sociales ajenos a las comunidades científicas no deben tener confianza ciega en la ciencia; no obstante, la asimetría epistémica entre ellos y los miembros de la comunidad científica reduce sus posibilidades de emitir un juicio crítico informado.

Cuando un grupo de comunicadores de la ciencia actúa como mediadores al impulsar el desarrollo de un encuentro dialógico entre científicos e individuos ajenos a la ciencia, es importante que sus miembros estén atentos para identificar las

asimetrías epistémicas entre los distintos actores sociales, con el objetivo de prever los problemas de interacción que pudieran derivarse de ellas. Por lo tanto, no se debe dar por sentado que aquellos participantes en una acción dialógica que sean ajenos a la comunidad científica conozcan las definiciones básicas del tema a tratar, ni tampoco que tengan la confianza para señalar los conceptos con los que no están familiarizados.

Por otro lado, es deseable que los miembros de alguna comunidad científica que participe en encuentros dialógicos con otros grupos culturales aprendan sobre el contexto social, cultural, axiológico, académico, etc. de sus interlocutores. Los científicos deben estar conscientes de que sus interlocutores forman parte de una comunidad epistémica pertinente de la que ellos no son miembros, y que sus creencias, rituales, valores, etc. permearán sus posiciones durante el diálogo.

6.1.6 Multiculturalismo

El Modelo Dialógico Integral que proponemos dentro de este trabajo reconoce el multiculturalismo pluralista, tanto en la sociedad como en la comunidad científica. En su libro *Multiculturalismo y pluralismo*, León Olivé plantea un modelo multiculturalista desde una visión pluralista que adoptaremos en este trabajo. Para plantear este modelo, Olivé usa la siguiente definición de cultura,¹⁹⁹ que se deriva de la antropología: “el concepto de cultura que utilizaremos alude a una comunidad que tiene una tradición cultivada a lo largo de varias generaciones y que comparte una lengua, una historia, valores, creencias, instituciones y prácticas (educativas, religiosas, tecnológicas, etc.): mantiene expectativas comunes y se propone desarrollar un proyecto común. (Olivé, 1999: 42).

A partir de este concepto, Olivé habla de una “sociedad multicultural” como una sociedad en la que coexisten culturas diversas. El multiculturalismo desde el punto de vista pluralista reconoce lo siguiente:

¹⁹⁹ En su libro *Multiculturalismo y pluralismo*, Olivé aclara las diferencias entre los términos “comunidad y cultura”, del modo siguiente: “El término comunidad” es muy vago y suele aplicarse a un grupo social que se identifica por medio de algún parámetro. Así, hay comunidades que podrían ser una clase social, un grupo religioso, un grupo estudiantil, una comunidad científica. Algunas comunidades constituyen culturas, pero no toda comunidad es una cultura” (Olivé 1999: 45).

Para el pluralismo, las representaciones de la realidad necesariamente se hacen desde un cierto punto de vista, con intereses y propósitos específicos, y no hay razones para creer que deben converger en una representación única. Pero el conocimiento no es sólo una cuestión de representaciones; el conocimiento es además una cuestión de prácticas. Las prácticas de los seres humanos son tan variadas, que esta variedad también hace imposible que haya convergencia hacia una única, completa y verdadera teoría del mundo. El pluralismo rechaza, pues, la idea de que exista, de hecho o potencialmente, una única representación completa y verdadera de la realidad a la cual deban acceder todos los seres humanos, ni siquiera a largo plazo, sea cual sea la cultura o la comunidad epistémica a la que pertenezcan. El pluralismo acepta la posibilidad de que haya visiones del mundo incompatibles en varios aspectos, y que las creencias o las teorías que cada una adopta sean correctas (Olivé, 1999: 122).

Para conformar el Modelo Dialógico Integral, adoptaremos la postura pluralista de Olivé reconociendo que puede haber representaciones de la realidad, y rechazando la idea de que haya una representación completa y verdadera de ésta a la cual deben acceder todos los seres humanos. Un ejemplo de ello es que las distintas comunidades científicas pueden tener diferentes representaciones del mundo, que pueden ser correctas al mismo tiempo.

Nuestro Modelo Dialógico Integral también reconoce que a pesar de que distintas comunidades puedan tener representaciones diferentes de la realidad, es posible que entren en acciones dialógicas y que puedan cooperar para llevar a cabo un proyecto común. Al respecto, Olivé señala lo siguiente:

Lejos de conducir a una visión de las culturas como si cada una estuviera encerrada en su propio mundo y fueran incapaces de cooperar y de interactuar enriqueciéndose mutuamente, el pluralismo acepta que, en principio, es posible que los miembros de una comunidad o de una cultura interpreten a los de otra diferente y lleguen a acuerdos con ellos sobre cuestiones de interés común; y que lo mejor para todas las culturas es la

interacción fructífera, a condición de que ninguna se arrogue la supremacía en el campo del conocimiento ni el de la moral (Olivé 1999:125).

Es importante observar que en los encuentros dialógicos entre alguna comunidad científica y alguna otra comunidad ajena a ella, muchas veces los miembros de la primera adoptan una actitud de supremacía en el campo del conocimiento científico, en el que son una comunidad epistémica pertinente. La ciencia y la tecnología modernas han demostrado ser el tipo de conocimiento más eficiente para entender y transformar a nuestro mundo. Sin embargo, esto no convierte a las comunidades científicas en comunidades epistémicamente pertinentes en todos los temas, ni tampoco en sujetos capaces de tomar las mejores decisiones en temas que afecten a la sociedad en general.

Así, para el Modelo Dialógico Integral, adoptaremos la posición de Olivé cuando comenta que “desde el punto de vista pluralista, los principios y las reglas éticos no están dados en forma absoluta por una filosofía o una teoría trascendente a toda cultura, ni se encuentran en un punto ideal de convergencia racional, sino que son el resultado de interacciones constantes entre los miembros de una cultura o de diferentes culturas” (Olivé 1999: 69). Tomando en cuenta esto, la comunidad científica no puede asumirse como la que posee los atributos morales para tomar decisiones que afecten a la sociedad en general.

Por otra parte, para el planteamiento de nuestro modelo es importante recordar el concepto de “marco conceptual”²⁰⁰. De acuerdo con Olivé, dicho concepto se refiere a lo siguiente:

La noción de marco conceptual se usa para referirse al conjunto de condiciones de posibilidad para tener creencias. Ahora bien, esas condiciones no implican creencias, sino que las hacen posibles y, además, establecen —para usar palabras de Khun— “las limitaciones y los constreñimientos acerca de las creencias que es posible concebir”. Entre esas condiciones se encuentran el lenguaje y otros conjuntos de conceptos, creencias y saberes, normas metodológicas y valores que los seres humanos necesariamente deben poner en juego para interpretar e interactuar con la realidad, incluido en esto último la

²⁰⁰ Para efectos de este trabajo, utilizamos como sinónimos “marco conceptual”, “paradigma” y “visión del mundo”.

manipulación de objetos y procesos. [...] Los marcos conceptuales incluyen también los elementos que se requieren para juzgar como correctas o incorrectas las inferencias específicas que hagan los miembros de una comunidad epistémica, así como las normas y los valores necesarios para hacer evaluaciones (epistémicas —aceptar o rechazar creencias—, morales —juzgar acciones o personas como buenas o malas—, estéticas —juzgar situaciones como bellas, aborrecibles—, etcétera). Los marcos conceptuales son construcciones sociales: se construyen, sostienen y transforman como resultado de las acciones e interacciones de muchas personas de las comunidades epistémicas o, en su caso, de las culturas (Olivé 1999: 136).

En los encuentros dialógicos entre miembros de una comunidad científica y algún otro grupo cultural, los marcos conceptuales de cada uno de los participantes incluyen los elementos para juzgar como correctas o incorrectas las inferencias específicas que hacen los miembros de la comunidad científica. Por ejemplo, si un físico de partículas habla acerca de que todo el tiempo nos atraviesan lluvias de partículas elementales, que son invisibles, los habitantes de una comunidad rural que nunca ha oído el concepto de “partícula elemental” no tendrán elementos dentro de su marco conceptual que les permitan hacer evaluaciones epistémicas sobre dicha aseveración. Por otro lado, en una acción dialógica sobre la pertinencia de tener plantas nucleares en México, el marco conceptual de los participantes incluye los elementos para hacer evaluaciones morales sobre el tema.

Ahora bien, nuestro Modelo Dialógico Integral también reconoce que existe una pluralidad de mundos²⁰¹ y que en el sentido literal, y no metafórico, los miembros de la comunidad científica y los miembros de otras culturas ajenas a ella viven en mundos diferentes. Reconocer que hay una pluralidad de mundos me parece de vital importancia cuando se lleva a cabo un encuentro dialógico entre la comunidad científica y algún otro grupo cultural. En estos casos es importante que los comunicadores de la ciencia les den elementos a los distintos actores que participan en la discusión para entender los marcos conceptuales de los demás. Un

²⁰¹ De acuerdo con León Olivé, podemos definir *un mundo de hecho* para una comunidad epistémica como “la totalidad de objetos y de relaciones objetivas entre ellos que se constituye mediante las prácticas y la aplicación de los esquemas conceptuales de los que dispone esa comunidad epistémica en las interacciones de sus miembros con la realidad (X) (Olivé 1999: 150).

ejemplo de ello es que los físicos de partículas viven en un mundo en el que el principio del universo fue el *Big Bang*, mientras que los miembros de una comunidad rural pueden vivir en un mundo en el que todo se inició con un Dios creando el universo. Estas comunidades viven *de hecho* en mundos diferentes; sin embargo, esto no impide que puedan entablar diálogos, como asegura Olivé:

El hecho de que los miembros de diferentes comunidades epistémicas o culturas vivan en mundos diferentes, incluso inconmensurables, no significa que no puedan establecer procesos comunicativos mediante los cuales los miembros de cada comunidad aprendan el lenguaje de la otra y comprendan las categorías con las que los otros ha conceptualizado su mundo. Tampoco significa que no puedan ponerse de acuerdo sobre algunas cuestiones para realizar prácticas coordinadas si les interesa fijarse metas y proyectos comunes (Olivé 1999: 151).

Así, los miembros de las comunidades científicas pueden entablar diálogos con los miembros de comunidades ajenas a la ciencia que viven en mundos distintos a los de los científicos, para crear proyectos comunes.

Por otro lado, en los estudios sobre comunicación de la ciencia se habla de “la comunidad científica” como si fuera una sola entidad. Sin embargo, en realidad hay muchas comunidades científicas que llevan a cabo distintas prácticas con diferentes objetivos, además de tener distintos marcos conceptuales. Puede haber diversas comunidades entre los científicos de una misma área, en particular en la física teórica. En su tesis doctoral *The Sociology of Theoretical Physics*, Luis Reyes Galindo presenta un diagrama en forma de herradura que ilustra el modo en que la física puede reconceptualizarse como un conjunto de pequeñas microculturas ajenas.

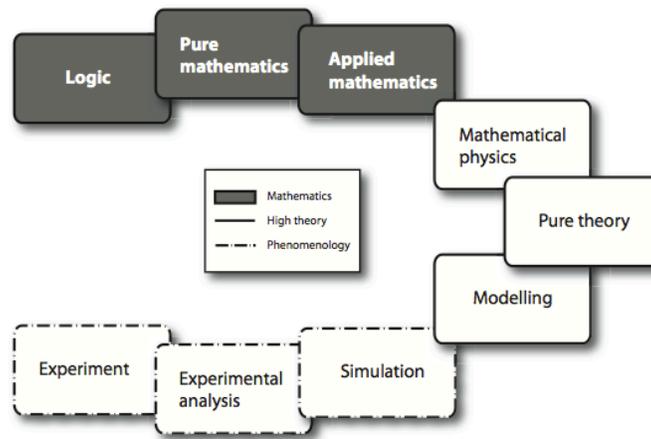


Figura 1. Esquema de Luis Reyes Galindo, en forma de herradura, que ilustra las micro culturas de la física teórica

Reyes argumenta que una de las herencias del positivismo en los estudios sociológicos de la ciencia es la división de la física en dos grandes áreas: física teórica y física experimental. Sin embargo, él identificó varias microcomunidades que pueden tener marcos contextuales inconmensurables a pesar de estudiar temas comunes:

Las diferencias en los estilos teóricos llevan a una fragmentación entre comunidades que están una junto a la otra en el diagrama en forma de herradura, incluso comunidades que están trabajando en un mismo tema de investigación. En comunidades más alejadas, tales como la de los “teóricos puros” y la de los “experimentales puros”, las diferencias son incluso más radicales porque la física se diferencia de muchas otras ciencias naturales, como la biología molecular o la astronomía, en que hay divisiones radicales entre los extremos de la teoría pura y los experimentos puros. Entonces, muchas veces cuando un físico teórico dice que su teoría es “empíricamente adecuada” o que “hay una prueba experimental”, los experimentos no están hechos por un teórico sino por un grupo experimental independiente, en contraste con muchas otras áreas de la ciencia donde aquellos que producen el experimento colaboran de manera cercana con aquellos que crearon la teoría. Esto es evidente al observar que hay varios teóricos que admiten que son perfectamente capaces de trabajar sin siquiera consultar la investigación experimental (Reyes, 2011: 79).

Este tipo de divisiones o inconmensurabilidades en los marcos teóricos de las comunidades que identificó Reyes se puede observar claramente en lugares como el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN). En dicho centro, los teóricos plantean modelos, y los grupos experimentales los ponen a prueba. Entre los experimentales se puede encontrar gente que trabaja directamente en el manejo de los detectores, o personas que trabajan en la reconstrucción computacional de las colisiones de partículas. Así, en el CERN se pueden encontrar casi todas las microcomunidades que describe Reyes.

Es importante que en el contexto del Modelo Dialógico Integral, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia que lleven a cabo acciones de comunicación de la ciencia, en cualquier medio que escojan, reconozcan la diversidad que hay en la comunidad científica, y que comenten con los participantes en los encuentros dialógicos la diversidad de prácticas que llevan a cabo los científicos. Más aún, en la creación y manejo de grandes proyectos tecnocientíficos, participan una gran diversidad de actores sociales, como ingenieros, administradores, albañiles, etc. Sin ellos, proyectos como el Gran Colisionador de Hadrones serían imposibles. Es por ello que en las acciones comunicativas, los comunicadores de la ciencia deben poder transmitir la diversidad de actividades y de actores que conforman los proyectos tecnocientíficos.

6.1.7 Inconmensurabilidad

En 1962, Paul Feyerabend y Thomas Khun propusieron en publicaciones independientes el concepto de *inconmensurabilidad*. En su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, Khun sostiene que “ya hemos visto muchas razones por las que los proponentes de paradigmas en competencia fallan al tratar de entrar en completo contacto con los puntos de vista de los demás. Colectivamente, estas razones se han descrito como la inconmensurabilidad de las tradiciones de la ciencia normal pre y postrevolucionarias” (Khun, 1962: 148).

Por su parte, León Olivé discute detalladamente el concepto de inconmensurabilidad en *Multiculturalismo y pluralismo*. En primer lugar, habla de la inconmensurabilidad lingüística, que se entiende como la “no intraducibilidad

completa”. Dos lenguajes son inconmensurables si “en uno de ellos existe alguna oración cuyo significado no pueda recuperarse completamente en el otro lenguaje” (Olivé, 1999: 111). Un ejemplo de esto es que el lenguaje de la física es inconmensurable con el lenguaje común.

Por otro lado, de acuerdo a Olivé, la inconmensurabilidad no solo existe a nivel lingüístico, sino que también en los siguientes niveles:

El de las creencias acerca de la realidad; el de las normas metodológicas para investigar el mundo, para aceptar o rechazar creencias o teorías; en el nivel de las normas y los principios morales, según los cuales se juzgan como correctas o incorrectas acciones específicas, desde un punto de vista moral; en el nivel de la ontología, es decir, en cuanto a las entidades que se aceptan como existentes. Todos esos son niveles diferentes de las visiones del mundo de una comunidad; en suma: la inconmensurabilidad puede darse entre las visiones del mundo de diferentes comunidades. Por ejemplo, dos visiones del mundo o dos marcos conceptuales, como también los llamaremos, son inconmensurables en el nivel epistemológico si no existe un patrón o criterios comunes para decidir cuáles de las creencias que se aceptan son correctas y cuáles son incorrectas. Además, si dos marcos son inconmensurables en el nivel epistemológico, algunas creencias aceptables desde un punto de vista pueden ser imposibles de representar desde el otro. Dos marcos serán inconmensurables en el nivel ético si no existen niveles comunes para decidir cuáles principios morales de los que pertenecen a uno y otro son aceptables y cuáles no lo son. En tal caso, el significado de ciertas acciones moralmente aceptables desde un punto de vista puede ser incomprendible desde el otro (Olivé 1999: 111).

En los encuentros dialógicos entre los miembros de alguna comunidad científica y los miembros de alguna comunidad ajena a la ciencia, se puede observar que muchas veces los marcos conceptuales de los participantes son inconmensurables en el nivel epistemológico. Por ejemplo, en un encuentro dialógico entre un grupo de físicos y los miembros de una comunidad rural, los primeros tienen un marco conceptual en el que existen muchos tipos de partículas en el universo. Los

segundos tienen un marco conceptual en el que estas no existen. Por otro lado, estas comunidades también pueden tener marcos conceptuales inconmensurables en el nivel ético. Un ejemplo de ello es que los físicos pudieran estar convencidos de la pertinencia de talar un cerro para colocar un telescopio, mientras que a los segundos dicha acción les parece una violación a su entorno.

El Modelo Dialógico Integral que proponemos en este trabajo reconoce que puede existir una inconmensurabilidad en el marco conceptual de los miembros de las distintas comunidades que participan en acciones comunicativas. Sin embargo, esta inconmensurabilidad no es un obstáculo para que puedan aprender sobre los marcos conceptuales del otro, para colaborar en proyectos comunes o para llegar a un acuerdo sobre la pertinencia de alguna propuesta. Para facilitar esto, el papel de los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto es crucial, pues a través de acciones de comunicación de la ciencia y prácticas informales con los distintos participantes en los encuentros dialógicos, pueden reducir el grado de inconmensurabilidad entre los marcos conceptuales de los participantes.

6.1.8 Modelos dialógicos unidireccionales y el papel de la ideología

Las acciones dialógicas de comunicación de la ciencia que se plantean dentro de modelos como el de participación pública proponen un escenario utópico en el que todos los actores involucrados —científicos, tomadores de decisiones, comunicadores de la ciencia y miembros del público en general— se reúnen en un espacio común para discutir libremente y de manera informada, uno o varios aspectos de algún tema relacionado con la tecnociencia. En estos encuentros utópicos, los participantes ajenos a la comunidad científica plantean preguntas relevantes para entrar en debates y tomar decisiones sobre el curso que deberían seguir las investigaciones en ciencia y tecnología. Sin embargo, ¿cómo podrían plantear dichas preguntas o entender las respuestas a ellas, si no tienen información básica acerca del tema que se está discutiendo?

La idea de convertir a todo sujeto empírico en miembro de la intersubjetividad puede ser muy complicada. Sin embargo, es deber de la comunidad científica hacer un esfuerzo por compartir sus conocimientos con la sociedad, no solo en cuanto a sus contenidos, sino también respecto a sus riesgos y aplicaciones. Así mismo,

cada ciudadano debería hacer un esfuerzo por aprender acerca de las opciones que le ofrecen las distintas ramas del conocimiento científico, de una manera crítica.

Con el objetivo de que todos los participantes en la acción comunicativa tengan información básica y definiciones comunes sobre los términos técnicos, en el Modelo Dialógico Integral que planteamos debe haber una primera fase en que los comunicadores de la ciencia junto con los científicos lleven a cabo una transmisión inicial y unilateral de la información científica. Para hacerlo los comunicadores de la ciencia llevarán a cabo una “recreación” de la ciencia, usando herramientas literarias y visuales, a través de distintos medios, para hacer que el discurso sea accesible y agradable para todos los participantes. Esta recreación supone un reto importante para los comunicadores de la ciencia, que deben transitar entre la amenidad y la precisión, como ha señalado en repetidas ocasiones Ana María Sánchez Mora, y muchos otros comunicadores de la ciencia.

El paso de la recreación de la ciencia es crucial, pues si el discurso es muy impreciso o si las metáforas resultan fallidas, se pueden causar malentendidos que son difíciles de corregir. Para llevar a cabo el proceso unilateral de transmisión de la ciencia, se puede presentar una plática tradicional de comunicación de la ciencia, un artículo de divulgación, videos, trípticos, etc.

Esta primera fase pareciera corresponder al modelo de déficit. Como hemos mencionado en capítulos anteriores, dicho modelo ha sido fuertemente criticado por los defensores de los modelos dialógicos o de participación. Sin embargo, autores como Brian Trench que señalan que en la mayoría de las acciones de comunicación de la ciencia se puede observar que los distintos modelos coexisten, o que se usa alguno que sea parte de un continuo que va del modelo de déficit a los modelos dialógicos o participativos.

En esta propuesta reconocemos que el uso de estrategias discursivas unidireccionales en la primera parte de nuestro modelo es importante. Sin embargo, plantearemos una primera fase de transmisión unilateral de información, previa a un diálogo entre los participantes, que no caerá en las premisas del modelo de déficit, pues el discurso estará definido por una ideología diferente.

El concepto de ideología fue usado por primera vez por el filósofo francés Destutt de Tracy en 1796 y se usó, de acuerdo con John B. Thomson, para “describir su proyecto de una nueva ciencia que podría estar interesada en el análisis sistemático de las ideas y las sensaciones, de su generación, combinación y consecuencias” (Thomson, 1990: 29). La ideología se ha estudiado desde muchos puntos de vista. Por ejemplo, en la visión marxista, la ideología es un “sistema de ideas que expresa el interés de la clase dominante pero que representa las relaciones de clase de un modo ilusorio” (Thomson, 1990: 37). En su libro *Ideology and modern culture*, Thomson propone un nuevo enfoque para el estudio de la ideología:

El análisis de la ideología, de acuerdo a la concepción que voy a proponer, está principalmente interesado en modos en que las formas simbólicas se intersectan con las relaciones de poder. Está interesada en los modos en que el significado se moviliza en el mundo social y, de esta manera, sirve para reafirmar a los individuos o grupos que ocupan situaciones de poder. Permítanme definir este enfoque con mayor simpleza: *el estudio de la ideología es el estudio del modo en que el significado sirve para establecer y sostener relaciones de dominación*. Los fenómenos ideológicos son fenómenos simbólicos poderosos pues sirven, en circunstancias socio históricas particulares, para establecer y sostener relaciones de dominación. [...] Al estudiar la ideología, estaremos interesados en cómo el significado sostiene las relaciones de dominación de clase, tales como la relación estructurada entre hombres y mujeres, entre un grupo étnico y otro, o entre estados nación hegemónicos y aquellos estados nación localizados en las fronteras del sistema global (Thomson, 1999: 59).

El concepto de ideología es relevante para el planteamiento del Modelo Dialógico Integral, pues al estudiar las formas simbólicas²⁰² de los modelos planteados

²⁰² Por “formas simbólicas” Thomson entiende “un amplio rango de acciones y emisiones, imágenes y textos, producidos por sujetos y reconocidas por ellos y otros como construcciones significativas. Las expresiones lingüísticas, ya sea habladas o escritas, son cruciales en este sentido, pero las formas simbólicas pueden también ser no-lingüísticas o cuasi lingüísticas (por ejemplo, una imagen visual o una construcción que combina imágenes y palabras).

anteriormente nos puede dar una pauta del tipo de relaciones que se pretende impulsar entre los participantes de las acciones dialógicas.

Si analizamos en términos de los *modos de operación* la ideología del modelo de déficit, como modelo de transmisión de información unilateral, podemos observar el modo en que se construyen las formas simbólicas de las acciones planteadas dentro de este modelo. El modelo de déficit se planteó desde el principio como una estrategia para subsanar las deficiencias en términos de la información sobre ciencia y tecnología en el “público en general”. El objetivo de este modelo, al menos en un principio, era obtener un mayor apoyo para la comunidad científica.

Las acciones planteadas dentro de este modelo incluyen relaciones de dominación establecidas a través de la legitimización de los científicos, apelando al carácter excepcional de aquellos que estudian ciencia, mostrándolos como gente más inteligente que el promedio, que realiza investigaciones que se usarán para el bien común. Las estrategias de legitimización de la ciencia y de “la comunidad científica” dentro del modelo de déficit se expresan en las construcciones narrativas con afirmaciones e ideas que presentan a la ciencia como un conocimiento superior a los demás e infalible. También se presenta a los científicos como seres curiosos, objetivos y que son capaces de tomar decisiones en pro del bien común.

Por otro lado, las estrategias de legitimización del modelo de déficit también incluyen la disimulación. Las relaciones de dominación “pueden establecerse y sostenerse por aquello que se esconde, se niega o se oscurece, o que se representa de un modo que desvía atención de sus fallas sobre relaciones existentes o procesos” (Thomson 1999: 62). Platicando con distintos miembros de la comunidad científica me he percatado de su resistencia a hablar públicamente acerca de los errores científicos o de las fallas de las teorías. Les preocupa que si los individuos se enteran de que la ciencia puede fallar, podrían perder completamente su confianza en ella. Dentro de las acciones de comunicación de la ciencia enmarcadas por el modelo de déficit, muchas veces se esconden los fracasos de experimentos o teorías, las controversias científicas y las fallas morales o de carácter de los científicos. Así, para obtener credibilidad, tanto los

comunicadores de la ciencia como los científicos omiten los casos negativos en sus discursos.

Para el planteamiento de la fase preliminar del Modelo Dialógico Integral, que consiste en una transmisión unilateral de conocimiento científico, proponemos que los comunicadores de la ciencia adopten una ideología²⁰³ en la que la narrativa no muestre a los científicos como seres más inteligentes o más objetivos que el resto de la población, sino como un grupo de profesionales que lleva a cabo una labor particular. No se ocultarán las fallas éticas de los miembros de las comunidades científica, ni los errores humanos. En este discurso no se hablará de la ciencia como un conocimiento superior a los demás ni infalible. Se presentará como un tipo de conocimiento que ha resultado altamente exitoso para cierto tipo de propósitos — obtener curas para las enfermedades, construir tecnología eficiente, conocer los elementos del universo, etc.— pero que no es exitoso en todos los ámbitos. Pensemos por ejemplo en arte y la literatura, dos tipos de conocimiento en los que no confiaríamos para que desarrollaran vacunas o instrumentos tecnológicos de punta; sin embargo el arte y la literatura nos presentan visiones del mundo valiosas desde el punto de vista estético y filosófico. Una escena que ejemplifica el valor de las distintas áreas del conocimiento es la siguiente: en un evento en el que se presentó la nueva temporada de un programa de comunicación de la ciencia, se invitó a dos científicos y a una literata a hablar sobre la importancia de hacer comunicación de la ciencia. Los científicos hablaron sobre su trabajo de una manera directa y simple. La literata habló sobre la belleza de la ciencia y sus representaciones de una manera poética. Los científicos sabían más sobre el tema, pero la literata presentó una reflexión más sofisticada y con mejores imágenes visuales, con ayuda del lenguaje y las estructuras literarias.

El objetivo de la transmisión unilateral del conocimiento científico dentro del Modelo Dialógico integral que proponemos no tiene como propósito obtener mayor apoyo de parte de la sociedad para la comunidad científica. Más bien espera darles elementos a los participantes en los encuentros dialógicos para poder entrar, de una

²⁰³ Agradezco a Sian Aggett por las interesantes conversaciones sobre ideología y modelos de comunicación que hemos tenido a lo largo de varios años.

manera informada, en los debates sobre temas de ciencia y tecnología, de modo que puedan dar su opinión, hacer preguntas sobre temas importantes para ellos, y eventualmente, tomar decisiones críticas sobre problemáticas relevantes en su entorno. De este modo, se espera reducir los grados de inconmensurabilidad entre los marcos conceptuales de los participantes en las acciones comunicativas.

6.1.9 La confianza en la comunidad científica

Cuando un grupo de individuos ajenos a la comunidad científica se convierten en receptores de un discurso unilateral sobre algún tema científico que no dominan, y carecen de criterios epistémicos para valorar las afirmaciones del o los emisores pertenecientes a la comunidad científica, la confianza juega un papel fundamental para que las acciones dialógicas puedan seguir su curso. En este punto es importante señalar que los miembros de las comunidades ajenas a la comunidad científica no distinguen entre los comunicadores de la ciencia y los científicos. Todos son parte de la misma comunidad científica. Como afirma Carina Cortassa, “fuera de las comunidades especializadas, comprender el discurso de la ciencia —lo que afirma acerca del mundo, sus métodos y procedimientos— demanda delegar en los expertos las competencias cognitivas individuales” (Cortassa, 2010: 160). Y, al delegar en los expertos las competencias cognitivas individuales supone depositar confianza en ellos.

En su libro *Trust: a Sociological Theory*, Piotr Sztompka define confianza del modo siguiente:

La confianza es una apuesta acerca de las acciones futuras contingentes de otros. De este modo, la confianza está basada en dos componentes principales. Primero, incluye expectativas específicas: la confianza se basa en la teoría de un individuo acerca del modo en que se comportará otra persona en una ocasión futura. [...] La confianza es más que una consideración contemplativa de posibilidades futuras. Al confiar en alguien encaramos el futuro de una manera activa, comprometiéndonos a una acción que tiene consecuencias que al menos en parte son desconocidas e

incontrolables. [...] Segundo, la confianza incluye compromiso a través de la acción (Stomka, 1999: 410).

Así, cuando un individuo ajeno a las comunidades científicas confía en los miembros de alguna de ellas, hace una “apuesta” en favor de los argumentos de su interlocutor. Hay algunos factores que determinan la confianza que un individuo deposita en otro, o que deposita en alguna comunidad o institución, que listamos a continuación:

- Reputación: es el recuento de los hechos del pasado. Usualmente hemos conocido por algún tiempo a las personas o a los objetos sociales (instituciones, organizaciones y regímenes) en los cuales decidimos depositar nuestra confianza. Probablemente tenemos información de primera mano sobre su conducta hacia otras personas, y si han correspondido su confianza o la han roto. O tal vez tenemos información de segunda mano basada en historias, testimonios, evaluaciones, o credenciales que nos han proporcionado otros (Stomka, 1999: 1050).
- Desempeño: el desempeño se refiere a la conducta presente y a los resultados obtenidos. Cuando se evalúa el desempeño de alguien, se pone un paréntesis en el pasado y uno se enfoca en lo que el posible destinatario de la confianza está haciendo actualmente (Stomka, 1999: 1134).
- Apariencia: el tercer modo en que podemos evaluar la confiabilidad de otros es su apariencia y su conducta. Podemos decir que solamente por su apariencia, algunas personas “exudan” confiabilidad y otras resultan sospechosas. Esta evaluación depende de una gran cantidad de factores externos: características faciales, lenguaje corporal, entonación, facilidad para sonreír, estilo de peinado, vestido, ornamentos, joyería, etc. Algunos de estos factores pueden ser estéticamente agradables o repulsivos y evocan espontáneamente confianza o desconfianza. Algunos, como una sonrisa o una posición agresiva tienen un sentido biológico. Otros tienen un valor simbólico indicando riqueza, rango social o poder. En general, entre estas características externas hay tres que parecen dar pistas para evaluar la confianza en alguien, y que indican su personalidad, su identidad y su estatus: el atuendo, la disciplina corporal y los modales (Stomka, 1999: 1158).

Aunque pareciera que estos factores no son relevantes cuando se trata de encuentros dialógicos entre miembros de la comunidad científica y miembros de otras comunidades, en realidad juegan un papel crucial. La reputación de un instituto depende de la credibilidad a sus miembros. Cuando el instituto lleva a cabo alguna acción que le desagrada a alguna comunidad, obtiene una “mala reputación” que es difícil de modificar. Un ejemplo de ello es un incidente, que ya mencionamos anteriormente, y que provocó que el Laboratorio Nacional del Gran Sasso en Italia obtuviera una mala reputación. Dicho incidente consistió en que los miembros de uno de los experimentos desecharon una serie de sustancias químicas en un río cercano. La comunidad del lugar protestó, pues estaban contaminando las aguas de dicho río. Aunque el laboratorio demostró que las sustancias químicas eran inofensivas para la salud de los habitantes de la zona, estos últimos perdieron la confianza en el laboratorio. Obtener nuevamente una buena reputación le costó grandes esfuerzos a los comunicadores de la ciencia de Gran Sasso. Es por incidentes como el anterior que los miembros de las oficinas de comunicación de la ciencia de los institutos de Investigación científica deben estar conscientes de que el instituto podría perder una buena reputación y por ende confianza y credibilidad fácilmente.

Por otra parte, muchas veces los científicos desearían tener mayor apoyo de la sociedad para efectuar sus investigaciones. Las encuestas que se llevan a cabo muestran que los individuos ajenos a la ciencia confían más en la pseudociencia que en el conocimiento científico, a pesar de que la ciencia y la tecnología han demostrado ser el tipo de conocimiento más exitoso en términos de transformación de nuestro entorno y solución a los problemas de salud y energía, entre otros. La falta de confianza en la comunidad científica se debe, en gran parte, a la falta de información que tiene la sociedad sobre su desempeño.

Finalmente, la apariencia de los divulgadores, los científicos y el Instituto mismo también es importante para obtener la confianza de los participantes en las acciones dialógicas que sean ajenos a la comunidad científica. Los comunicadores de la ciencia de los institutos deben asegurarse de que todos los participantes son amables unos con los otros. Los científicos deben estar conscientes de que aquellos

que no son especialistas podrían tener dudas que, desde su punto de vista, resulten superficiales, y a las que es importante responder con buena disposición y amabilidad. Cuando esto no sucede, las personas que no son científicos suelen alejarse de los eventos de comunicación de la ciencia. Un ejemplo de esto fue un incidente que pude presenciar en el que se ofrecían pláticas de divulgación de la ciencia al aire libre, en una plaza pública. Las pláticas se anunciaban en el momento en que daban inicio, con el objetivo de invitar a los transeúntes a escucharlas. Mientras comenzaba una de las pláticas, el orador, un científico importante, entró en una acalorada discusión con los organizadores del evento. Los transeúntes se percataron del altercado y nadie entró a oír la conferencia.

El atuendo de los científicos se vuelve relevante en algunas acciones comunicativas. Por ejemplo, cuando un científico habla en televisión sobre un tema controversial o de riesgo, como la energía nuclear, es importante que use una bata de laboratorio. Este símbolo ayuda a que los espectadores le tengan confianza.

El aspecto de los institutos también juega un rol interesante en las acciones dialógicas que se dan dentro de sus instalaciones. Un visitante que llegó al ICN-UNAM me comentó que el instituto le parecía un lugar misterioso, lleno de aparatos extraños y zonas que aparentemente estaban restringidas. Al preguntarle qué era lo que le causaba aquella impresión, me comentó que vio una puerta que necesitaba de una combinación para abrirse. El visitante se refería a la puerta que da acceso a la Biblioteca del Instituto, que no contiene más que libros. Esto ejemplifica el tipo de impresiones que pueden tener los visitantes a los Institutos y que pueden provocar que muchos de ellos pueden sentirse inseguros o amedrentados en un entorno que no conocen.

Así, uno de los factores que puede generar confianza entre los visitantes a los institutos es la hospitalidad. El *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* define “hospitalidad”²⁰⁴ como la “buena acogida y recibimiento que se hace a los extranjeros o visitantes”. Los comunicadores de la ciencia del Instituto deben actuar como los anfitriones, ayudando a los visitantes a sentirse bienvenidos

²⁰⁴ Agradezco a Antonio Lafuente por haber llamado mi atención al concepto de “hospitalidad”, que él ha discutido en algunos de sus trabajos.

y cómodos. Para hacerlo, es crucial que aprendan sobre los intereses de los visitantes y los ayuden a acercarse a aquellos científicos con los que podrían entablar un diálogo relevante para sus propósitos. Las oficinas de comunicación de la ciencia que son hospitalarias se convierten no sólo en espacios laborales, sino también en centros de convivencia y discusión.

6.1.10. La teoría de la acción comunicativa

La *Teoría de la acción comunicativa* de Jürgen Habermas utiliza elementos de varias disciplinas, por ejemplo, la filosofía analítica del lenguaje, la hermenéutica, la antropología de la cultura, la teoría de sistemas, el marxismo y la teoría crítica, para estudiar “la acción comunicativa”, que para él tiene el siguiente significado:

Podemos establecer, por lo pronto, que el concepto de acción comunicativa ha de analizarse utilizando como hilo conductor el entendimiento lingüístico. El concepto de entendimiento remite a un acuerdo racionalmente motivado alcanzando entre los participantes, que se mide por pretensiones de validez susceptibles a crítica. Las pretensiones de validez (verdad proposicional, rectitud o corrección normativa y veracidad expresiva) caracterizan diversas categorías de un saber que se encarna en manifestaciones simbólicas. Estas manifestaciones pueden analizarse más en detalle; por un lado bajo el aspecto de cómo pueden fundamentarse, es decir, de cómo los autores de ellas pueden dar razón de ellas, pueden justificarlas, y por otro, bajo el aspecto de cómo los actores se refieren con ellas a algo en el mundo (Habermas 1997: 106)

El concepto de acción comunicativa está fuertemente cimentado en la idea del entendimiento lingüístico a partir de las argumentaciones de los participantes en un encuentro dialógico.

Habermas tiene tres intenciones básicas en la *Teoría de la Acción Comunicativa*: esbozar una teoría de la racionalidad lingüística, construir un concepto de sociedad en dos niveles (sistema y mundo de la vida) y la fundación de una teoría de la modernidad como proyecto inacabado).

La teoría de la racionalidad lingüística, que es la más relevante para el planteamiento de nuestro Modelo Dialógico Integral, tiene sus orígenes en el concepto de intersubjetividad. Para Habermas, el entendimiento lingüístico es un acuerdo racionalmente motivado. Él diferencia entre dos formas de acción social: “la acción comunicativa orientada al entendimiento” y la “acción racional de acuerdo a fines” o “acción orientada al éxito”. Un individuo realiza una acción racional de acuerdo a fines si trata de manipular o influenciar a las personas o a las cosas de manera “estratégica”. Un ejemplo de ello sería un grupo de científicos que tratan de influenciar o manipular a una comunidad para construir un experimento científico en su entorno, que tendrá condiciones poco propicias para los habitantes de la localidad. Por otro lado, la “acción comunicativa orientada al entendimiento”, que resulta de interés para este trabajo, se da cuando un individuo participa en un proceso de entendimiento sobre planes de acción comunicativa o planes compartidos con otros. Podríamos observar un ejemplo de ello cuando un científico lleva a cabo un diálogo con una comunidad, para llegar a un acuerdo sobre la pertinencia de crear un proyecto científico que pudiera tener características benéficas para los involucrados.

Como mencionamos en uno de los apartados anteriores, para Habermas los procesos dialógicos se dan en el entorno “mundo de la vida”, que define del modo siguiente:

Los sujetos, cuando actúan comunicativamente, se entienden siempre en el horizonte del mundo de la vida. Su mundo de la vida está hecho de convicciones de fondo, más o menos difusas, de las que ellos no se hacen cuestión. El mundo de la vida, en cuanto trasfondo, es la fuente de donde se obtienen las definiciones de la situación que los implicados presuponen como aproblemáticas. En sus operaciones interpretativas los miembros de una comunidad de comunicación deslindan el mundo objetivo y el mundo social que intersubjetivamente comparten, de los mundos subjetivos de cada uno y de los mundos de otros colectivos. Los conceptos de mundo y las correspondientes pretensiones de validez constituyen el armazón formal del que los agentes se sirven en su acción comunicativa para afrontar en su mundo de la vida las situaciones que en cada caso se han vuelto

problemáticas, es decir, aquellas sobre las que resulta necesario llegar a un acuerdo (Habermas 2010: 101).

Para efectos de nuestro Modelo Dialógico Integral, reconoceremos, siguiendo a Habermas, que cuando los sujetos se entienden comunicativamente, lo hacen en el trasfondo del mundo de la vida. En él, tanto los miembros de las comunidades científicas como aquellos ajenos a ellas obtienen definiciones comunes para poder comunicarse. Como ya mencionamos anteriormente, cuando los individuos ajenos a las comunidades científicas entran en un diálogo sobre la ciencia y la tecnología, se les deben proporcionar los conocimientos y las definiciones básicas para que puedan entablar diálogos con una base común.

El objetivo del Modelo Dialógico Integral es impulsar diálogos entre miembros de las comunidades científicas e individuos ajenos a ellas, sobre un tema de interés común relacionado con la ciencia y la tecnología, de modo que los participantes lleguen a un entendimiento. De acuerdo a Solares, “una situación de entendimiento se abre solamente cuando un actor, en una secuencia de interacciones hace una oferta de *acto de lenguaje* a partir de la cual la cuestión en conflicto se decide ya no a partir de la simple autoridad de un actor, sino a través del mejor argumento y fundamentación (Solares, 1997:65). De este modo, cuando se llega a un acuerdo en un diálogo sobre algún tema relacionado con la ciencia y la tecnología, el argumento²⁰⁵ que es aceptado por todos los participantes es aquel que está mejor fundamentado.

Dentro de nuestro modelo no se excluirá a ningún miembro de la sociedad que quiera participar en los debates sobre temas relacionados con ciencia y tecnología. Además, en estos diálogos, ninguno de los actores sociales podrá obligar a los demás a tomar ninguna posición con la que no estén de acuerdo. Al respecto, Solares comenta lo siguiente en su libro *El síndrome Habermas*:

205 Para Habermas, la “argumentación” es el tipo de habla en que los participantes tematizan las pretensiones de validez que se han vuelto controvertidas y tratan de desempeñarlas o de recurrirlas mediante argumentos. Un argumento contiene razones que están conectadas de forma sistemática con las pretensiones de validez de la manifestación problematizada. La fuerza de una argumentación se mide en un contexto dado por la pertinencia de las razones. Esta se pone de manifiesto, entre otras cosas, en si la argumentación es capaz de convencer a los participantes en un discurso, esto es, en si es capaz de motivarlos a la aceptación de la pretensión de validez de que se trate.

El entendimiento racional es, por ello, sistemáticamente, algo más que la simple negociación o regulación de intereses individuales. Cada situación de interacción “comunicativamente racionalizable” a partir de su situación específica está constituida sobre la perspectiva de validez de estructuras comunicativas que obligan a los sujetos renovadamente a colocar sus enfoques particulares en vinculación con el juicio racional libre de coerciones. Esta “coacción no coactiva”, la fundamentación implícita de una argumentación no dada por hecho de la opinión o del juicio y su aceptación por los otros partícipes de la discusión representa para Habermas la forma cultural y social más elevada.

Quien abre una secuencia de interacción orientada al entendimiento apela prácticamente a esa perspectiva de validez transubjetiva. Levanta una pretensión de validez respecto a la cual, el otro participante en la interacción puede reaccionar con un “sí” o con un “no”. El “entendimiento” significa por ello no el éxito de un consenso global, sino el acuerdo sobre el que se prueba la justeza de una afirmación (Solares 1997: 65)

Para Habermas, el entendimiento no es sinónimo de aceptar pasivamente algún argumento. En una situación de diálogo, los participantes renuevan sus puntos de vista una y otra vez, para obtener definiciones de la situación que puedan ser intersubjetivamente reconocidas. Alguno de ellos “levanta una pretensión de validez” y los demás participantes pueden decir si están de acuerdo o no. De este modo, el entendimiento se alcanza cuando se prueba que alguna afirmación es justa.

Pensemos por ejemplo en un debate en el que un miembro de la comunidad de físicos nucleares propone un argumento del tipo “la energía nuclear es una buena alternativa para México”, presentando razones que sustenten esta afirmación. Los otros participantes en el debate pueden reconocer que su argumentación es convincente o presentar a su vez los argumentos por los que están en contra de dicha afirmación. El entendimiento consistirá en que los participantes escojan el mejor argumento y reconozcan su validez.

El concepto de “racionalidad comunicativa” de Habermas supone que los participantes sean capaces de argumentar sin coacciones y de generar un consenso, en el cual los participantes superen la subjetividad inicial producto de su marco conceptual, para poder evaluar objetivamente las afirmaciones de los demás. Al respecto, Habermas señala lo siguiente:

Cualquiera que participe en una argumentación demuestra su racionalidad o su falta de ella por la forma en que actúa y responde a las razones que se le ofrecen en pro o en contra de lo que está en litigio. Si se muestra abierto a los argumentos, o bien reconocerá la fuerza de esas razones que se le dan, o tratará de responder a ellas, y en ambos casos se está enfrentando a ellas de forma racional. Pero si se muestra sordo a los argumentos, o bien ignorará las razones contrarias a su pretensión, o bien replicará con aseveraciones dogmáticas. Y ni en uno ni en otro caso estará enfrentándose racionalmente a los asuntos que están en discusión. A la susceptibilidad de la fundamentación de las manifestaciones racionales responde, por parte de las personas que se comportan racionalmente, a la disponibilidad a exponerse a la crítica y, en caso necesario, a participar formalmente en argumentaciones (Habermas, 2010).

Cuando se impulsa un encuentro dialógico entre los miembros de alguna comunidad científica y los miembros de alguna comunidad ajena a ella, los comunicadores de la ciencia, en su calidad de mediadores, deberán impulsar la reflexión crítica de los argumentos de cada uno de los participantes; de lo contrario, no se logrará un entendimiento.

Un ejemplo de una situación de un diálogo donde no se logró un entendimiento se pudo observar en uno de los eventos sobre astrobiología que organizó el ICN, en el que una investigadora impartió una plática. Durante dicho evento, un miembro del público, ajeno a la comunidad científica, preguntó las razones por las cuáles los científicos han ocultado la existencia de seres provenientes de otros planetas, que visitan continuamente nuestro planeta. La investigadora le respondió que los científicos no han encontrado ninguna evidencia

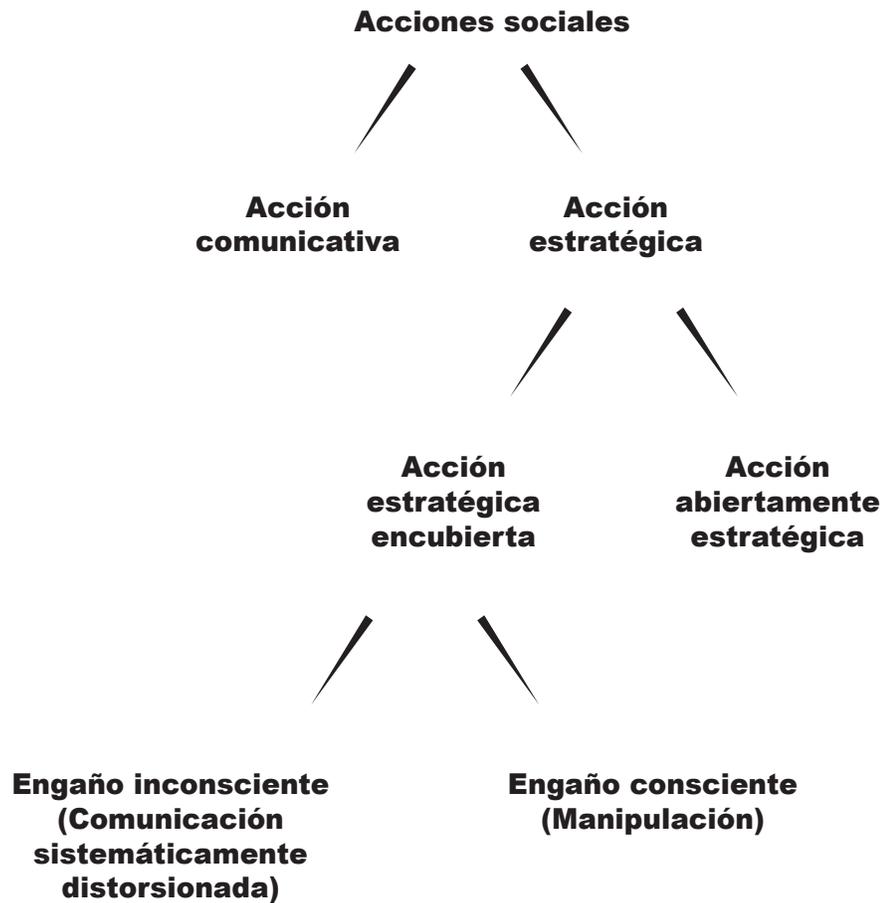
de vida en otros planetas. El visitante no escuchó los argumentos que la investigadora le proporcionaba, y trató de dar un argumento contrario, diciendo que él *sabía* que los seres extraterrestres existen.

Otro ejemplo de falta de entendimiento tuvo lugar en una feria de ciencias, donde una maestra de bachillerato le comentó a un científico participante en un gran experimento tecnocientífico sobre física de partículas, que ella estaba en contra de que el dinero de sus impuestos se usara en empresas de este tipo. En vez de entablar un diálogo basado en argumentos racionales, el científico reaccionó con enojo a la pregunta y tachó a la maestra de ignorante. En ambos casos, los miembros de comunidades con marcos conceptuales inconmensurables fueron incapaces de llegar a un entendimiento.

La falta de entendimiento entre los participantes en una acción dialógica no necesariamente se debe a la falta de interés de los participantes en evaluar los argumentos de los demás, sino que puede deberse a una *distorsión sistemática de la comunicación*. En las acciones comunicativas donde se llega a un entendimiento, hay una *comunicación no distorsionada*, es decir, los participantes interactúan como iguales sin coerción y con una disposición abierta a escuchar los argumentos de los otros. Sin embargo, hay casos de “pseudocomunicación, en que los participantes no reconocen ningún tipo de alteraciones de comunicación. La pseudocomunicación produce un sistema de malentendidos recíprocos que, debido a la falsa suposición del consenso, no se reconocen como tales. Solamente los observadores neutrales se percatan de que los participantes no se entienden unos a otros” (Habermas, 2000: 369). En el caso que nos ocupa, los comunicadores de la ciencia, en su papel de mediadores, pueden identificar los factores que provocan una distorsión sistemática de la comunicación. Esta distorsión puede deberse a que los participantes tengan marcos contextuales inconmensurables, lo que les impida recibir o entender el mensaje de su interlocutor. Por otro lado, la distorsión sistemática de la comunicación también puede ser causada por una confusión de acciones orientadas al éxito y acciones orientadas al entendimiento, del modo siguiente:

[En términos de los fenómenos de distorsión sistemática de la comunicación] la pragmática formal puede contribuir a la clarificación de fenómenos que, de entrada, sólo pueden identificarse en virtud de una comprensión intuitiva, madurada por la experiencia clínica. Tales patologías de la comunicación pueden entenderse, en efecto, como resultado de una confusión entre acciones orientadas al éxito y acciones orientadas al entendimiento. En situaciones de acción estratégica solapada, al menos uno de los participantes se conduce orientándose hacia el logro de sus particulares fines, pero hace creer a los demás que todos cumplen los supuestos de la acción comunicativa. Se trata del caso de manipulación al que nos hemos referido al hablar de los actos perlocucionarios. Por el contrario, el tipo de solución inconsciente que el psicoanálisis explica por medio de estrategias de defensa, acaba produciendo perturbaciones de comunicación, simultáneamente en el plano intrapsíquico y en el plano interpersonal. En tales casos, al menos uno de los participantes se engaña a sí mismo al no darse cuenta de que está actuando en actitud orientada al éxito y manteniendo sólo una apariencia de acción comunicativa (Habermas 2010: 382).

Así, cuando uno de los participantes dialógicos se “engaña a sí mismo” al no darse cuenta de que tiene una actitud orientada al éxito y no está llevando a cabo una acción comunicativa, no se podrá llegar a un acuerdo. Un ejemplo de ello sería un científico que pudiera hablar sobre un tema de ciencia donde hay riesgos involucrados y tratara de argumentar que el proyecto es benéfico para los ciudadanos para obtener su apoyo, sin estar dispuesto a explorar todas las implicaciones de dicho proyecto. Habermas resume los factores que pueden llevar a la distorsión sistemática de la comunicación en el esquema siguiente:



Esquema de distorsión sistemática de la comunicación
(Habermas, 2010: 383)

En este esquema también se presentan los tipos de acciones que no son acciones comunicativas, de las que los comunicadores de la ciencia, en su papel de mediadores deben estar conscientes, para guiar a los participantes a un entendimiento.

6.1.11 Esquema del Modelo Dialógico Integral (MDI)

A continuación presentaremos en forma resumida y esquemática la propuesta del Modelo Dialógico Integral para oficinas de comunicación de la ciencia” (MDI). Este modelo pretende desempeñar una función heurística, es decir, servir como guía para tomar decisiones y resolver los problemas que surgen al plantear acciones de comunicación de la ciencia.

El objetivo del MDI es impulsar procesos de diálogo y entendimiento entre las comunidades científicas de los institutos de investigación científica y los actores sociales que no pertenecen a ellas. Durante estos procesos se produce un cambio en los marcos conceptuales de todos los participantes, al nivel de sus creencias, rituales, prácticas, valores y conocimientos, a través de una apropiación de los conocimientos tecnocientíficos.

En este modelo, los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia del instituto actuarán como vasos comunicantes o mediadores entre las comunidades científicas y la sociedad:



La oficina de comunicación de la ciencia como mediadora.

Los comunicadores de la ciencia, dentro de esta visión, son *profesionales* con una formación multidisciplinaria que les permite entender el quehacer científico desde el punto de vista de la filosofía, la sociología y la antropología de la ciencia; además, son capaces de “recrear” el conocimiento científico en diferentes medios.

El MDI tiene tres fases:

1. **Primera fase:** la Oficina de Comunicación impulsa la creación de “centros (esferas) de comunicación” entre las comunidades científicas y otros grupos culturales, en los ámbitos locales, nacionales y globales a través de distintas estrategias y medios de comunicación. En esta fase, aquellos actores que acepten la invitación a participar en las acciones comunicativas escogerán un tema de discusión o aceptarán uno propuesto por los comunicadores de la ciencia. El concepto de hospitalidad es fundamental
2. **Segunda fase:** el encuentro dialógico se dará en el contexto del “mundo de la vida”. En él se reconocerá el multiculturalismo, tanto en la comunidad científica como en la sociedad. También se reconocerá que los participantes en las acciones comunicativas pueden vivir en mundos diferentes, tener marcos conceptuales inconmensurables y representaciones distintas sobre los temas relacionados con la tecnociencia. Es por ello que en esta fase se llevará a cabo una transmisión de conocimiento unilateral en el que los comunicadores de la ciencia recrearán el conocimiento científico en distintos medios, con el propósito de hacerlo accesible y agradable. Dicha transmisión cuidadosa del conocimiento científico le proporcionará a todos los participantes las definiciones y los conocimientos básicos para entrar en un diálogo sobre un tema de la tecnociencia.
3. **Tercera fase:** se impulsará un diálogo en el que todos los participantes actúen comunicativamente y aprendan sobre los marcos conceptuales de los demás. En el proceso, alguien abrirá una secuencia de interacción orientada al entendimiento que apele prácticamente a esa perspectiva de validez transubjetiva. Tiene una pretensión de validez respecto a la cual el otro participante en la interacción puede reaccionar con un “sí” o con un “no”. El “entendimiento”, que es el objetivo de las acciones comunicativas, significa por ello no el éxito de un consenso global, sino el acuerdo sobre el que se prueba lo justo de una afirmación.

Algunos de los resultados que se esperan al usar el MDI para crear acciones de comunicación de la ciencia son los siguientes:

1. Todos los participantes en las acciones comunicativas obtendrán conocimientos e información, los valores, las acciones y los rituales del interlocutor. En particular, los participantes en las acciones comunicativas que pertenezcan a una comunidad externa a la comunidad científica obtendrán información sobre algún tema de la tecnociencia.
2. Todos los participantes atravesarán por una transformación epistémica, axiológica y lingüística, que modificará sus marcos conceptuales.
3. Se espera un proceso de apropiación de la ciencia, entre aquellos que no son científicos, donde el pensamiento crítico juegue un papel fundamental. Así mismo, se espera un cambio en las prácticas relacionadas con la ciencia y la tecnología entre aquellos que no pertenecen a la comunidad científica.

Es importante mencionar que a pesar de que al inicio del diálogo se proponga discutir un tema tecnocientífico, la acción comunicativa puede seguir varias vertientes que escogerán los participantes.

A partir del planteamiento del MDI, propongo la siguiente definición operativa de Comunicación de la Ciencia:

La **Comunicación de la Ciencia** es una labor profesional e interdisciplinaria,²⁰⁶ cuyo objetivo es impulsar *acciones comunicativas* horizontales y multidimensionales, sobre temas relacionados con las tecnociencias, entre los miembros de las comunidades científicas y distintos grupos culturales, para llegar a un *entendimiento* y generar una

²⁰⁶ En este trabajo usaremos la visión de Rolando García sobre interdisciplina: los objetivos de una investigación interdisciplinaria se logran a través del juego dialéctico en las fases de diferenciación e integración que tienen lugar en el proceso que conduce a la definición y estudio de un sistema complejo. El esquema precedente es sólo indicativo de la forma de coordinar un equipo interdisciplinario. Su objetivo es mostrar la necesidad de distinguir las fases características desde el punto de vista de la interdisciplinariedad. Un aspecto importante de este esquema es la ubicación de la tarea disciplinaria dentro de la actividad interdisciplinaria en su conjunto. Todo equipo de investigadores que aborde el estudio interdisciplinario de un sistema complejo, tiene como integrantes a científicos formados en diversas disciplinas. En el inicio del estudio, cada investigador tendrá una visión de los problemas planteados por el objeto de estudio desde la perspectiva que le ofrece su propia disciplina y su propia concepción de esa disciplina.

transformación en los marcos conceptuales de los participantes a través del entendimiento mutuo, y de una apropiación de los conocimientos tecnocientíficos.

Esta definición ya no solo está interesada en la forma o en el lenguaje que se usa para transmitir el conocimiento científico, sino en las acciones comunicativas multidimensionales, que toman en cuenta factores como la ideología, los valores y las creencias previas, y que propician transformaciones profundas en los marcos conceptuales de los participantes.

6.1.12. Escenarios de aplicación del MDI

Algunos escenarios en los que se ha aplicado exitosamente el MDI dentro de las actividades del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM son los siguientes:

1. Como ya se comentó anteriormente, en las ferias de ciencias y en los días de puertas abiertas del ICN hemos experimentado con una estrategia que llamamos “pláticas platónicas”. Dichas pláticas tienen lugar al aire libre y todos los participantes se sientan en el pasto, para impulsar la idea de un diálogo horizontal. Se invita a un científico a plantear un tema de discusión, para entrar en una acción comunicativa con los participantes. En las “pláticas platónicas” los participantes del diálogo han llegado a la fase de entendimiento. El ICN también organizó dos “Cafés científicos” en La Cafebrería El Péndulo, en el que se llevaron a cabo largas acciones comunicativas con los participantes.
2. En las visitas de distintos actores sociales al instituto en las que se les invita a entablar un diálogo con científicos y comunicadores de la ciencia.
3. En las redes sociales Facebook y Twitter se presenta un artículo de comunicación de la ciencia, que sirve como base para una discusión virtual.
4. En los artículos de comunicación de la ciencia y en los artículos periodísticos se presentan las visiones de la tecnociencia de distintos actores sociales y no solamente las de las comunidades científicas.
5. Cuando se crean piezas de arte y ciencia con la participación de artistas, científicos, comunicadores de la ciencia y otros actores sociales.

12. El MDI para periodismo científico

De acuerdo con los criterios propuestos por Secko et. al, que mencionamos anteriormente, proponemos la aplicación del MDI para oficinas de comunicación de la ciencia de los modos siguientes, dependiendo de la situación a la que se enfrente el comunicador de la ciencia.

1. **Boletines de prensa:** el objetivo de dichos boletines es informar a la sociedad sobre un avance o descubrimiento científico. Estos boletines se deben escribir del modo tradicional, llevando a cabo una recreación del conocimiento científico para hacerlo accesible. Las fuentes son los expertos en el tema. Esta aplicación corresponde al modelo de alfabetización científica y dentro de nuestro MDI sería parte de la primera fase.
2. **Visitas de los medios de comunicación a un instituto:** el objetivo de la oficina de comunicación de la ciencia durante las visitas de los medios de comunicación a un instituto es proporcionarle a sus representantes información accesible sobre el tema en que estén interesados (primera fase del MDI). Así mismo, en su papel de mediadores, los comunicadores de la ciencia facilitarán el encuentro entre periodistas y científicos, proponiéndoles a los primeros temas de discusión y preguntas para entablar diálogos con los últimos.
3. **Notas y reportajes (periódicos, revistas, redes sociales y páginas web):** estas notas y reportajes deberán promover que el público se involucre. Las historias se enfocarán en el proceso detrás de la ciencia, sus resultados, sus implicaciones y sus aplicaciones. Se incluirán como fuentes a los expertos en el tema, a otros actores sociales involucrados como ingenieros, administradores, etc. También se deberán incluir las voces de las comunidades locales sobre el tema. El estilo debe mostrar la complejidad de las diferentes dimensiones del tema (ética, pragmática, ideológica, etc.) para promover temas de discusión sobre todas ellas.

Durante el trabajo cotidiano de los miembros de una oficina de comunicación de la ciencia, aplicar el MDI puede ser complicado. Por un lado, la premura con la que muchas veces se deben crear las notas limita la cantidad de actores sociales a los que se puede entrevistar. Por otra parte, la oficina de comunicación de la ciencia está encargada de cuidar la imagen institucional de su dependencia. Es por ello

que, en algunos casos, habrá dimensiones de un tema que no podrán tratar en los medios de comunicación del modo en que lo haría un periodista que trabaje para un medio externo.

6.2 Propuesta práctica para una oficina de comunicación de la ciencia

En los últimos años hay cada vez más institutos de investigación científica en México interesados en crear una oficina de comunicación de la ciencia. Generalmente el director o algunos académicos del instituto están entusiasmados con la idea; sin embargo, muchas veces no saben por donde iniciar, además de que subestiman la complejidad de un proyecto de este tipo y el impacto que puede tener en el instituto. A continuación presento una propuesta para crear proyectos de este tipo, a partir de mi experiencia práctica y las investigaciones teóricas de este trabajo

6.2.1 Misión, objetivos y modelo de la oficina de comunicación de la ciencia

Lo primero que se deben preguntar las autoridades de un instituto o proyecto científico es cuál será la misión de la oficina que esperan crear. Las misiones pueden variar, desde transmitir el conocimiento científico del instituto para obtener mayor apoyo para sus investigaciones y proyectos, hasta llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia para evitar conflictos o combatir la pseudociencia. La misión de la oficina de comunicación de la ciencia de un instituto debe decidirse entre sus directivos y aquellos que se encargarán de manejar la oficina, y deberá reflejar los valores de los interesados. En congruencia con el Modelo Dialógico Integral y la definición de comunicación de la ciencia de este trabajo, propongo la siguiente misión para las oficinas de comunicación de la ciencia:

La misión de una oficina de comunicación de la ciencia es impulsar *acciones comunicativas* horizontales sobre temas relacionados con las tecnociencias, entre los miembros de las comunidades científicas del instituto y de los proyectos en los que participa, y distintos grupos culturales, para llegar a un *entendimiento* y generar una transformación en los marcos conceptuales de

los participantes a través de una apropiación de los conocimientos tecnocientíficos.

Normalmente las misiones de las oficinas de comunicación de la ciencia varían conforme los proyectos evolucionan o cuando hay un cambio en el grupo que dirige el proyecto. Por otro lado, también se deben decidir los objetivos generales de la oficina, que definirán las acciones específicas de comunicación de la ciencia que sus miembros llevarán a cabo. Algunos ejemplos de objetivos generales que considero importantes son los siguientes:

- Informar a la población sobre las investigaciones del instituto, de un modo claro, accesible e interesante, a través de distintos medios y estrategias de comunicación.
- Impulsar el posicionamiento del instituto en medios masivos de comunicación para convertirlo en un referente en los temas que le competen y que son de interés para la sociedad.
- Impulsar la vinculación del instituto con otras instancias educativas, culturales y científicas, con el objetivo de llevar a cabo acciones conjuntas de distintos tipos.
- Promover una cultura científica entre la población.

Los objetivos generales suelen variar cuando los miembros de una oficina de comunicación se percatan de las necesidades de las comunidades con las que desean interactuar. En cuanto a los públicos, las oficinas de comunicación de la ciencia suelen dirigir sus esfuerzos a uno o varios de los siguientes grupos:

- Los niños de distintas edades
- Los jóvenes de bachillerato que pudieran entrar a carreras científica
- Los tomadores de decisiones
- El “público en general”

Yo propongo extender estos públicos e incluir a cualquier grupo cultural que tenga contacto con el instituto de investigación científica. Esto incluye a los trabajadores de intendencia del instituto, a los estudiantes, a los niños de las escuelas cercanas

y a cualquier individuo que se pueda alcanzar a través de medios masivos de comunicación o de las redes sociales.

A partir de la misión, los objetivos y el público, se deberá escoger un modelo de comunicación de la ciencia que guíe las acciones de la oficina. Puede ser el modelo de déficit (que es el que usa la mayoría de las oficinas), el modelo contextual, el modelo de conocimientos locales, el modelo de propaganda, el modelo *eduteinment*, etc. Nosotros proponemos guiar las acciones de las oficinas a partir de Modelo Dialógico Integral.

6.2.2 Acciones específicas y medios

Tomando en cuenta los rubros anteriores, se deben escoger las acciones específicas de la oficina de comunicación de la ciencia, y los medios en los que se llevarán a cabo. Las oficinas tradicionales eran principalmente gabinetes de prensa, y se dedicaban mayormente a enviar boletines de prensa. Hoy en día las oficinas llevan a cabo una gran diversidad de acciones, por ejemplo las siguientes:

- Publicación de boletines de prensa tanto en la página de Internet del instituto, como en medios de circulación nacional e internacional.
- Publicación de trípticos, folletos y pósters de comunicación de la ciencia.
- Publicación de notas cortas y reportajes en la página de Internet del instituto, en medios de circulación nacional y en las redes sociales.
- Publicación de artículos de comunicación de la ciencia.
- Publicación de notas externas sobre temas relacionados a las investigaciones del instituto en redes sociales.
- Concertación de entrevistas con los miembros del instituto en los distintos medios de comunicación.
- Realización de videos de comunicación de la ciencia.
- Realización de exposiciones de divulgación para museos o exposiciones itinerantes.
- Organización de pláticas de divulgación.
- Organización de cine clubs comentados donde se presenten películas relacionadas con la ciencia.
- Organización de eventos de comunicación de la ciencia dentro del instituto (por ejemplo, días de puertas abiertas) y fuera del instituto, como ferias de ciencias.
- Organización de visitas guiadas.

- Propaganda de eventos, convocatorias, etc.
- Realización de informes institucionales.
- Creación de la imagen gráfica del instituto.
- Creación de páginas de Internet y blogs.
- Realización de programas de radio o de podcasts de divulgación de la ciencia.
- Investigación y obtención de imágenes de los proyectos y experimentos.
- Formación de estudiantes en comunicación de la ciencia.
- Relaciones públicas y gestiones de vinculación.
- Investigación en comunicación de la ciencia.
- Evaluaciones de las acciones de comunicación de la ciencia.
- Asesoría a los miembros del instituto para realizar acciones de comunicación de la ciencia.
- Acciones de arte y ciencia, o de cultura científica, en colaboración con distintas dependencias.

Las oficinas de comunicación de la ciencia usualmente escogen algunos de estos rubros como parte central de su labor. Por ejemplo, el Instituto de Física de la UNAM se ha enfocado principalmente en el periodismo de ciencia y la comunicación institucional, mientras que el Instituto de Astronomía de la UNAM se dedica a realizar grandes eventos de comunicación de la astronomía, como la Noche de las Estrellas. Sin embargo, sería deseable que un proyecto bien fundamentado de comunicación de la ciencia en un instituto de investigación científica llevara a cabo acciones en todos los rubros anteriores, como el Instituto de Astrofísica de Canarias.

6.2.3 Los miembros de la oficina de comunicación de la ciencia

Muchos institutos de investigación científica de México y el extranjero han iniciado su oficina de comunicación de la ciencia con una sola persona, que realiza varias de las acciones que se mencionaron anteriormente. Es importante subrayar que es imposible que una sola persona se encargue de todas las acciones que suele llevar a cabo una oficina. Es por ello, que se debe contratar a un grupo de profesionales que tengan la formación adecuada para llevar a cabo una o varias de las labores siguientes:

- **Jefe o coordinador de la oficina:** debe tener una formación que le permita entender los temas de investigación y experimentación de su instituto. Idealmente

debe tener una licenciatura en un área científica y una especialización en un área como periodismo, comunicación o literatura. Además, debe ser capaz de entender los problemas de la comunicación de la ciencia desde un punto de vista interdisciplinario y realizar investigación en comunicación de la ciencia. También debe tener las habilidades para escribir de manera profesional boletines de prensa, notas periodísticas y de divulgación, planear eventos, proponer proyectos, y en general realizar la planeación logística de las actividades de la oficina. Los jefes de las oficinas con un alto nivel de actividad también se convierten en jefes de relaciones públicas, encargándose de recibir a los invitados importantes (tomadores de decisiones, científicos galardonados, figuras relevantes para la cultura y el arte, etc.) y de realizar acciones de vinculación con otras dependencias científicas, culturales, etc.

- **Comunicador visual de la ciencia:** debe ser un comunicador visual o diseñador gráfico, con formación complementaria de divulgador de la ciencia, que estará encargado de crear la imagen visual del instituto, diseñar los materiales gráficos y digitales, y crear acciones de comunicación visual de la ciencia *ad hoc* para las necesidades del instituto.
- **Comunicador de la ciencia:** debe ser un profesional capaz de investigar el trabajo de los científicos del instituto para crear contenidos y distintos materiales de comunicación de la ciencia (artículos, exposiciones, notas para blogs, etc.) Es recomendable que tenga formación en una carrera científica y en comunicación de la ciencia o periodismo.
- **Jefe de redes sociales:** encargado de subir noticias, artículos e información relevante a las redes sociales del instituto, que pueden ser Facebook, Twitter, YouTube, etc. El jefe de redes sociales tiene una fuerte responsabilidad, pues no solamente tiene que subir información relevante para las personas que siguen las redes sociales, sino también cuidar la imagen del instituto y atender las crisis que se puedan generar en estas plataformas. Debe tener capacitación en el manejo de redes sociales, tener conocimientos científicos generales, y ser capaz de escribir correctamente.
- **Organizador de eventos y visitas guiadas:** algunos institutos de investigación científica, por ejemplo el Institute for Quantum Computing, tienen a una persona exclusivamente encargada de la organización de eventos y visitas guiadas al

instituto. Este profesional suele ser un experto en comunicación y en planeación logística de eventos, que es capaz de interactuar con varios tipos de gente.

- **Experto en video y fotografía:** la NASA y el Instituto de Astrofísica de Canarias, entre otros institutos, han contratado a un experto en video y fotografía, que se encarga de documentar los proyectos y eventos del instituto. YouTube se ha convertido en un medio eficiente y de bajo costo para compartir información en formato de video.
- **Programador:** es deseable que las oficinas de comunicación de la ciencia cuenten con un desarrollador de páginas web.
- **Asistente:** las oficinas de comunicación de la ciencia tienen que llevar a cabo una gran cantidad de trámites, oficios, llamadas telefónicas y citas para llevar a cabo sus acciones. Es vital que la oficina cuente con un asistente capaz de llevar esta carga de trabajo.

Algunas oficinas de comunicación de la ciencia también cuentan con la participación de científicos especialistas en las áreas de interés del instituto que funjen como asesores científicos del proyecto.

6.2.4 Relación de los miembros de la oficina con la comunidad científica

Es de vital importancia que los comunicadores de la ciencia de un instituto tengan una relación cercana con los científicos que ahí laboran. Los científicos son las fuentes de información científica y los comunicadores deben enterarse de la labor que lleva a cabo cada uno de ellos, además de que deben visitar sus proyectos y asistir a las pláticas que impartan. La colaboración entre científicos y comunicadores de la ciencia debe ser una relación horizontal entre expertos en dos áreas distintas que trabajan por un objetivo común.

Por otra parte, es importante que los miembros de la oficina de comunicación del instituto tengan una relación cercana con el director de la dependencia, pero que tengan independencia para proponer y llevar a cabo sus propios proyectos. A través de pláticas con el director, se definirán los objetivos, acciones y valores que debe tener la oficina de comunicación de la ciencia. Así mismo, debe haber un contacto directo en caso de que haya algún problema relacionado con la comunicación de las labores de la institución.

6.2.5 Evaluaciones

La oficina de comunicación de la ciencia deberá llevar a cabo evaluaciones periódicas para ver si sus acciones corresponden a la misión, objetivos y modelo de comunicación que escogió la oficina.

Conclusiones

Desde sus inicios, las oficinas de comunicación de la ciencia en institutos de investigación científica han presentado un problema complejo de investigación al que es conveniente acercarse desde los estudios CTS. En esta tesis hemos mostrado que el uso de herramientas de filosofía, sociología y antropología de la ciencia pueden resultar de gran utilidad para analizar acciones de comunicación de la ciencia.

Desde el primer caso paradigmático que analizamos en este trabajo, la Oficina de Información Pública de la NASA, las oficinas de comunicación de la ciencia se iniciaron con proyectos planteados desde el modelo de déficit. Hoy en día, muchas de las oficinas tienen proyectos que usan distintos modelos de modos interesantes. La propuesta de esta tesis es un Modelo Dialógico Integral, que reconozca el multiculturalismo y el pluralismo, además de la noción de “entendimiento”, basado en las teorías de Jürgen Habermas, Pierre Bourdieu, Javier Echeverría y León Olivé, entre otros pensadores.

Las oficinas de comunicación de la ciencia usan una gran diversidad de medios para alcanzar a los distintos públicos meta a los que les interese referirse. En este momento, el uso de redes sociales ha cobrado gran importancia, por lo que las oficinas de comunicación de la ciencia deben invertir recursos humanos y materiales para mantenerse a la vanguardia en este ámbito. Por otro lado, el medio más original para comunicar la ciencia en los últimos años es el de las acciones de arte y ciencia, que proporciona entornos novedosos.

Como discutimos en varios puntos de este trabajo, resulta obsoleto referirse a “la comunidad científica”, pues hay una gran cantidad de ellas, y “al público en general” pues hay muchos grupos culturales diferentes. Por eso, es importante que las acciones de comunicación de la ciencia en un instituto de investigación científica se conciban como diálogos entre una comunidad científica y algún grupo cultural ajeno a ella.

Después del análisis que se llevó a cabo en este trabajo, es claro que es crucial para un instituto de investigación científica tener una oficina de comunicación de la ciencia formada por profesionales en el área. Esta oficina no puede estar

formada por una sola persona, sino por un grupo cuyos miembros tengan labores específicas. El número de los miembros de una oficina de comunicación de la ciencia debe pensarse acorde al número de investigadores que tenga el instituto.

Aunque hay casos exitosos de jefes de las oficinas de comunicación de la ciencia que no tienen una formación científica básica, me parece crucial que se elija a profesionales en comunicación de la ciencia que al menos tengan una licenciatura en ciencia y una especialización en algún área de comunicación. Esto asegurará la precisión científica en todos los productos de la unidad.

A partir del análisis de los proyectos que visité durante la investigación para este trabajo, pude identificar dos generaciones de oficinas de comunicación de la ciencia:

- **Primera generación: el gabinete de prensa clásico.** Se encarga de redactar boletines y llevar a cabo ruedas de prensa. Su labor primordial es publicitar al instituto y cuidar su imagen. Responden a las órdenes del director o a los deseos de los científicos más reconocidos en la dependencia. También funcionan como áreas de servicio. Usa el modelo de déficit. Ejemplo: la oficina de la NASA
- Segunda generación: **la oficina de comunicación de la ciencia como un pequeño centro de cultura científica.** Lleva a cabo distintas acciones de comunicación de la ciencia, dirigidas a una gran diversidad de públicos, a través de una gran cantidad de medios. Lleva a cabo investigaciones sobre comunicación de la ciencia. No es un proyecto autónomo, pero se le da libertad para proponer y llevar a cabo proyectos, que no necesariamente tengan que ver con publicitar al instituto, sino con entrar en diálogos con distintos actores populares. Impulsa la idea de la ciencia como parte de la cultura.

A partir de la propuesta de las generaciones anteriores, quisiera definir una tercera:

- **Tercera generación: la oficina de comunicación de la ciencia como un ámbito consolidado e independiente.** Esta oficina será similar a la de la segunda generación en cuanto a sus labores, con una diferencia. Dentro del instituto de investigación científica se le dará el lugar de un departamento de investigación teórica y de acciones prácticas, que podrá ser libre de definir sus acciones.

En este último caso, sería pertinente preguntarse lo siguiente: ¿por qué estaría interesado un instituto de investigación científica en un proyecto independiente dentro de sus instalaciones? La razón es muy simple: los comunicadores de la ciencia, como profesionales en su área, colaborarán de manera horizontal con otros miembros del instituto para llevar a cabo acciones de comunicación de la ciencia accesibles, agradables e interesantes, sobre los temas de interés del instituto, que ellos consideren relevantes desde el punto de vista de su campo. En las oficinas de comunicación de esta generación ya no se plantearán acciones que simplemente publiciten al instituto o a sus miembros más importantes, sino que creen proyectos adecuados para entrar en diálogo con la sociedad. Los proyectos de este tipo también podrían plantearse desde un instituto especializado en acciones teórico-prácticas de comunicación de la ciencia que colabore con los institutos de investigación científica.

Para que se puedan crear proyectos de tercera generación en comunicación de la ciencia, es necesaria la consolidación de esta área, que aún no se logra, como un área profesional e independiente de las áreas científicas. Espero que esta consolidación se logre en el futuro cercano.

Gabriela Frías Villegas
Septiembre de 2018

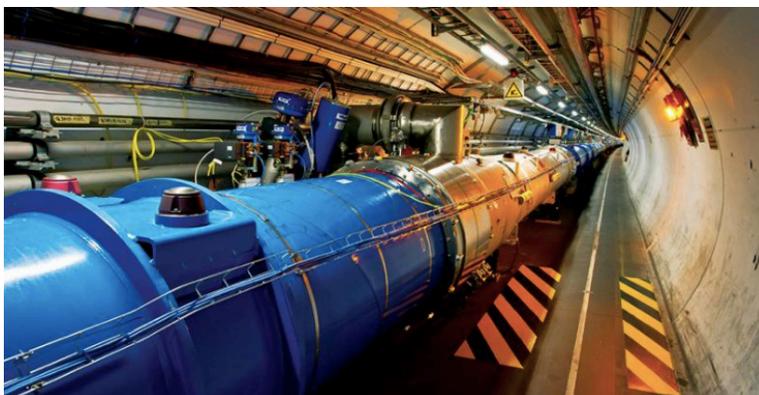
ANEXO I: Física de partículas y el LHC

Todos los objetos del Universo están hechos de átomos. Cada átomo tiene un núcleo y electrones que se mueven a su alrededor. El núcleo está compuesto de protones y neutrones, y éstos de partículas más pequeñas llamadas cuarks, de dos tipos: cuarks arriba y cuarks abajo. Los cuarks arriba, los cuarks abajo y los electrones no están compuestos por partículas más pequeñas, por eso se les llama *partículas elementales*. Aquellas partículas que contienen otras más pequeñas, por ejemplo los protones, se llaman *hadrones*.

Los cuarks que componen los hadrones están ligados por una fuerza que se conoce como *fuerza fuerte*. Las partículas portadoras de esta fuerza se llaman gluones y podemos pensarlos como el “pegamento” que mantiene a los cuarks unidos para formar protones y neutrones. Nunca se ha observado un cuark aislado: tanto los cuarks como los gluones están unidos permanentemente, confinados en las partículas compuestas. A esto se le llama *confinamiento*.

Para estudiar las partículas elementales se construyó el experimento de física más grande del mundo, el Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés), que se encuentra en el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN por sus siglas en francés), situado en la frontera entre Suiza y Francia.

El LHC es un enorme *acelerador de partículas* que consiste en un túnel circular, de 27 kilómetros de circunferencia, construido a 100 metros de profundidad. Dentro de dicho túnel hay un arreglo formado por enormes imanes en forma de dona.



El túnel del LHC y los imanes superconductores

En el LHC se aceleran hadrones, por ejemplo, protones, utilizando poderosas fuerzas eléctricas y magnéticas, hasta alcanzar velocidades cercanas a las de la luz (300000 kilómetros por segundo), para hacerlas chocar unas con las otras. Los imanes que mantienen a las partículas en su curso tienen que operar a una temperatura de cerca de 270 grados centígrados bajo cero para funcionar adecuadamente. Esto hace que el LHC sea el lugar más frío del universo.

Para aprender sobre lo que pasa durante los choques de partículas, se construyeron varios aparatos llamados detectores, que están colocados en lugares estratégicos del LHC. Éstos “observan” los choques y convierten la información en datos, que después se pueden analizar en sistemas de cómputo. Algunos de estos aparatos son tan grandes como una catedral; otros son del tamaño de una casa. Hay cuatro detectores principales que están situados en puntos estratégicos del LHC, y que se conocen como ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus), CMS (Compact Muon Solenoid), ALICE (A Large Ion Collider Experiment) y LHCb (Large Hadron Collider beauty).

Cuando en el LHC se produce una colisión entre dos partículas que viajan muy rápido, por ejemplo 2 protones, se pueden “observar” con los detectores decenas o incluso centenas de partículas que se alejan del punto del choque. Aunque podríamos creer que las partículas originales se rompieron al estrellarse, en realidad aparecen partículas nuevas, que se crean durante la colisión. En el momento del choque de dos haces de partículas, se producen temperaturas de miles de millones de grados centígrados. En este momento, el LHC se vuelve el lugar más caliente del Universo. El detector ATLAS está encargado de identificar las partículas que aparecen en las colisiones y sus propiedades; el CMS contiene sistemas para medir la energía y la cantidad de movimiento de los fotones, los electrones, los muones y otras partículas que se producen durante las colisiones; el LHCb está encargado de estudiar el cuark belleza. Finalmente, el detector ALICE investiga el plasma de cuarks y gluones, un líquido perfecto que existió en los primeros instantes de nuestro universo, cuando aún no se formaban los átomos. En ese momento los cuarks y los gluones estaban en libertad, en una especie de sopa, en vez de estar confinados en hadrones. Conforme el Universo se empezó a

expandir, la temperatura disminuyó y los cuarks se agruparon en partículas, por ejemplo, en protones, que después serían parte de los átomos.



El detector ALICE del LHC

En la construcción, diseño y operación de ALICE han trabajado varias decenas de científicos de todo el mundo. Entre ellos, un grupo de científicos mexicanos del Instituto de Ciencias Nucleares y el Instituto de Física de la UNAM, del CINVESTAV y de la Benemérita Universidad de Puebla, se involucraron en el diseño, construcción y operación de dos de los sistemas de detección que componen a ALICE: V0 y ACORDE.

Los detectores V0A y V0C, que forman el conjunto V0, son los “ojos” de ALICE, que en fracciones de segundo deciden si una colisión es interesante por el detector, o no. V0 es un sistema de disparo que despierta a ALICE y le da la orden de registrar un choque de partículas. Por su parte el detector ACORDE (ALICE Cosmic Ray Detector) sirve para observar unas partículas llamadas *muones*, parecidas a los electrones, provenientes del espacio.

ANEXO II: Los rayos cósmicos y su detección

Los rayos cósmicos son partículas que viajan por el espacio a velocidades cercanas a la de la luz y que bombardean constantemente a la Tierra desde todas las direcciones. La mayoría de estas partículas son núcleos de átomos o electrones.

Cuando los rayos cósmicos llegan a la Tierra y chocan con las partículas de la atmósfera, se crean nuevas partículas, distintas a las anteriores, que caen a la superficie formando lo que se conoce como chubasco de *rayos cósmicos*. Estas nuevas partículas pueden ser electrones, fotones o muones.

Nadie sabe de dónde provienen los rayos cósmicos de altas energías. Sin embargo, se cree que se producen en eventos cósmicos muy violentos, como las explosiones de supernovas. Los chubascos rayos cósmicos no se pueden ver a simple vista, pero se pueden “observar” con ayuda de grandes aparatos llamados *detectores*.

El Observatorio Pierre Auger está situado al sur de Argentina, cerca de la ciudad de Malargüe, Mendoza. Fue el primero y más grande en el mundo diseñado para estudiar los rayos cósmicos de altas energías. Uno de los objetivos del proyecto es tratar de encontrar el lugar de origen de estas partículas. Consiste en 1600 detectores de “superficie” (tanques de agua del tamaño de un auto pequeño), distribuidos en una superficie equivalente al doble del área del Distrito Federal.



Detector de superficie en el Observatorio
Pierre Auger.

Los tanques están equipados con aparatos capaces de detectar la luz. Cuando un chubasco de rayos cósmicos alcanza a los tanques, y una partícula, por ejemplo, un muon, entra en uno de ellos, y viaja por el medio acuoso a una velocidad mayor a la de la luz, emite radiación electromagnética. Esto se conoce como efecto Cherenkov. Los aparatos dentro de los tanques detectan esta radiación y envían la información a los centros de supercómputo, que por medio de software especializado reconstruyen la trayectoria del chubasco de rayos cósmicos, para tratar de encontrar su origen, que puede ser una supernova o el choque de dos agujeros negros.

ANEXO III: Los rayos gamma y el observatorio HAWC

Los rayos gamma de altas energías son un tipo de luz que proviene de algunos de los fenómenos más violentos del universo como las explosiones de supernovas y los núcleos activos de galaxias. El Observatorio HAWC (High Altitude Water Cherenkov), que se inauguró el 20 de marzo de 2015, está situado entre los volcanes Sierra Negra y el Pico de Orizaba, a 4100 metros de altura, está diseñado para investigar los rayos cósmicos y los rayos gamma de altas energías. Consiste en 300 tanques aluminio de cuatro metros de altura. Cuando un haz de rayos gamma choca con la atmósfera de la Tierra, se crea una cascada de partículas, que llega a los tanques del observatorio. Como mencionamos en el anexo anterior, cuando una partícula entra en uno de ellos, y viaja por el medio acuoso a una velocidad mayor a la de la luz, emite radiación electromagnética. A esto se le conoce como efecto Cherenkov. Los tanques están equipados con aparatos muy sensibles llamados “fotomultiplicadores” que detectan la radiación electromagnética producida por las partículas. Estos aparatos envían las señales a los centros de supercómputo, que reconstruyen la trayectoria de los rayos gamma.



El observatorio de rayos gamma HAWC

Anexo IV: Las ondas gravitacionales y el experimento LIGO

Albert Einstein predijo las ondas gravitacionales 1916. Se trata de perturbaciones del espacio-tiempo que se propagan a la velocidad de la luz. El 14 de febrero de 2011 por primera vez se anunció la detección de ondas gravitacionales de manera experimental gracias al experiment LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory). El experiment, construido de manera conjunta por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el California Institute of Technology (CALTECH), consiste en dos detectores de cuatro kilómetros de longitud que trabajan de manera sincronizada para detectar las pequeñísimas variaciones en el espacio-tiempo provocadas por eventos cósmicos muy violentos, como colisiones de estrellas de neutrones, agujeros negros o supernovas. Dos rayos láser recorren cada uno de los brazos gemelos del detector y rebotan en un espejo, para recorrer el mismo camino de regreso y anularse mutuamente en el punto de inicio. En un principio estos láseres están sincronizados, pero si una onda gravitacional alcanza al detector, ésta modifica la forma del espacio-tiempo, y modifica de distinta manera la longitud de cada uno de los brazos. Cuando esto ocurre, los rayos láser dejan de estar en sincronía, y cuando regresan al punto de inicio ya no se anulan. De este modo, el aparato recibe el mensaje de que se ha encontrado una onda gravitacional.



Observatorio LIGO de ondas gravitacionales

Bibliografía

- **Agar J.** 2002. *What happened in the sixties?* British Society for the History of Science 41(4): 567–600, December 2008.
- **Balog B.** 1991. *Chain Reaction: expert debate and public participation in American Commercial Nuclear Power.* London: Cambridge University Press.
- **Bauwer M W; Allum N; Miller S.** 2007. “What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda”. *Public Understanding of Science.* Vol. 16. No. 1 (2007).
- **Bell AR, Davis SR y Mellor F.** 2008. *Science and its publics.* Cambridge University Press: Cambridge.
- **Beyer Ruiz ME.** 2012. *Una aproximación práctica a los modelos de comunicación de la ciencia en contextos museográficos: colecciones exposiciones y museos.* Tesis de maestría UNAM, 2012.
- **Bourdieu P.** 1986. “The forms of capital” en Richardson J (ed.) *Handbook of Theory and Research of Sociology of Education.* Greenwood: New York. 241-258.
- _____. 2001. *Science of Science and Reflexivity.* University of Chicago Press: Chicago.
- **Bowater L; Yeoman K.** 2013. *Science Communication: A practical guide for scientists.* Oxford: Wiley Blackwell.
- **Bird K.** 2005. *American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer.* New York: Vintage.

- **Broman T.** 1998. "The Habermasian Public Sphere and Science in the Enlightenment" en *Science History*. Vol. 36, II.
- **Budich K, Helms TM, Schultz C.** 2012. "How do patients with rare diseases experience the medical encounter? Exploring role behavior and its impact on patient physician interaction. *Health Policy. Issues* 2-3, 154-164. Elsevier.
- **Calvo Hernando M.** "Periodismo científico" en la revista *Comunicación y medios*:
<https://comunicacionymedios.uchile.cl/index.php/RCM/article/view/14925/1534>
- **Cadbury D.** *Space Race: The battle to rule the heavens*. Harper Press: New York, 2006.
- **Cortassa C.** 2010. "Asimetrías e interacciones. Un marco epistemológico y conceptual para la investigación de la comunicación pública de la ciencia". *Revista ArtefaCToS*. Vol. 3, No. 1.
- **Cruz Zaragoza E.** "Rentabilidad de un Irradiador Semi-industrial Tipo Gamma Beam 651 Pt". *Revista Seminario de Irradiación de Alimentos*, número 97.
- **Davies SR.** 2008. "A Bit More Cautious a Bit More Critical: Science and the Public in Scientists Talk" en: Bell AR, Bell, Davis SR and Mellor F. 2008.
- **Echeverría J.** 1995. *Filosofía de la ciencia*. Akal: Madrid.
- _____. 2002. *Ciencia y valores*. Destino: Madrid.
- _____. 1998. "Ciencia y valores: propuestas para una axonomía de la ciencia" en *Filosofía actual de la ciencia*. Suplemento 3 de Contrastes. *Revista interdisciplinaria de filosofía*. Madrid: Editorial Pascual.

- _____. 2009. *La revolución tecnocientífica*. Fondo de Cultura Económica: Madrid, 2009.
- **Estrada L.** 2010. “Acerca de la divulgación de la ciencia”, en Prenci, 1985.
- ____ (editor). 2010. *Ciencia y cultura: reflexiones sobre dos temas inagotables*. DGDC: México.
- ____ (coordinador). 2003. *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...?*. DGDC: México.
- **Ferrándiz F.** 2011. *Etnografías contemporáneas*. México: Anthropos.
- **Fierro Ferráez AE.** 2010. *Manejo de conflictos y mediación*”. Oxford University Press: Oxford.
- **Flores J y Moreno M.** “La física en la UNAM” en la *Revista de la Universidad de México* en:
http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/ojs_rum/index.php/rum/article/view/2243/3246
- **Foucault M.** 2010. *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*. México: Siglo XXI.
- **Frías Villegas G.** 2012. *Mexicanos acelerando la física del Universo*. El Universo: Nueva Época. Vol. 1. Núm. 1. Junio, 2012.
- _____. y **Venagas D.** 2009 “Ensalda con rayos gamma”. Revista *¿Cómo ves?*, septiembre de 2009, Año 11, número 130, p. 30.
- _____. “**La geometría pascaliana: heredera de las ideas de los pintores del Renacimiento**” en Vizcaya, Eduardo (eds); Pacheco, Lucero y Miramontes, Eduardo. *Ciencia y Sociedad: Pinceladas*. Coplt-arXives. Publishing Open Access with an Open Mind 2013 en:
<http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/SC0004ES/SC0004ES.pdf>

- **Galison P.** 2010. "Trading with the enemy" en Gorman M (ed.). *Trading zones and interactional expertise: Creating new kinds of collaboration*. The MIT Press: Cambridge.
- **García R.** 2011. *Interdisciplinareidad y sistemas complejos*. Revista Latinoamericana de Metodología en las Ciencias Sociales. Vol.1, no.1.
- **Geertz C.** 2000. *The interpretation of cultures*. Basic Books: United States, 2000.
- _____. 2000. *Local knowledge*. Basic Books: United States.
- **Gribbin J.** 2003. *The Scientists: A History of Science Told Through the Lives of the Greatest Inventors*. Random House: New York.
- **Habermas J.** 2010. *Teoría de la Acción Comunicativa I y II*. Trotta: España.
- _____. *On Systematically Distorted Communication*, en: Kevisto, Peter (ed.) *Social Theory: Roots and Branches*. Roxbury: Los Angeles.
- **Hamerslay M y Atkinson P.** 1994. *Etnografía: Métodos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- **Harris S J.** 1998. "Long-Distance Corporations, Big Sciences, and the Geography of Knowledge". *Configurations*. Volume 6, Number 2. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- **Holliman R** (Editor). 2009. *Investigating science communication in the information age*. Oxford: Oxford University Press.
- **Ísita Tornell R.** "La astronomía y la opinión pública". Protocolo original presentado para el concurso abierto para aspirar a la plaza de Técnico

Académico Titular “B” de Tiempo Completo, convocado por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, en la *Gaceta* del 16 de marzo de 2010.

- **Latour B.** 1986. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. Boston: Princeton University Press.
- **Lightman B.** 2007. *Victorian Popularizers of Science*. Chicago: University of Chicago Press
- **Marcus GE y Fischer MJ.** 1986. *Anthropology as Cultural Critique: an experimental Moment in the Human Sciences*. Chicago: Chicago University Press.
- **McQuail D.** 1993. *Introducción a la teoría de la comunicación de masas*. Paidós: México.
- **Khalor LA.** 2010. *Communicating Science*. New York. Routledge: New York, 2010.
- **Koyré, Alexander.** 2005. *Del mundo cerrado al universe infinito*. México: Siglo XXI Editores.
- **Lewenstein B.** 2003. “Models of public communication of science and technology” en *Public Understanding of Science*: New York.
- _____.1993.“NASA and the public understanding of space science”. *Journal of The British Interplanetary Society*, Vol. 46, pp. 251-254, 1993.
- **Loaiza Escutia C.** 2012. European scientists public communication attitudes: A cross national quantitative and qualitative empirical study of scientists’ views and experiences and the institutional, local and national influences

determining their public engagement activities. Tesis de Doctorado. Universidad del País Vasco.

- **López G y Cuiffolli C.** 2012. *Facebook es el mensaje*. La Crugía Ediciones: Buenos Aires.
- **Massarani L (ed.)**. 2010. *Jornalismo e ciencia: una perspectiva ibero-americana*. Río de Janeiro: Museo de la vida.
- **Maton K.** 2010. "Habitus" en Grenfell M (ed.) *Pierre Bourdieu Key Concepts*. Matter and selection: London.
- **Menchaca A y Herrera G.** 2011. *Entre quarks y gluones: México en el CERN*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- **Merton RK.** 1968. "The Matthew Effect in Science" en la Revista *Science* 159 (1958): 56-63.
- **Murguía Lores, A.** 2009. *El análisis sociológico de la cultura: teoría, significado y realidad*. México: UNAM.
- _____. 2011. "La confianza en la ciencia. Reflexiones desde la teoría de la sociedad" en *Estudios filosóficos*. Vol. 60, Número 173.
- **Navarro R et al.** 2010. "Reanalysis of the Viking results suggests perchlorate and organics at midlatitudes on Mars". Revista *Journal of Geophysical Research: Planets*. Vol. 115, Issue E 12, December 2010.
- **Namihira Guerrero R.** 2006. *Las oficinas de prensa como herramientas para la comunicación de la ciencia en las instituciones de educación superior en México: el caso de la Oficina de Prensa y Difusión del Instituto de Investigaciones Biomédicas*. Tesis para obtener el título de Maestra en Filosofía de la Ciencia de la UNAM.

- **Nelkin D.** 1990. *La ciencia en el escaparate*. Madrid: Funesco.
- **Olivé L.** 2011. **La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. México: FCE, 2002.**
- _____. 1999. Multiculturalismo y pluralismo. México: Paidós.
- _____. 2006. El bien, el mal y la razón. México: Paidós.
- ____; Pérez Tamayo L. 2012. *Temas de ética y epistemología de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- **Reyes-Galindo LI.** 2011. *The Sociology of Theoretical Physics*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Sociología por la Universidad de Cardiff: Inglaterra.
- **Ricoeur P.** 1976. *Interpretation theory: Discourse and the Surplus of Meaning*. Texas: Texas Christian University Press.
- **Roberts JM.** 2000. *The penguin history of the twentieth century*. London: Penguin.
- **Rosen Ferlini AC.** 2010. *Popularization and journalism: the same thing?* Tesis de maestría presentada en en Imperial College de Londres.
- **Rueda Rodríguez A.** 2007. *La síntesis como herramienta en el periodismo de ciencia. Un análisis comparativo con su uso en la literatura infantil*. Tesis para obtener el título de licenciada en ciencias de la comunicación, con especialidad en periodismo. UNAM.
- **Russell N.** 2010. *Communicating Science*. Cambridge University Press: Cambridge.

- **Salck J.** 1979. "Introducción" en Latour B. 1979. *Laboratory Life*. Boston: Princeton University Press.
- **Sánchez Mora AM.** 1985. *La divulgación de la ciencia como literatura*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia: México.
- _____. 2010. *Comunicación escrita de la ciencia*. México: Universidad Veracruzana.
- **Schaffer S.** 1998. "Physics laboratories and the Victorian Country House" en Smith C y Agar J (eds.) *Making space for science*. London: Macmillan.
- **Secko D, Amend E y Friday T.** 2013. "Four Models of Science Journalism". *Journalism Practice*. Vol. 7, No 1.
- **Solares B.** 1997. *El síndrome Habermas*. México: Porrúa.
- **Spary E.** 1999. "Ciencia y moda en la ciudad europea" en **Lafuente A y Moscoso J** (eds). *Madrid ciencia y corte*. Consejería de educación y cultura, CSIC. Madrid: Universidad de Alcalá.
- **Star SL and Griesemer JR.** 1989. "Institutional ecology, translations and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39". *Social studies of science*, 19(3): 387-420.
- **Sturgis P y Allum N.** 2004. "Science and society: Re-evaluating the Déficit Model of Public Attitudes". *Public Understanding of Science*. January 2004, vol. 13. No. 1.
- **Sztompka P.** 1999. *Trust: A Sociological Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

- **Traweek S.** 1992. *Beamtimes and Lifetimes: The World of the High Energy Physicists*.
- **Trench B.** 2008. "Towards an Analytical Framework of Science Communication Models" en Cheng, D. and Claessens, M. and Gascoigne, T. and Metcalfe, J. and Schiele, B. and Shi, S., (eds.) *Communicating science in social contexts: new models, new practices*. Springer: Netherlands.
- **Tonda J, Sánchez AM y Chávez N (coordinadores).** 2002. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia.
- **Thompson John B.** 1990. *Ideology and modern culture*. Standford: Standford University Press.
- **Tubella Casadeval I y Alverich Pascual J.** 2012. *Comprender los media*. Editorial UOC: Barcelona.
- **Villoro L.** 1982. *Creer, saber, conocer*. Siglo XXI editores: México.
- **Velasco H.** 1982. *Tiempo de fiesta: ensayos antropológicos sobre las fiestas de España*. Madrid: Altar.
- **Veltman KH.** 2004. *Edutainment, Technotainment and Culture*. Civitá Annual Report. Florence: Giunti.
- **Villoro L.** 1989. *Creer, Saber, Conocer*. Siglo XXI: México.
- **Wolfe-Simon et al.** "A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic Instead of Phosphorus". *Science*. Vol. 322. Número 6034.

- **White, SK.** 1995. "The Cambridge Companion to Habermas". Cambridge University Press: Cambridge, U.K.

Páginas de Internet:

- El discurso del Presidente Harry Truman sobre el bombardeo de Hiroshima y Nagasaki:
<http://www.pbs.org/wqbh/americanexperience/features/primary-resources/truman-hiroshima/>
- Página principal de la NASA: <http://www.nasa.gov/>
- Página de la historia de la NASA: <http://history.nasa.gov/>
- Página del Centro Ames de la NASA:
<http://www.nasa.gov/centers/ames/home/index.html>
- Página del Instituto de Ciencia Lunar de la NASA:
<http://lunarscience.nasa.gov/>
- Página del Instituto de Astronomía de la UNAM:
http://www.astrocu.unam.mx/IA/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=21&lang=es
- Página de la Noche de las Estrellas:
<http://www.nochedelasestrellas.org.mx/estrellas/index.php/la-noche-de-las-estrellas>
- Página del Instituto de Física de la UNAM: <http://www.fisica.unam.mx/>
- Página del Perimeter Institute:
<http://www.perimeterinstitute.ca/node/22225/>
- Página del Institute for Quantum Computing:
<https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/>
- Blog "The quantum factory": <https://quantumfactory.wordpress.com/>

Las entrevistas que se realizaron como parte de esta investigación doctoral se pueden consultar en la página: <http://www.tesisdoctoralgabrielafrías.com/> o a través del código QR siguiente.

