



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Filosofía
Doctorado en Estudios Interdisciplinarios en Pensamiento, Cultura y Sociedad

Redefinición de la comunicación en red de la ciencia y la tecnología en México

Opción de titulación:
Tesis

Presenta:
Mtro. Daniel Martínez Sahagún

Dirigido por:
Dra. Cecilia del Socorro Landa Fonseca

Codirigido por:
Dr. Alejandro Escudero Nahón

Dra. Cecilia del Socorro Landa Fonseca
Presidenta


Firma

Alexandro Escudero Nahón
Secretario


Firma

Dr. Eduardo Manuel González de Luna
Vocal

Rúbrica
Firma

Dra. Ma. Margarita Espinosa Blas
Suplente


Firma

Dra. Vanesa del Carmen Muriel Amezcua
Suplente


Firma



Dra. Ma. Margarita Espinosa Blas
Directora de la Facultad de Filosofía



Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Mayo, 2019



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Filosofía

Doctorado en Estudios Interdisciplinarios sobre Pensamiento, Cultura y Sociedad

Redefinición de la comunicación en red de la ciencia y la tecnología en México

Opción de titulación:

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctor en Estudios Interdisciplinarios sobre Pensamiento, Cultura y Sociedad

presenta:

Mtro. Daniel Martínez Sahagún

Dirigido por:

Dra. Cecilia del Socorro Landa Fonseca

Codirigido por:

Dr. Alexandro Escudero Nahón

Resumen

Los modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología no han cumplido sus objetivos, entre otras razones, porque heredaron las acepciones antropocéntricas y dicotómicas de las teorías comunicativas modernas. En la presente investigación se hace un análisis conceptual y una revisión crítica de estas teorías y se explora su evolución, a fin de mostrar que sus explicaciones no se adaptan a los escenarios actuales. Ante estos, la teoría del actor-red redefine algunos conceptos que permiten democratizar el conocimiento mediante un nuevo modelo comunicativo que interconecta a la ciencia con la tecnología y con una variedad de actores a través de redes que lo mantienen circulando.

Palabras clave: (cuarta revolución industrial, teoría del actor-red, comunicación en red, modelos de comunicación de masas, tecnociencia).

Summary

Public communication models of science and technology have not fulfilled their objectives, among other reasons, because they inherited the anthropocentric and dichotomous meanings of modern theories of communication. In this work, a conceptual analysis and a review of these theories are made, and their evolution is explored, in order to show that their explanations do not adapt to the current scenarios. Given these, the actor-network theory redefines some concepts that allow the democratization of knowledge through a new model of communication that interconnects science with technology and with a variety of actors through networks that keep it circulating.

Key words: (fourth industrial revolution, actor-network theory, mass media, dissemination, network communication, technoscience).

Agradecimientos

A mis directores, Cecilia y Alexandro, por haberme guiado con fortaleza y paciencia por el intrincado camino de la investigación.

A mis sinodales, Eduardo, Margarita y Vanesa, porque pude aprender de cada uno de ellos desde diferentes perspectivas disciplinares.

A Liliana: motivación para ver siempre hacia el cielo.

A familia, colegas y amigos agradezco por ser parte de la red que me sostiene.

Agradezco también los financiamientos y apoyos recibidos por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, los cuales hicieron posible la presente tesis y los productos divulgativos generados a partir de ella, mismos que se transmiten en la televisora de la Universidad Autónoma de Querétaro, TVUAQ.

Contenido

Introducción	1
I.Perspectivas epistemológicas de la ciencia y la tecnología	25
1.1.Positivismo.....	25
1.2 Neopositivismo	29
1.2.1 La concepción heredada de la ciencia y de la tecnología	32
1.2.2 El cientificismo	33
1.3 Críticas al neopositivismo.....	35
1.3.1 La estructura de las revoluciones científicas	37
1.3.2 Cambios en los paradigmas científicos.....	40
1.4 La escuela de Edimburgo, los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, y la Teoría del Actor-Red.....	42
1.5 Teorías de la comunicación de masas y modelos enfocados en la interpretación	46
1.5.1 Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad.....	46
1.5.2 La Teoría del Actor-Red	47
II Teorías de la comunicación y modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología (CPCT).....	51
2.1 Teorías lineales de la comunicación y modelo del déficit	51
2.2 Teoría del flujo de la comunicación en dos pasos y modelo contextual.....	57
2.3 Teoría de usos y gratificaciones y modelos participativos	59
2.4 Hacia teorías comunicativas y modelos pluralistas.....	62
2.5 Teoría del Actor-Red y modelos amodernos de comunicación	65
2.5.1 Principios epistemológicos de la Teoría del Actor-Red.	68
2.6 Aportes de la Teoría del Actor-Red a las nociones de comunicación pública de la ciencia y la tecnología.....	71
III La política de comunicación pública de la ciencia y la tecnología	82
3.1 Origen de las políticas de comunicación	82

3.2	La política científica y tecnológica de México: La fundación del Conacyt.....	94
3.3	Políticas de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (1970-1982)	98
3.4	El giro neoliberal y la globalización de las comunicaciones (1982-2016)	116
3.4.1	Modernización tecnológica sin ciencia (1988-2000).....	122
3.4.2	Impulso a la educación y la cultura científica y tecnológica (1994-2000).	127
3.4.3	Transición partidista y continuidad neoliberal: un cambio de papel (2000-2006).	129
3.4.4	La continuidad de una política errática (2006-2012).....	136
3.4.5	Los altibajos en la política comunicativa (2012-2018).....	140
3.5	Viraje de la política comunicativa	146
3.6	Patrones de la política de Comunicación Pública de Ciencia y Tecnología en México	149
IV	Aplicación de los principios de la Teoría del Actor-Red a la comunicación pública de la ciencia y la tecnología a través de la televisión universitaria	154
4.1	Propuesta comunicativa	154
4.1.1	Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias.....	155
4.1.2	Redefinición de comunicación de la ciencia y la tecnología	159
4.1.3	Redefinición de los públicos.....	162
4.2	Fases del Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias	166
4.3	Aplicación de modelos del déficit cognitivo y de Comunicación en Red de las Tecnociencias.....	171
4.3.1	Bocados de Ciencia: producción desde el modelo del déficit cognitivo	173
4.3.2	Creación del programa televisivo <i>A ciencia [in]cierta</i>	175
4.4	Las redes del programa <i>A ciencia [in]cierta</i>	184
	Reflexiones finales.....	188
	Referencias.....	202

Anexos:	213
Anexo I:	213
Anexo II. Declaración de Morelia, octubre del 2011.....	217
Anexo III. Estructura del Conacyt en el 2019.....	219

Índice de tablas

Tabla 1. Distorsiones en la comunicación de la ciencia a través de la divulgación	18
Tabla 2. Convergencias y divergencias en las teorías de la comunicación de masas y en los modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología	79
Tabla 3. Relación de las posturas epistemológicas, las teorías de la comunicación de masas y los modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología	92
Tabla 4. Desarrollo de la política científica y tecnológica (1970-2019).....	109
Tabla 5. Estado de las estrategias de la comunicación pública de ciencia y tecnología en México, en 2000.....	131
Tabla 6. Planteamientos para un modelo de comunicación basado en la teoría del actor-red..	158
Tabla 7. Ventajas y desventajas del modelo del déficit frente al modelo de comunicación en red de la tecnociencia.....	181
Tabla 8. Concentrado de presupuesto para producir A ciencia [in]cierta.....	185
Tabla 9. Recursos para producir y transmitir A ciencia [in]cierta.....	186
Tabla 10. Insumos requeridos por la producción.....	187

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de la circulación de la ciencia de acuerdo con la TA-R.....	78
Ilustración 2. Galilei en grabado de Landini (1632).....	82
Ilustración 3. Portadas de las primeras revistas científicas (1665).	83
Ilustración 4. Ejemplo divulgativo publicado en la Nueva España (1792).....	85
Ilustración 5. William Whewell. Teólogo, filósofo y primer científico británico	86
Ilustración 6. Portada de uno de los ejemplares de Memorias y revista de la <i>Sociedad Científica</i> 'Antonio Alzate'	89
Ilustración 7. Anuncio de la revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (1978).....	103
Ilustración 8. Revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (1978).....	104
Ilustración 9. Revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (1987)..	105
Ilustración 10. Revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (2000)	140
Ilustración 11. Ejemplo del contenido de la Agencia Informativa Conacyt	143
Ilustración 12. Revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (2018).....	152
Ilustración 13. Ejemplo de cápsulas <i>Bocados de ciencia</i>	175
Ilustración 14. Logotipo animado que explica, a manera de fórmula matemática integrada, el nombre del programa de CPCT <i>A ciencia [in]cierta</i>	175

Introducción

“El siglo XXI está más próximo al siglo XVI que al siglo XX”.

Bruno Latour. *Nunca fuimos modernos*.

La presente tesis estudia las concepciones presentes en las políticas de comunicación pública de la ciencia y la tecnología (CPCT) desarrolladas por el Estado mexicano entre 1970 y 2019 con la intención de democratizar la ciencia y la tecnología a través de diversos modelos comunicativos.

En México, los modelos¹ de CPCT han estado condicionados por ciertas definiciones de ‘ciencia’, ‘tecnología’, ‘comunicación’ y ‘públicos’, así como por el objetivo persistente de reducir el déficit cognitivo supuestamente presente en el vulgo,² de acuerdo con las propuestas tradicionales que han concebido los procesos comunicativos como lineales y unidireccionales.

Frente a esta visión tradicional, se investiga la viabilidad de una propuesta basada en varios principios de la teoría del actor-red (TA-R), con los que es posible generar una

¹ Los modelos son descripciones que relacionan a los actores que participan en un proceso para intentar explicarlo y predecir sus efectos. En el caso del proceso comunicativo, casi todos incluyen elementos como ‘emisor’, ‘receptor’, ‘canal’ o ‘mensaje’, aunque cada uno concede diferente rol e importancia a cada elemento, dependiendo de qué tradiciones teóricas y epistemológicas heredó.

² Existe la propuesta de disminuir el uso del término ‘divulgación’, ya que califica a los públicos como ‘vulgo’ –en el sentido de vulgar–, con la consiguiente reducción de la complejidad de los contenidos que se comunican, pues su ‘vulgarización’ implica simplificarlos.

alternativa que minimice los obstáculos que impiden democratizar la ciencia y la tecnología (Cuevas, 2008) al adaptar su comunicación conforme a los escenarios emergentes en la cuarta revolución industrial³.

Entre las razones para estudiar e implementar diversos modelos de CPCT, se reconoce que los avances tecnocientíficos representan el tipo de conocimiento que “más críticamente influye sobre la manera en que nuestra cultura funciona” (Durant, 1990, en Vara, 2007, p. 1), puesto que en la actualidad casi todo incluye un elemento científico o tecnológico que requiere de una postura crítica por parte de los ciudadanos para tomar mejores decisiones.

Estos conocimientos impactan en el desarrollo de los países y en la calidad de la democracia, pues ésta “depende de una adecuada comprensión por parte del público – entendido aquí como ciudadanos– de los problemas a resolver, entre ellos los relativos a cuestiones científicas y tecnológicas” (Durant, 1990, en Vara, 2007, p. 42).

Por ello, es preciso generar modelos comunicativos adaptados localmente, pues en México se ha detectado la necesidad de “generar investigación autónoma para el fomento de una

³ Las tres revoluciones industriales previas comprenden la que inició hacia 1784, gracias a la introducción de equipos de producción mecánicos, impulsados por agua y vapor, para mecanizar la agricultura, la manufactura y el transporte (Daemmrich, 2017). La segunda revolución estuvo basada en un aumento masivo de la producción, gracias a la división de tareas en cadenas de montaje y al uso de energía eléctrica (Hintz, 2011) a comienzos del siglo XIX. La tercera ocurre a mediados del siglo XX y comprende el uso de electrónica e informática para promover la producción automatizada, gracias a las computadoras personales y plataformas digitales (Hermann, Pentek y Otto, 2016). La cuarta no corresponde a una tecnología disruptiva particular, sino a la convergencia de las tecnologías y el conocimiento existentes y su interconexión en redes cibernéticas, como sucede con la Internet, impresión en tres dimensiones (3D), inteligencia artificial o el *machine learning* (aprendizaje de las máquinas). A raíz de esta revolución, hay actores comunicativos que no son solamente humanos, sino también no-humanos (Escudero, 2018); como, por ejemplo, los *chatbots*: asistentes creativos y animadores virtuales que funcionan por medio de un software con capacidad de emitir y recibir mensajes.

divulgación original, que no resulte ser el eco de campañas ajenas a la realidad de la ciencia en el país” (Mendoza, 2018).

Asimismo, se requiere desarrollar habilidades entre los comunicadores, a fin de discernir los beneficios y riesgos de los adelantos y fracasos científicos y tecnológicos por medio de debates tecnocientíficos (Negrete-Yankelevich, 2008, p. 104) que fusionen ambas concepciones y pongan a dialogar a una pluralidad de saberes, tal como lo propuso la investigadora Susana Herrera-Lima:

La comunicación pública de la ciencia es un constructo dialógico por excelencia, no sólo porque obliga a dialogar saberes y hallazgos muy diversos, sino también porque está en su interés originario hacer comunicable la generación y aplicación del conocimiento científico para cualquier individuo. Es dialógico porque trabaja con la interacción entre unos y otros. Aquí me refiero tanto a personas como a disciplinas tan diferentes como la propia división del conocimiento científico. (Herrera-Lima *et al.*, 2016, p. 14)

Este diálogo, en primer lugar, requiere analizar las concepciones filosóficas que han guiado las acciones de la CPCT en el pasado y hasta ahora y, con base en este diagnóstico, crear modelos que permitan hacer más comprensibles y democráticos los complejos procesos comunicativos:

[...] es notoria la necesidad de proponer teorizaciones que delimiten y definan, con precisión conceptual, histórica y práctica, a la comunicación pública de la ciencia. La estrategia cognitiva que sobresale es la modelización de un proceso comunicativo que se

esfuerzo por ser lo más significativo y horizontal posible, dado que las condiciones de enunciación entre las personas que interactúan (científicos y público) propician más las diferencias entre el que conoce y aprovecha los saberes científicos y quien intenta comprender para aprovecharlos. Se trata de una estrategia que las autoras y los autores enriquecen, en lo particular, con aportes interdisciplinarios según el sentido que se le dé al modelo; sea para elaborar una explicación general del proceso de comunicar la ciencia, sea para proponer mejoras en situaciones de falta o sesgos de información. (Herrera-Lima *et al.*, 2016, p. 2)

Para realizar este diagnóstico, se requiere revisar la evolución de las políticas, teorías y modelos comunicativos en México y construir un objeto que pueda estudiarse mediante el entrecruzamiento de varias disciplinas, de manera que sea posible redefinir algunas nociones que se han vuelto hegemónicas en la CPCT.

Una de estas nociones es la de ‘ciencia’, definida desde el positivismo como un cuerpo de conocimientos validados por el método científico o experimental (García, 2006, p. 113; Merton, 1942). El problema con esta definición es que sostiene una explicación lineal en la que la ciencia funciona como un algoritmo guiado por un método: el experimental (Avellaneda y Pérez, 2009), por el cual los especialistas descubren leyes que explican una realidad preexistente (Woolgar, 1991).

Así, los conocimientos científicos, codificados en proposiciones lógicas, serían usados para lograr el progreso y bienestar de las naciones e individuos mediante su aplicación en

forma de tecnología, siendo considerados –usualmente por científicos, tecnólogos y medios de comunicación– como benéficos y modernizadores.

Esta caracterización supeditó la tecnología a la ciencia, al considerar a la primera como conocimiento aplicado, mientras que se privilegió una visión intelectualista de la segunda (Avellaneda y Pérez, 2009), como conocimiento acumulativo que una minoría domina; sin considerar que, desde sus inicios, ambas han sido enriquecidas por los legos (no especialistas).

Sin embargo, tras la especialización de ciertos campos, iniciada en el siglo XIX con los procesos disciplinarios generados por la educación escolarizada, se privilegió la visión de una CPCT que definió a los legos como incapaces e ignorantes, por lo que fueron marginados de la producción y comunicación del conocimiento.

Actualmente, ante la persistencia de esta brecha, se requiere de una alternativa comunicativa que interconecte a los legos y a diferentes saberes y conocimientos para sortear algunos obstáculos que enfrenta su democratización pues estos obstáculos son desfases provenientes de la concepción heredada de ciencia y tecnología⁴ (Martínez, 2000) consistentes en una caracterización dicotómica, antropocentrista y esencialista de la CPCT,

⁴ La concepción heredada de ciencia y tecnología, resumida en el término ‘concepción heredada’, está alimentada por las posturas positivistas y neopositivistas que han caracterizado a estos dos conceptos; mientras que la visión dominante de la divulgación corresponde a la adopción de estas definiciones heredadas en los esfuerzos comunicativos, vía el modelo del déficit cognitivo (MDC), con el cual se intenta paliar la supuesta ignorancia de los públicos a través de contenidos simplificados.

que dificulta la inclusión de nuevos actores en los procesos comunicativos y su asociación en redes.

La aparición de estas características comenzó con las primeras teorías de la comunicación, especialmente, debido a que su influencia en los modelos comunicativos puede rastrearse debido a que éstos últimos:

1. Heredaron la división en dicotomías y el antropocentrismo proveniente del discurso ilustrado, el cual concede solamente a lo humano la capacidad de comunicación y concibe a actores comunicativos como entes puros, sin posibilidad de hibridación.
2. Adoptaron de las teorías comunicativas modernas la estrategia de reducir la complejidad de la ciencia y la tecnología, a fin de combatir el supuesto déficit cognitivo de un público ignorante.
3. Concibieron a estos públicos como una masa pasiva, por lo que no fue considerada su capacidad como productores y comunicadores de ciencia y tecnología.

Estas características cristalizaron en la visión dominante de la divulgación, la cual privilegió modelos comunicativos con concepciones reduccionistas y que han desfasado sus explicaciones ante los escenarios actuales altamente tecnologizados.

Uno de estos desfases: el antropocentrismo, se arraigó profundamente en la CPCT cuando el ser humano descentró su vida de la adoración a un Dios (teocentrismo) y se erigió como el nuevo centro, medida y explicación de todos los fenómenos, lo que dio como resultado la

creación de teorías y modelos que negaron capacidad de agencia (actuación) a todo lo que no fuera considerado humano.

Al privilegiar los intereses humanos, el antropocentrismo acrecentó, paradójicamente, los riesgos para la supervivencia de la especie, pues la contaminación ambiental, aunada a la aparición de armas con capacidad para destruir al planeta, han colocado a la humanidad en una crisis civilizatoria en la que la posibilidad de un colapso total ha aumentado (Villa Soto y Blazquez, 2013, p. 7).

Asimismo, la tradición de dividir en dicotomías las esferas de la realidad, generó dificultades para comprender las maneras en las que se interdefinen e hibridan, por ejemplo, al oponer la concepción utilitaria de la tecnología –como conocimiento aplicado– a la de ciencia –como pensamiento puro– (Escudero, 2018), la función de emisor, separada del receptor o la de conocimientos científicos frente a los no científicos.

Bajo esta visión fragmentada, la epistemología positivista separó al conocimiento científico del común y generó una rígida jerarquización entre productores e instrumentos, de modo que en esta dicotomía se desvaloró a los actores no humanos⁵ (Escudero, 2018); mientras que, entre los agentes humanos, también se menospreció a los legos frente a los expertos.

⁵ Se refiere a los elementos que, de manera independiente de los humanos, pueden comunicar. Por ejemplo, el software que procesa lenguaje natural, o los asistentes informáticos, como el robot animado Zhang Zhao, primer presentador virtual de noticias de la agencia china *Xinhua*.

Así, los especialistas se reconocieron como la única autoridad capaz de producir y validar la ciencia y la tecnología, de manera que privilegiaron procesos unidireccionales de comunicación (Domínguez, 2006), caracterizados por una verticalidad persistente en gran parte de los esfuerzos comunicativos realizados en la mayor parte de Latinoamérica, donde se ha enraizado la visión dominante de la divulgación (Alcívar, 2009).

Desde esta visión dominante y su modelo canónico –el modelo del déficit cognitivo (MDC)–, los esfuerzos para la CPCT implementados en México no han resultado efectivos para integrar a la ciencia y la tecnología en la cultura mayoritaria mediante una estrategia de comunicación incluyente, plural y democrática (Franco, 2015, Inegi-Conacyt, 2017), pues ésta sigue estando reducida a los circuitos académicos y especializados, mientras que se presenta un escaso cumplimiento de los objetivos señalados en las políticas públicas anunciadas por cada administración federal desde 1970.

Uno de estos objetivos, el de democratizar⁶ la ciencia y la tecnología –fue adoptado hace 49 años en México, cuando se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) –, aunque ha sido incumplido, pues de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012), el país “no cuenta con una masa crítica de investigadores en ciencia y tecnología (...) ni con presupuesto suficiente para generar redes de innovación científica y tecnológica” (Puchet y Stezano, 2013, p. 49), debido a que

⁶ Democratizar implica abrir la construcción y comunicación del conocimiento para todos los actores que adquieren el derecho a comunicar y ser escuchados de forma similar al planteamiento de este concepto de democracia en términos políticos.

históricamente, en México se ha favorecido una comunicación de ciencia anclada en concepciones positivistas y neopositivistas.

Por ello, se requiere realizar un cambio en las nociones relacionadas con la CPCT, pues las teorías y los modelos comunicativos implementados en México a través de las políticas estatales y, especialmente por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), no han cumplido la promesa de democratización de la ciencia y la tecnología.

Incluso, aunque en sus primeros años de existencia, el Conacyt promovió un desarrollo científico y tecnológico autónomo e implementó algunas políticas científicas y tecnológicas con miras a fortalecer la soberanía nacional (1970-1982), cuando el país se insertó en el proceso de globalización dirigido desde la ideología neoliberal (1982-2018), se adoptó una visión de desarrollo utilitaria y productivista.

Desde entonces, persiste una baja cultura científica y tecnológica en las diversas capas de la población mexicana y una tajante división entre productores y receptores de CPCT (Franco, 2015), a pesar de que las nuevas tecnologías ofrezcan numerosas oportunidades –y también riesgos– para acortar esta brecha.

Para generar puentes entre estos polos separados por las etiquetas de conocimiento tecnocientífico y saber común (González, 2011), en la presente investigación se distinguen categorías híbridas basadas en la teoría del actor-red (TA-R) que ayudan a desarrollar formas alternativas de comunicación.

Por ello, se revisan las investigaciones académicas que han hecho aportes para solucionar esta problemática, con la progresiva delimitación del tema, circunscrita a autores que han analizado las concepciones de ‘ciencia’ y ‘tecnología’ presentes en los modelos comunicativos implementados en México, y su enfoque en los patrones ubicados en las políticas públicas que presentan una concepción dicotómica, antropocentrista y esencialista de los procesos de CPCT.

Por tratarse de una problemática multidimensional, es preciso reconocer que las obras identificadas atraviesan diversos campos y fronteras disciplinares, aunque sus explicaciones presentan la dificultad de requerir puentes interdisciplinarios para relacionar sus dimensiones epistemológicas, teóricas, comunicativas y políticas en una narración articulada.

Ello ha requerido agrupar los trabajos que privilegian los cruces multi, pluri e interdisciplinarios, pues algunos se han enfocado en analizar la evolución de las perspectivas epistemológicas sobre ciencia y tecnología; otros abordan las características de los MCPCT o dan seguimiento a su evolución histórica a partir de la emergencia de teorías de la comunicación en el siglo XX.

En otro rubro se ubican las obras relativas a diagnósticos y recuentos sobre la evolución de las políticas comunicativas en México, a partir de la fundación del Conacyt y de la utilización de ciertos modelos comunicativos para intentar cumplir con los objetivos

señalados en sus documentos programáticos⁷, en los cuales se reflejan los cambios, continuidades y metas de la política de CPCT impulsada por el Estado mexicano⁸.

Un análisis profundo merece la obra de Tomás Samuel Kuhn: *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), porque ofreció argumentos para rechazar la concepción heredada y atacó el reduccionismo y la visión acumulativa de la ciencia, además de que incluyó a la historia como elemento fundamental para explicarla:

⁷ Existen compendios realizados por el Conacyt que incluyen los Programas Indicativos de Ciencia y Tecnología, generados a partir de 1970; los Programas Especiales de Ciencia y Tecnología, creados por cada administración federal, y los programas que, en ocasiones, la administración federal encargó al Conacyt y, posteriormente, al Foro Consultivo Científico y Tecnológico; aunque en esta introducción solamente se reseñan algunos de ellos, dado que los otros se trabajan a lo largo de la tesis, particularmente en el tercer capítulo, enfocado en las políticas de comunicación de la ciencia y la tecnología en México.

⁸ En este grupo se ubican numerosos trabajos sobre divulgación y comunicación pública de la ciencia –muy útiles para el sustento teórico de esta investigación, además de la revisión de reseñas de congresos que muestran nuevos senderos por donde es posible evaluar las acciones divulgativas. Por nombrar las más relevantes sobre la divulgación de la ciencia, se revisó la obra colectiva (Barba, 2013) *La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: visiones, retos y oportunidades*, un estudio que ofrece un panorama respecto a las ventajas y desventajas de divulgar el conocimiento científico a través de los medios masivos de comunicación, con especial énfasis en los medios que ‘cuelgan’ su producción en Internet, ya que la red se convierte en una multiplataforma para alcanzar públicos heterogéneos y dotar al mensaje de un (potencial) alcance global. Otra obra que destaca, por analizar las políticas de comunicación de las instituciones públicas, es la tesis de Liliana Andrea Sánchez Isla (2009): *La presencia de las Ciencias Sociales en la divulgación de la ciencia. Análisis temático de las revistas Ciencia y Desarrollo* (Conacyt), *¿Cómo ves?* (UNAM) y *Conversus* (IPN). En el afán de contar con parámetros para evaluar el trabajo de dos revistas de divulgación científica: *Ciencia y Desarrollo* y *Ciencia*, la publicación *Evaluando la comunicación de la ciencia. Una perspectiva latinoamericana* (Lozano y Sánchez Mora, 2006) permite establecer observables sobre divulgación y CPCT. Respecto a la relación entre los divulgadores y su público, María Alejandra González Dávila (2003) elaboró la tesis *La divulgación de la ciencia en su discurso frente al público*, que –desde una perspectiva sociolingüística– abarca la problemática de hacer comprensibles las esferas del lenguaje especializado y el lenguaje cotidiano para comunicar un concepto científico a públicos con diferente bagaje. Sobre las técnicas para investigar el impacto de la divulgación científica en la memoria de los lectores, *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas* (2008), de Aquiles Negrete Yankelevich, es un ejemplo de abordaje interdisciplinario. Finalmente, *Desarrollo y concepciones de ciencia. Una mirada histórica. El caso de la UNAM* (2015), de la investigadora María Eugenia Alvarado Rodríguez –integrante del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEICH) de la UNAM–, presenta diversas perspectivas epistemológicas por las que ha evolucionado la concepción del conocimiento científico.

A partir de esta fecha [1962], el camino se allana para que el análisis socio-histórico penetre en el núcleo duro de la ciencia: el propio conocimiento. Hasta ese momento, la pertinencia de la investigación filosófica incidía en la reconstrucción lógica de las teorías científicas y de los detalles del «método científico» como procedimiento general de validación de teorías cada vez «más perfectas», mientras que a las aproximaciones históricas, sociológicas y psicológicas se les asignaba un papel subordinado, casi anecdótico, y, en ningún caso, representativo de lo que la ciencia «realmente» es. (Núñez Jover, citado en Alcívar, 2004, p. 38)

En este sentido, los resultados obtenidos en esta revisión fueron contrastados de una manera interdisciplinar, gracias a las herramientas conceptuales proporcionadas por los autores relacionados con la teoría actor-red (TA-R), como Latour, Callon o Law, quienes rastrean las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, y proponen cruces de las barreras disciplinarias con la intención de aportar a la problemática de democratizar el conocimiento pensada como una totalidad (Domènech y Tirado, 1998) más allá de los aportes fragmentarios que han hecho los estudios disciplinares.

Sin embargo, en la literatura revisada no queda claro cuáles modelos comunicativos son más efectivos para democratizar la ciencia y la tecnología, ni cuáles definiciones se adecuan a los escenarios crecientemente tecnologizados. A la vez, se desconoce cómo se puede incluir a diversos públicos en asociación con elementos no humanos, a fin de construir redes que

mantengan procesos comunicativos mediante un modelo alternativo de CPCT. Por ello, en esta tesis se busca contribuir a despejar estas interrogantes.

Así, si bien se tienen identificados algunos obstáculos que han impedido la democratización de la ciencia y la tecnología tanto en Latinoamérica como en México, lo que no se sabe es cómo alcanzar los objetivos de democratización del conocimiento mediante la implementación de modelos derivados de políticas comunicativas incluyentes.

Dado que en México son escasos los estudios que abordan –desde ángulos multidisciplinares– esta problemática y sobre todo analizan su enraizamiento en concepciones, objetivos y estrategias comunicativas originadas hace siglos; en la presente tesis se propone una perspectiva de larga duración que combina métodos de investigación documental y de campo mediante perspectivas analíticas procedentes de la historia, la filosofía de la ciencia y la sociología del conocimiento científico.

Así, se apuesta por una visión integradora que haga un aporte –aunque sea modesto– para hacer avanzar la frontera del conocimiento con respecto a esta problemática, a la vez que se aplican las habilidades comunicativas aprendidas durante este proceso investigativo en la comunicación de visiones y nociones alternativas.

En este sentido, se reconoce que las perspectivas epistemológicas tradicionales y ciertas nociones presentes en las teorías de la comunicación dominantes han influido fuertemente en las definiciones de ‘ciencia’, ‘tecnología’, ‘comunicación’ y ‘públicos’ de los modelos de CPCT implementados en México.

Como hipótesis de trabajo, se considera que el incumplimiento de los objetivos de CPCT en el país se debe al uso de modelos desfasados, pero se sostiene que una propuesta novedosa basada en el modelo de comunicación en red de las tecnociencias (MCRT) permitirá superar los obstáculos presentes en las perspectivas epistemológicas y en las teorías y políticas comunicativas tradicionales para lograr democratizar estos conocimientos localmente.

Por eso, como pregunta general, indagamos ¿qué características requiere un modelo comunicativo que redefina las concepciones tradicionales de ciencia, tecnología y públicos conforme a los nuevos escenarios comunicativos, a través de políticas que fomenten la democratización de las tecnociencias en México por medio de una comunicación en red?

Esta interrogante central, que requiere de un abordaje interdisciplinar, derivó en las siguientes preguntas particulares:

1. ¿Desde qué perspectivas epistemológicas se generaron las concepciones de ciencia y tecnología utilizadas actualmente para explicar sus procesos comunicativos?
2. ¿Cómo se relacionan las nociones de comunicación presentes en los modelos de CPCT con diversas teorías adoptadas en México en el siglo XX?
3. A partir de la fundación del Conacyt, en 1970, ¿qué tipo de modelos han sido favorecidos en el país por las políticas de ciencia y tecnología?
4. ¿Qué características requiere un modelo que democratice la CPCT en México mediante la comunicación en red?

A partir de estos cuestionamientos, como objetivo general se busca proponer un modelo comunicativo que incluya, mediante una estrategia de democratización, a la población que ha sido tradicionalmente excluida de la CPCT, mediante la redefinición de las concepciones tradicionales de ciencia, tecnología, públicos y comunicación, conforme a los nuevos escenarios comunicativos.

A su vez, como objetivos específicos se encuentran los siguientes:

1. Identificar desde qué perspectivas epistemológicas se generaron las concepciones de ciencia y tecnología utilizadas para explicar sus procesos comunicativos en México.
2. Relacionar las nociones de comunicación presentes en los modelos de CPCT con diversas teorías adoptadas en México en el siglo XX.
3. Describir qué tipo de modelos comunicativos fueron favorecidos en el país por las políticas de ciencia y tecnología.
4. Aplicar un modelo que democratice la CPCT en México mediante la comunicación en red implementada en una producción televisiva.

Para responder a estas preguntas y cumplir estos objetivos, se precisarán algunos conceptos desarrollados por la TA-R que permiten abordar la problemática de manera multidimensional, al aprovechar las herramientas como la revisión conceptual, el análisis documental y la producción comunicativa.

Este marco teórico permite revisar las concepciones filosóficas que han guiado los esfuerzos comunicativos en los últimos dos siglos y rechazar una definición de ‘ciencia’

como “cuerpo de conocimientos confirmados por el método científico” (García, 2006, p. 113)⁹, caracterización que, bajo el respaldo de la epistemología positivista, generó –en el siglo XIX– el dominio de una visión verificacionista que considera a la evidencia empírica como requisito absoluto para comprender la realidad (Alcíbar, 2009, p. 43).

Posteriormente, ya en el siglo XX, esta epistemología influyó en las primeras generaciones de modelos comunicativos, pues sus creadores respaldaron la supuesta superioridad cognitiva de la ciencia como un conocimiento que rechaza postulados no mensurables (Restrepo, 2013, p. 107), lo que impregnó de principios positivistas y neopositivistas sus explicaciones sobre el proceso comunicativo.

En las primeras generaciones de modelos de CPCT, enfocados en lograr la apreciación y el compromiso público con la ciencia y la tecnología, llamados PAST y PEST(por sus siglas en inglés), se partió de la premisa de que, en la medida en que se educara (alfabetizara) a los públicos en temas de ciencia y tecnología, estos comenzarían a involucrarse con ellos (Lozano, 2005, p. 18).

Sin embargo, tras numerosos esfuerzos para lograr la apreciación y el compromiso de los públicos con la ciencia y la tecnología a través de la alfabetización o la culturización científica, estas metas no han sido alcanzadas (Shamos, 1988, p. 1) porque estos modelos no favorecen la inclusión de los actores emergentes en los procesos comunicativos. Por el

⁹ Robert King Merton se refirió a la ciencia como “un cuerpo de conocimientos socialmente compartidos y convalidados” (1977, p. 577) tanto por instituciones, comunidades científicas y representantes de la sociedad como por “distintos ámbitos, al parecer ajenos, como la política o la economía” (Mendoza, 2013, pp. 156-157).

contrario, los nuevos modelos de comunicación en red buscan la comprensión crítica de la ciencia y la tecnología (CUSP) mediante la participación de los públicos en los procesos de CPCT (Alcíbar, 2009, p. 167), para que enriquezcan y mantengan la circulación del conocimiento a través de redes heterogéneas.

En este sentido, la propuesta que se presenta en esta investigación –el Modelo de Comunicación en red de las Tecnociencias (MCRT)–, corresponde a la generación CUSP con la que se proponen actualizaciones acordes con las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) y estrategias que rompen con las visiones antropocéntricas y dicotómicas del pasado.

Sin embargo, dado que estas definiciones tradicionales siguen afectando la operación de los modelos de CPCT, al excluir a actores que no se consideran puros, se revisarán éstas, a fin de actualizarlas conforme a los escenarios comunicativos presentes en los que diferentes actores se asocian en redes flexibles que facilitan la circulación de las tecnociencias (Quintero y Molero de Cabeza, 2016).

Dado que se observa una laguna (Herrera *et al.*, 2016, p. 47) en el desarrollo de estrategias para democratizar los procesos de comunicación de la ciencia y la tecnología, y la posibilidad de hacerlo a través del MCRT, se producirán diez programas piloto, con apoyo de la televisora de la Universidad Autónoma de Querétaro (TVUAQ) para constatar si sirven a este propósito.

Para lograr esta tarea, se considera junto con Lozano (2005, p. 18) que es preciso establecer en México un nuevo contrato de la ciencia y la tecnología¹⁰ que modifique la idea de que, a cambio de recursos, ambas proporcionan dominio, bienestar, progreso y una vida más cómoda para sus poseedores.

De acuerdo con Pineda y Molero, este nuevo contrato comunicacional (2012) debe implementarse a través de políticas públicas que favorezcan el diálogo con los públicos gracias a modelos alternativos que tomen en cuenta su participación y opinión, vía comentarios, conferencias interactivas, foros, congresos de consenso, réplicas y otros instrumentos de ciencia ciudadana (Piña, 2017).

Además, se ha vuelto necesario confrontar el discurso basado en la visión dominante de la divulgación (Avellaneda y Pérez, 2009, p. 93), puesto que presenta, al menos, siete distorsiones en las caracterizaciones desde las que ha intentado infructuosamente comunicar la ciencia, mismas que son sintetizadas a continuación:

Tabla 1

Distorsiones en la comunicación de la ciencia a través de la divulgación

<i>Distorsión</i>	<i>Característica</i>
-------------------	-----------------------

¹⁰ De acuerdo con Lozano (2005, p. 60), este nuevo contrato incluiría los siguientes puntos: 1) la necesidad de tener una mirada crítica a los problemas de exclusión social; 2) La actuación de los públicos en la definición de los problemas sociales y en la promoción de la comunicación de ciencia y tecnología; 3) la inclusión de una perspectiva desde las políticas públicas en ciencia y tecnología, y 4) la necesidad de una redefinición conceptual de la comunicación de la ciencia.

1. Descontextualizada	Socialmente neutra. Consideración superficial de la tecnología.
2. Elitista	Individualista, inaccesible, excluyente.
3. Empírico-inductivista	Resalta el método empírico, atórico.
4. Algorítmica.	Legitima un solo método. Rígida.
5. Dogmática.	Aproblemática, ahistórica.
6. Exclusivamente analítica.	Privilegia la unicidad frente a la diversidad.
7. Acumulativa.	Crecimiento lineal.

Fuente: Información adaptada de Fernández, en Avellaneda y Pérez (2009, p. 93).

En Iberoamérica, estas distorsiones están presentes en los conceptos comúnmente utilizados para describir los procesos de comunicación de la ciencia y de la tecnología en diferentes países, como sucede con los siguientes:

Los [términos] más empleados en Iberoamérica son: la apropiación social del conocimiento científico (Colombia), popularización de la ciencia y la técnica (fundamentalmente en el Cono Sur) y divulgación de la ciencia (México, España y otros países latinoamericanos). También se emplean los términos difusión y comunicación de la ciencia. (Lozano y Sánchez-Mora, 2008)

Ante esta diversidad de términos¹¹ y objetivos diferenciados, el concepto que se ha elegido en esta investigación es el de comunicación pública de la ciencia y la tecnología (CPCT), que se considera un ‘paraguas’ que incluye varios procesos comunicativos—como la comunicación científica, la comprensión pública de la ciencia, la concienciación pública o el compromiso público con la ciencia y la tecnología— (Burns, O’Connor y Stockmayer, 2003).

Respecto al término CPCT, se propone una actualización que considere la fusión de los términos ciencia y tecnología en una concepción híbrida denominada comunicación pública de las tecnociencias (CPT), que gana amplitud y profundidad en las descripciones de los procesos comunicativos y destaca las interacciones con y hacia los públicos¹² (Burns *et al.*, 2003).

De esta forma, la CPT describe procesos comunicativos que involucran diversos actores, conocimientos y saberes imbricados para fomentar la participación de públicos diversos que, en vez de actuar únicamente como receptores finales de los mensajes, son coproductores y constructores de estos; de manera que se reemplaza el término difusión, usado en documentos

¹¹ Frente a la “selva conceptual” (Alcíbar, 2015, p. 2) relacionada con la CPCT, se requiere incluir términos que condensan la multitud de sentidos en uno solo, así como hibridaciones (como tecnociencias o prosumidores) de manera que se eviten las dicotomías propias de la modernidad y se amplíen las definiciones que permiten describir los escenarios actuales.

¹² Actualmente, las políticas públicas del sector ciencia y tecnología buscan que a través de la comunicación se logre que “la sociedad mexicana se interese, comprenda, valide, desarrolle y aplique la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) generadas en México, para la solución de sus necesidades de alimentación, agua, salud, educación, conocimiento, energía y ambientales; es decir, que la sociedad mexicana incorpore a la ciencia, la tecnología y la innovación a su cultura” (Conacyt, 2018, p. 3).

oficiales de la política mexicana para describir la comunicación entre pares académicos, por el de CPCT, con la finalidad de abarcar a multitud de actores en un diálogo constante.

En cuanto a la estructura de esta investigación, en el capítulo I, se rastrean, mediante una búsqueda documental, las concepciones filosóficas que han guiado las perspectivas epistemológicas sobre ciencia y tecnología, así como su comunicación, a fin de identificar desde qué perspectivas se generaron las concepciones de ciencia y tecnología utilizadas actualmente para explicar sus procesos de circulación.

En el capítulo II se establecen las relaciones conceptuales entre estas perspectivas y las teorías y modelos comunicativos: desde los generados a comienzos del siglo XIX, que concibieron los procesos de CPCT unidireccionales y verticales, hasta los que se diversificaron y se enfocaron en el contexto del receptor, en su experticia o en su participación.

Dentro de este apartado, para contrastar las teorías comunicativas y los modelos de CPCT, se realizan a cabo las siguientes tareas:

1. Caracterización de la relación histórica entre las teorías de la comunicación (Mattelart y Mattelart, 1997; Vidales, 2015) y los modelos comunicativos, a fin de identificar los obstáculos conceptuales que las primeras heredaron a los segundos.
2. Descripción de los modelos de CPCT derivados de varias corrientes comunicativas y la contrastación de sus divergencias, límites y definición de público mediante la

consulta de nuevas propuestas, desde la óptica de autores como Burns, O'Connor y Stockmayer (2003), Lewenstein (2003) y Quintero y Molero (2016).

3. Una vez delineadas las relaciones, se exponen en una tabla las características de las principales teorías y modelos en orden cronológico, desde las que surgieron en el siglo XVII, hasta la emergencia de nuevos discursos basados en propuestas amodernas, como las que utilizan los principios teóricos de la TA-R.

Tomando en cuenta estos principios, con el objetivo de ubicar qué modelos han sido favorecidos en el país por las políticas de ciencia y tecnología, en el capítulo III se realiza un análisis de algunos productos comunicativos disponibles en el repositorio especializado en historia de la CPCT mexicana, llamado *Ameyalli*, y en el sitio *Archive.org*, donde está disponible la herramienta *Wayback Machine*, útil para ubicar capturas de páginas que ya no se encuentran activas.

Además se realizará la revisión de las políticas para el sector de ciencia y tecnología presentadas a inicios de cada sexenio y el rastreo de la evolución de las concepciones, objetivos y estrategias comunicativas presentes en los programas publicados por el Estado mexicano entre 1970 y 2018.

En el capítulo IV, para estudiar la factibilidad de generar alternativas basadas en los principios de la teoría del actor-red (TA-R), se lleva a la práctica la producción de una emisión televisiva desde el modelo de comunicación en red de las tecnociencias (MCRT), y se compara con una emisión realizada en el mismo periodo desde el modelo canónico,

consistente en la producción de cápsulas divulgativas, con el fin de discernir qué propuesta es más útil para superar las concepciones heredadas de ‘ciencia’ y ‘tecnología’ y para promover la democratización de ambas, desde el concepto híbrido de las tecnociencias.

Empero, antes de presentar los principios de la TA-R, es importante advertir que los conceptos de esta teoría se encuentran en constante reconstrucción, por lo que algunos son fuertemente contestados por oponerse a postulados aceptados durante largo tiempo en distintas áreas, a la vez que fusionan términos provenientes de distintas matrices disciplinares por lo que recurre a caracterizaciones deliberadamente complejas (Domènech y Tirado, 1998).

Mediante esta complejización, es posible construir un modelo comunicativo que tome en cuenta la agencia de los públicos para conformar redes que hagan circular las tecnociencias (Latour, 1987, p. 29), y se reconozca la continuidad de conocimientos especializados y comunes (González, 2011), al tiempo que se evite la dicotomía cartesiana que separa al objeto de estudio de los sujetos que lo estudian (Serres, 1985).

Por eso, desde esta propuesta, se utilizan términos híbridos, como los que unen lo social con lo técnico (sociotécnico) (Mendoza, 2015), o la tecnología con la ciencia (tecnociencia), para generar una noción que integra ambos términos para reconocer que actualmente la ciencia se apoya en adelantos tecnológicos, y la tecnología en lo que anteriormente era considerado conocimiento científico *puro* (Echeverría, 2003).

Finalmente, esta tesis se complementa con portadas, fotografías y documentación correspondiente a varios materiales escritos y audiovisuales, en forma de divulgación y de acciones multimediales de comunicación, llevadas a la práctica durante el programa del Doctorado en Estudios Interdisciplinarios sobre Pensamiento, Cultura y Sociedad de la Universidad Autónoma de Querétaro.

I.-Perspectivas epistemológicas de la ciencia y la tecnología

1.1. Positivismo

Las perspectivas epistemológicas más utilizadas para describir la naturaleza, estructura y límites de la ciencia y la tecnología presentan obstáculos conceptuales –originados a partir de la Ilustración– que dificultan la correcta operación de los modelos comunicativos y la consecución de los objetivos de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología (CPCT).

Uno de estos es lograr la alfabetización científica de la población, aunque la viabilidad de esta meta es cuestionada , ya que, en las últimas décadas, la proporción de la población que a nivel mundial pudiera considerarse científicamente culturizada alcanzaba apenas a una persona adulta de cada diez (Shamos, 1988), cifra que en México es inferior, según Franco (2015).

Entre estos objetivos incumplidos por los modelos comunicativos: la alfabetización científica y tecnológica es definida como “el nivel mínimo de conocimientos y habilidades relacionados con la ciencia, requeridos por el ciudadano común para funcionar en el conjunto de roles, como leer un artículo científico, comprenderlo, buscar más información y utilizarla” (Mazón, Mora y Arredondo, 2000)– y la adquisición de una cultura científica y tecnológica, que implica alcanzar “los conocimientos básicos de ciencia y tecnología; la comprensión de lo que puede ser o no un método científico; los razonamientos críticos y probabilísticos, y la

comprensión del quehacer científico en un contexto amplio e incorporado en la cultura” (Barba, 2013).

Para actualizar estas metas, recientemente se ha intentado adecuar estos objetivos a una “cultura dialogante” (Pineda y Molero, 2012, p. 12) y democrática que involucre a diversas colectividades conformadas por públicos diferenciados que, con su participación, potencialicen la creación y mantenimiento de redes de innovación (Olivé, Lazos, Suárez, Tagüeña y Velasco, 2013).

Finalmente, el democratizar la comunicación de las tecnociencias (Cuevas, 2008) en los escenarios por los que transita México (Herrera-Lima *et al.*, 2016) permitirá tomar decisiones informadas, de acuerdo con las intenciones e intereses de los diferentes públicos, y cerrar la brecha que colocaba en un extremo a los emisores y en otro a los intereses de los receptores.

Frente a este panorama, se revisan las definiciones que influyeron en la CPCT mediante las nociones que aportaron a las teorías y modelos comunicativos enfocados en democratizar la ciencia y la tecnología. Una de éstas, el positivismo, se ha posicionado como una de las epistemologías dominantes, pues ha influido notablemente en los modelos de CPCT, con una concepción experimentable de ciencia.

Esta epistemología ha constituido una postura ideológica que niega cualquier realidad que no implique hechos comprobables, por lo que se le ha relacionado con una confianza absoluta en la racionalidad científica, como máxima expresión de objetividad y neutralidad para aprehender la realidad.

Esta concepción científicista se expandió de la mano de los principios positivistas, al resultar sumamente exitosa en el contexto de la extensión de un capitalismo industrial difundido desde la Gran Bretaña hacia otros países (Hobsbawm, 1975). En este proceso se conjugaron el desarrollo científico y tecnológico de las naciones europeas con sus intereses imperialistas.

Acorde con estos intereses, el positivismo estableció algunos principios para legitimar los conocimientos y sus herramientas, privilegiando a los que resultaron útiles para dominar a otros hombres y a la naturaleza mediante la comprensión y manipulación de ciertos fenómenos.

Entre los precursores de estos principios se encuentra el francés Claude-Henri de Rouvroy, conde de Saint-Simón, de quien Augusto Comte fue secretario y retomó muchos conceptos para sentar las bases del positivismo, aunque despojándolos de sus ideas socialistas y conservando los rasgos que prometían el progreso para las naciones que ordenaran sus saberes de acuerdo con una jerarquía que iba de una menor a una mayor especialización.

Dentro de esta escala, el positivismo clasificó a las disciplinas en un orden de abstracción decreciente, que ubicó a las matemáticas y a la astronomía en la cima de la científicidad, seguidas por la física, la química y la biología, y entre las menos científicas, ubicó a una nueva disciplina apoyada en el estudio empírico del hombre en sociedad: la sociología.

Para soportar científicamente a la sociología –o física social–, el positivismo utilizó al método empírico de las ciencias naturales como el idóneo para estudiar las relaciones

humanas, pues lo libraría de las que se veían sólo como especulaciones filosóficas y conjeturas sin sustento matemático.

De esta manera, desde que Comte plasmó por escrito su *Curso de Filosofía Positiva* –en 1842–, expuso una visión progresiva del conocimiento a través de la ley de los tres estados, que plantea una evolución lineal de la humanidad desde una condición de vulnerabilidad ante los fenómenos naturales hasta un estadio superior y definitivo, en el que el ser humano dominaría a la naturaleza por medio del conocimiento científico.

De acuerdo con el pensamiento de Comte, el primer estadio de la humanidad habría sido el teológico, en el que se creería en entes sobrenaturales a quienes se atribuían explicaciones de los fenómenos naturales, producto de sus facultades divinas. En el segundo estadio, el metafísico, la humanidad dejaría de creer en lo sobrenatural y comenzaría a comprender los fenómenos, sin la intervención de divinidades u otros entes no observables.

En el estadio final, o modo positivo de la humanidad –llamado también científico–, supuestamente se superarían ideas mágicas y/o religiosas, y con el método empírico se encontrarían leyes universales para explicar y predecir la totalidad de los fenómenos mediante su matematización.

Desde este pensamiento –que reforzaría el neopositivismo y el enaltecimiento del método lógico– se asoció lo experimentable con lo científico, pues se consideró que sólo puede comprenderse el mundo a través del ‘fiscalismo’, es decir, de lo que puede comprobarse físicamente gracias a la observación.

Este modo de conocer científicamente, supuestamente bastaría para alcanzar una era de orden y progreso en la que el hombre¹³ dominaría por completo a la naturaleza, a la cual se consideró un complemento menos importante que lo humano dentro de la dicotomía naturaleza-sociedad.

En los años venideros, otras dicotomías se impusieron en el pensamiento occidental, como la que separa lo científico de lo metafísico, las ciencias naturales de las del espíritu (García, 2006, p. 28), o las ciencias exactas de las sociales, al seguir el presupuesto de que se trata de conocimientos generados en líneas paralelas que no tienen posibilidad de encontrarse.

Ante esta presunción, en el debate sobre la demarcación del conocimiento —es decir, la discusión sobre qué es y qué no es ciencia—, en Occidente se impuso la visión positivista, la cual impactaría en cómo los Estados nacionales conceptualizaron el conocimiento científico y tecnológico, así como en sus estrategias para comunicarlo.

Dado que este modo de conceptualizar a la ciencia y a la tecnología propició construir ciertas estrategias basadas en una comunicación lineal, se adoptó como objetivo principal reducir el supuesto déficit cognitivo de las masas para educarlas y alfabetizarlas en el desarrollo de procesos correspondientes con un mundo crecientemente industrializado.

1.2. Neopositivismo

¹³ En el siglo XIX aún se consideraba a la labor científica como una tarea primordialmente masculina.

El neopositivismo –o empirismo lógico– consistió en una “reestructuración racional de la ciencia” (García, 2006, p. 30) que prometió aprehender la realidad y potenciar un progreso materializado en la extensión de las redes ferroviarias y de comunicación (telégrafos y teléfonos), junto con el descubrimiento de leyes capaces de explicar y predecir cada fenómeno, mediante la división entre un sujeto cognoscente (el investigador) y un objeto cognoscible (la realidad).

Así, para los filósofos neopositivistas la comprobación lógica de un hecho podía realizarse objetivamente cuando un sujeto sometía a un objeto de estudio a diversas pruebas, a través de la verificación empírica y del uso preciso del lenguaje:

Tal como si fuera un espejo, el lenguaje de la ciencia reflejaría una realidad preexistente al sujeto que la describe. Entonces, si el sujeto (observador/experimentador) aplica de forma correcta los potentes e impersonales procedimientos del método científico, entonces tan sólo debe limitarse a registrar los hechos como aparecen en la Naturaleza. (Alcíbar, 2004, p. 49)

Hacia 1920, varios intelectuales germanoparlantes que seguían estas ideas se agruparon en el Círculo de Viena y, posteriormente, en el Círculo de Berlín, desde donde realizaron esfuerzos para reducir a enunciados lógicos los postulados de las disciplinas consideradas científicas.

Esta postura fue sostenida por matemáticos, lingüistas y filósofos, como Schlick, Carnap, Gödel, Neurath, Nagel, Kraft o Morris, quienes –al apoyar un verificacionismo fuerte,

sustentado en la capacidad para realizar experimentos– consideraron científicas a algunas disciplinas, mientras que a otras se les negó este estatuto por carecer de una base empírica.

Bajo estos criterios, se exigió a toda disciplina que aspirara al estatuto de científicidad que alcanzara su institucionalización a través de normas, agrupaciones y publicaciones, lo cual generó una comunicación cada vez más abstracta dentro de grupos de expertos que manejaban léxicos especializados (Alcíbar, 2004a, p. 38). Esta institucionalización requirió de un cuerpo central de conceptos y problemas a resolver, así como del reconocimiento de ciertos organismos, como los colegios y asociaciones ubicados en campos de estudio delimitados.

En el caso de las ciencias sociales y las humanidades, al no haber sido consideradas disciplinas científicas, sino comprensivas, su proceso de institucionalización fue lento, pues no se consideraron prioritarias para efectos del progreso científico ni del tecnológico.

En medio de esta división de las ciencias, bajo el neopositivismo las disciplinas se fragmentaron para reducir en partes más pequeñas sus objetos de estudio, con el fin de analizarlos, medirlos y comprenderlos desde la estricta separación del sujeto que investiga y del objeto investigado:

Para el empirismo lógico, el conocimiento científico está completamente desligado de las contingencias psicosociales y culturales del sujeto que lo produce. El sujeto se limita a utilizar el lenguaje científico como un mero instrumento lógico para describir el mundo y transmitir conocimientos. (Alcíbar, 2004a, p. 47)

Partiendo de esta epistemología positivista, renovada por la neopositivista, la definición de ciencia y tecnología que actualmente domina entre científicos y comunicadores (Alcíbar, 2004a) es la concretada en la llamada concepción heredada, que consideró una ciencia dominante, separada de una tecnología dependiente de ésta.

1.2.1. La concepción heredada de la ciencia y de la tecnología.

Los principios positivistas y neopositivistas se fundieron en la concepción heredada, misma que dejó una profunda impronta en las teorías y modelos comunicativos, al defender un enfoque predominantemente disciplinar que separa a los sujetos de los objetos de estudio y que define campos limitados de acción para cada disciplina, a la vez que universaliza el método empírico para todas ellas.

Esta concepción tiene una postura esencialista que reconoce la importancia del objeto de estudio mientras excluye la participación del sujeto en la investigación (Woolgar, 1991, pp. 17-19), y rechaza la agencia de los factores extraepistémicos como elementos relevantes de los procesos de producción de la ciencia y la tecnología.

Desde esta concepción, se menospreció durante décadas a la filosofía y sus estudios axiológicos, es decir, el análisis de los valores involucrados en la generación del conocimiento, así como al saber común y al tradicional, por considerar que carecen de asideros empíricos y pruebas experimentales que sostengan sus afirmaciones.

La concepción heredada se originó en la academia europea y de ahí se extendió hacia otros continentes hasta impregnar gran parte del discurso filosófico, político, educativo y

comunicativo de los países latinoamericanos con una visión “[...] tradicional de la ciencia y la tecnología como una actividad autónoma, valorativamente neutral y benefactora de la Humanidad, una concepción que hunde firmemente sus raíces en el siglo pasado” (García, Cerezo y Luján, 1996, p. 26).

1.2.2. **El cientificismo.**

Es la postura derivada del neopositivismo que afirma la aplicabilidad universal de los protocolos empíricos de investigación para la resolución de todos los problemas humanos, y la idea de que este tipo de conocimiento tiene mayor validez frente a otro tipo de saberes.

En estos extremos, la concepción heredada promueve una actitud cientificista expresada en la idea de la superioridad de la ciencia sobre conocimientos como la filosofía, la política o el derecho, entre otros, y en la confianza de que sus resultados serán siempre benéficos y progresivos (Martínez, 2000).

La propuesta se radicalizó al considerar a la inducción como la única forma válida para conocer a través de lo que pueda ser físicamente experimentado y comprobado—excluyendo, por tanto, todo proceso no mensurable—, y bajo la convicción de que todo problema tendrá eventualmente respuesta por parte del cuerpo de conocimiento etiquetado como científico:

Una característica [del cientificismo] es la concepción de que todo problema es un problema cerrado; es decir, un problema científico en el que la respuesta es sí o no. Por ejemplo, ¿puede un ordenador resolver ecuaciones de cierto grado?, o ¿hay monóxido de carbono en el planeta Urano? Mientras que un problema abierto indica

que hay que decidir las respuestas. Por ejemplo, ¿podría un ordenador pensar?, o ¿hay vida en Urano o algún otro planeta?, o incluso ¿comienza la vida de una persona en la concepción o en el tercer mes de embarazo, o hasta que nace? (García, Cerezo y Luján, 1996, p. 112).

Así, el científicismo planteó que los problemas abiertos acabarían por ser reducidos a problemas cerrados, o bien, “desechados como producto de la superstición” (García, Cerezo y Luján, 1996, p. 112); es decir, que al alcanzar el estadio científico propugnado por Comte, se superarían las discusiones filosóficas, teológicas y metafísicas, y únicamente se considerarían como problemas las cuestiones “científicas” con posibilidad de ser estudiadas empíricamente.

Esta explicación se implantó en varias teorías de la comunicación y, especialmente, en el modelo canónico, pues la explicación científicista resultó ventajosa para la comunidad de investigadores cuando sus integrantes se reconocieron como la única fuente válida para educar y resolver los problemas de un público supuestamente ignorante, en quien se colocó la carga principal del problema:

Si el público no reconoce los hechos científicos (que son como son), tal falla se imputa a deficiencias en los mediadores al transmitir la información, o a creencias irracionales del público, o a ambas. El modelo [del déficit] no fomenta la participación pública y refleja únicamente las expectativas e intereses de una élite científicista y tecnocrática. En efecto, este modelo tiene como piedras angulares una ideología científicista y una concepción

positivista de la alfabetización científica, con lo cual está centrado en la ciencia, es paternalista y pedagógico. (Väliveronen, 1993, en Alcívar, 2015, p. 5)

A pesar de este impulso fundamentalista, tras el planteamiento del principio de incertidumbre de Heisenberg, la teoría de la relatividad especial y general o el planteamiento de la mecánica cuántica y de la teoría del caos, se reconoció que no existen los problemas científicos “puros” y que tampoco es posible determinar el futuro y/o el pasado de procesos que se pensaban lineales, ya que son sensibles a mínimos cambios en las condiciones iniciales¹⁴, lo que permitió enfrentar varias de las propuestas científicas y matizarlas con afirmaciones más medidas.

1.3. Críticas al neopositivismo

Karl Popper construyó un ‘puente’ entre los neopositivistas y una nueva generación que, si bien compartió varios de los preceptos del empirismo lógico, también propuso una nueva manera de explicar ‘cómo se conoce’. Este puente fue construido en medio de críticas al científicismo y al método inductivo, como únicas fuentes de comprobación del conocimiento.

Popper (1934) cuestionó la utilización del método inductivo como forma exclusiva de comprender la realidad de manera científica, por lo que propuso conceptualizar a la ciencia

¹⁴ Este científicismo, de raíz positivista, engendró la figura del *Demonio de Laplace*, con el que se cayó en el determinismo absoluto de afirmar que, conociendo las condiciones iniciales de un sistema, gracias al método científico, sería posible mirar hacia atrás y hacia adelante en el tiempo, de manera indefinida, para conocer el estado y las relaciones de sus elementos. Postulados que posteriormente serían desmentidos.

como una “teoría de teorías” (citado en Echeverría, 1995, p. 39), mediante la cual los científicos no buscan comprobar si sus hipótesis son acertadas, sino saber si son falsas.

Hacia 1930, Popper acuñó el falsacionismo como criterio para aceptar o descartar la cientificidad de las teorías y argumentó, junto con varios neopositivistas, que para que una teoría científica sea aceptada, antes debe superar numerosos intentos de falsación y diversos ataques por parte de sus críticos.

Así, el racionalismo crítico estableció a la verificabilidad como un criterio de demarcación para distinguir lo que es ciencia de lo que no es: “En sus inicios, y durante mucho tiempo [...] positivistas y neopositivistas, a través de su concepción heredada, consideraron que el método científico por excelencia era la inducción, y propugnaron un verificacionismo fuerte” (Alcíbar, 2004a, p. 40).

De acuerdo con el racionalismo crítico, sin embargo, no habría manera alguna en la que los científicos verifiquen si una hipótesis es o no verdadera, sino que solamente pueden saber si es falsa, ya que no es posible conocer la totalidad de hechos investigados, por considerarse infinitos. Por ello, la labor del científico debería concentrarse en refutar sus propias teorías, y si no lo logra, aceptar momentáneamente la propuesta hasta que nueva evidencia la contradiga.

Ante la posición neopositivista que pugnaba porque el método experimental se considerara como el único método disponible para confirmar o falsear una teoría, Popper recurrió al gradualismo (Olivé, 2000, p. 35), con el que aseveró que no puede existir un solo

conjunto de reglas que reduzcan los postulados de las diversas disciplinas a enunciados lógicos.

Con estos argumentos, Popper enfrentó su visión con la del totalitarismo comtiano, pues relativizó la falsabilidad (Alcíbar, 2004a, p. 45) y reconoció que no todos los hechos pueden ser verificados por la experiencia. Además, incluyó algunos factores extraepistémicos en el proceso de demarcación del conocimiento científico y del pseudocientífico. Esto abriría el camino para una revolución en la concepción de la ciencia y la tecnología, promovida por Kuhn.

1.3.1. **La estructura de las revoluciones científicas.**

A comienzos de 1960 surgió una importante crítica a la concepción heredada por parte del físico, sociólogo y filósofo de la ciencia, Tomás Samuel Kuhn, cuando Otto Neurath le solicitó escribir una entrada para la *Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada*, publicación que, paradójicamente, seguía la tradición neopositivista que Kuhn criticaría al desarrollar su pensamiento.

Así, desde los postulados de Kuhn, otra de las razones para cuestionar la concepción heredada fue que los conceptos con que describía a la ciencia y a la tecnología ya no servían para explicar los nuevos modos de producir, comunicar y almacenar el conocimiento, ni la cada vez más fuerte imbricación entre tecnología y ciencia:

[...] Estos conceptos, que han sido de gran utilidad para entender la estructura y la dinámica de la ciencia que podemos llamar ‘tradicional’ en las formas en que se desarrolló

desde su surgimiento como ciencia moderna en los siglos XVII y XVIII hasta mediados del siglo XX, ahora ya no son los más adecuados para comprender las formas de organización de la ciencia y de producción, y uso del conocimiento que surgieron en la segunda mitad del siglo XX, los cuales incluyen una imbricación de la ciencia y la tecnología nunca vista antes. (Olivé, 2013, p. 14)

Para describir la evolución de la ciencia moderna, Kuhn propuso tres fases por las que pasaría una disciplina para ser considerada científica¹⁵, lo que explica que algunos saberes que hoy son considerados ciencias –como la astronomía– hayan recibido este rango, mientras que a otros –como la historia, la filosofía, la sociología o la comunicación– se les ha negado hasta la actualidad, por carecer de un paradigma dominante que guíe sus investigaciones¹⁶.

Así, en la fase ‘precientífica’ no existiría consenso sobre una teoría que pueda guiar a cierta comunidad que busque establecer principios generales para determinar los problemas a estudiar. La fase llamada de ‘ciencia normal’ (Kuhn, 1962) ocurriría cuando, en una comunidad disciplinaria, se consensara un paradigma que incluyera terminología y problemas a investigar. En la tercera fase, de ‘ciencia revolucionaria’, habría cortes no

¹⁵ De manera similar a las tres fases progresivas en las disciplinas, que propuso Comte: la teológica, la metafísica y la científica, Woolgar (1991) afirmó que a lo largo de los últimos cuatro siglos se ha pasado por tres transformaciones de la actividad científica: 1. Amateur (1600-1800). 2. Académica (1800-1940). 3. Profesional (1940-actualidad).

¹⁶ En *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn (1962) consideró que, para que una ciencia alcance la madurez y se le reconozca como tal, requiere tener un paradigma dominante que elimine a paradigmas rivales, como lo que sucedió en su momento con la astronomía frente a la astrología; aunque en ocasiones se requiere que fallezcan los expertos que defienden el anterior paradigma y sus trabajos sean reemplazados por los de otros más jóvenes, abiertos a nuevos horizontes conceptuales.

acumulativos en el paradigma dominante, pues se redefinirían los problemas a estudiar desde nuevos parámetros (Woolgar, en Alcívar, 2004, p. 67).

De acuerdo con Kuhn, estos cambios -mediados por la CPCT- no suceden fácilmente entre las comunidades científicas debido a fuertes resistencias por parte de grupos conservadores que, con la intención de estabilizar el aparato teórico de su disciplina, se oponen a las propuestas que sugieren una nueva manera de ver y comprender el mundo:

La comunicación a través de la línea de división revolucionaria es inevitablemente parcial. Por ejemplo, tómese en consideración a los hombres que llamaron ‘loco’ a Copérnico porque proclamó que la Tierra se movía. No estaban tampoco simple o completamente equivocados. Parte de lo que entendían por ‘Tierra’ era una posición fija. Por lo menos, su Tierra no podía moverse. De la misma manera, la innovación de Copérnico no fue sólo mover a la Tierra; por el contrario, fue un modo completamente nuevo de ver los problemas de la física y de la astronomía, que necesariamente cambiaba el significado de ‘Tierra’ y de ‘movimiento’. (Kuhn, 1962, p. 232)

Con un nuevo paradigma, el significado de los términos no tiene correspondencia con propuestas anteriores, debido a la inconmensurabilidad de los paradigmas (Kuhn, 1962), de modo que los conceptos –incluso cuando tengan el mismo nombre– ya no son interdefinibles entre diferentes teorías, por lo que no es posible generar valores absolutos que ayuden a decidir cuál propuesta es la correcta.

Esta imposibilidad de entendimiento ocurre cuando existen concepciones diferentes, por lo que Kuhn advirtió que ni los términos ni los problemas que se investigan significan lo mismo en diferentes campos disciplinares. Asimismo, afirmó que no podía suponerse sin cometer un anacronismo que un científico de siglos anteriores buscaría respuestas a los mismos problemas que en siglos posteriores, pues su modo de concebir el mundo y, por tanto, los problemas a resolver no serían equivalentes en diferentes momentos ni desde distintos paradigmas.

1.3.2. **Cambios en los paradigmas científicos.**

En el centro del concepto kuhniano de ‘comunidad científica’ se ubicó el de ‘paradigma’ (Olivé, 2013, p. 14), a fin de comprender que no hay comunidad sin éste ni viceversa: “Un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consiste en personas que comparten un paradigma” (Kuhn, 1962, p. 271).

Este concepto consiste en un esquema para guiar el trabajo investigativo a través de marcos de pensamiento compartidos con una comunidad, de manera que una de las condiciones necesarias para la generación de conocimiento es que pueda ser comunicado (Kuhn, 1962). De esta forma, la producción de la ciencia y la tecnología se vuelve inseparable de su proceso de comunicación (Olivé, 2013, p. 14).

Bajo este argumento, Kuhn pugnó por poner el contexto histórico en el centro de la comunicación sobre ciencia y tecnología, pues mostró que éste no es un factor marginal en

su producción y propagación, sino un mismo proceso. De ahí que la ciencia y la tecnología deben relacionarse con su contexto histórico y con los valores en los que se desarrollaron al momento de comunicarse. Así lo sugería el ‘método Conant’ (Raigada y Gaitán, 1995), quien fue profesor de Kuhn en Harvard y defensor de la inclusión de la historia dentro de la ciencia, como estrategia divulgativa.

Los planteamientos kuhnianos abrieron la puerta al reconocimiento de que la ciencia y la tecnología de otras épocas no son mejores ni peores que las actuales, sino que solamente están guiadas por otros paradigmas que se desarrollan por medio de saltos cognitivos, a los que Kuhn comparó con “cambios gestálticos” (1962).

Debido a que estos saltos no son acumulativos, Kuhn reconoció que cuando dos comunidades científicas intentan dialogar desde paradigmas diferentes, su comunicación se ve afectada por la incommensurabilidad entre ellas, lo que lleva a la hiperespecialización y a la expulsión de los legos de las discusiones disciplinares, de la siguiente manera:

Tanto en la matemática como en la astronomía, ya desde la Antigüedad los informes de investigaciones habían dejado de ser inteligibles para un auditorio de cultura general. En la dinámica, la investigación se hizo similarmente esotérica a finales de la Edad Media y volvió a recuperar su inteligibilidad, de manera breve, a comienzos del siglo XVII, cuando un nuevo paradigma reemplazó al que había guiado las investigaciones medievales. Las investigaciones eléctricas comenzaron a requerir ser traducidas para los legos en la materia

a finales del siglo XVIII y la mayoría de los campos restantes de las ciencias físicas dejaron de ser generalmente accesibles durante el siglo XIX. (Kuhn, 1962, p. 48)

Para evitar esta exclusión, Kuhn aseveró que la ciencia y la tecnología deben comunicarse reconstruyendo los lenguajes especializados de sus respectivos campos, pero ubicando el momento, paradigma y valores en los que fue generado un conocimiento dado, para traducir estos procesos, conectarlos con sus contextos e impedir que su historia se convierta en un enlistado de genios y de resultados obtenidos en un sentido lineal y acumulativo.

Desde la postura kuhniana, se argumentó que la evolución de las teorías científicas no proviene de la mera acumulación de hechos, sino de un cúmulo de circunstancias históricas ligadas a valores que también deben comunicarse a públicos más extensos que las propias comunidades especializadas, desde una perspectiva que reconoce el concepto de ‘progreso no lineal de la ciencia y la tecnología’, puesto que los paradigmas están imbricados con las circunstancias históricas y con los valores de las colectividades donde se producen (Alcíbar, 2004, p. 79).

Esta transformación en las conceptualizaciones de ciencia y tecnología constituyó un cambio de paradigma frente a los criterios dominantes, por lo que fue posible articular conceptos dispersos bajo el paraguas de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), los cuales modificaron la concepción de la producción y comunicación del conocimiento.

1.4. La escuela de Edimburgo, los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, y la Teoría del Actor-Red

La revolución –en la manera de concebir y estudiar a la ciencia y la tecnología– originada por los planteamientos de Kuhn tuvo eco en la escuela de Edimburgo, al extender la etiqueta de ‘conocimiento científico’ a todo lo que fuera considerado como tal por parte de una comunidad científica, y al promover la creación de una sociología del conocimiento que difumina fronteras disciplinares y elimina divisiones:

El mayor logro de autores como Kuhn fue establecer el carácter histórico (y, por extensión, social y cultural) relativo de las verdades científicas. En consecuencia, el sociólogo ya no podía aceptar, como dada, la distinción entre creencias científicas falsas y verdaderas. En su lugar, la tarea de la sociología se convertía en discernir lo que cuenta como creencia verdadera o falsa y, en particular, qué procesos sociales se encuentran involucrados en la constitución y evaluación del conocimiento. (Woolgar, 1991, pp. 61-62)

Estos nuevos discursos se institucionalizaron en la década de los 70, cuando autores como David Bloor y Barry Barnes propusieron el ‘programa fuerte’ de la sociología del conocimiento científico, desde la Unidad de Estudios de la Ciencia de la Universidad de Edimburgo, por el cual se subrayó la utilidad del enfoque histórico para enfrentar al reduccionismo que, por casi sesenta años, excluyó a la historia de estas explicaciones¹⁷.

¹⁷ Para analizar estos aspectos, el programa fuerte consideró cuatro componentes que debía incluir la sociología al estudiar a los científicos y tecnólogos en sus propias áreas de trabajo, y cuando su labor resultaba en un hallazgo aceptado o cuando no sucedía así (Bloor, 1998):

1. Debería ser causal; esto es, sentirse concernida por las condiciones que suscitan creencias o estados de conocimiento. Naturalmente, habría otros tipos de causas, aparte de las sociales, que cooperaría a la hora de suscitar creencias.

A su vez, el programa empírico del relativismo consideró que usualmente las controversias científicas y tecnológicas no concluyen gracias a los argumentos fehacientes presentados por uno u otro grupo en pugna, sino que dependen –en último término– del poder de los grupos rivales y de su capacidad de negociación:

Las respuestas de los sociólogos de la Universidad de Edimburg[o] constituirán un antes y un después en los estudios sociológicos de la ciencia. En sus férreas críticas a la sociología del error predominante, construyeron como alternativa una serie de acuerdos metodológicos y programáticos; a saber, los principios de causalidad (la necesidad de estudiar las condiciones que producen la demanda de un cierto conocimiento), imparcialidad (el análisis tanto de las teorías satisfactorias como las insatisfactorias), simetría (la utilización de la misma metodología para estudiar ambos casos) y reflexividad (la posibilidad de aplicar el mismo tratamiento a la propia sociología). Esta respuesta fue denominada ‘programa fuerte’, un intento político y epistemológico de contrariar la diferenciación entre un contexto de descubrimiento y otro de justificación, postulándose la posibilidad de estudiar y analizar los propios contenidos de la ciencia, hasta aquel

2. Debería ser imparcial con respecto a la verdad y a la falsedad, la racionalidad o la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Los dos lados requerirían explicación.

3. Debería ser simétrica en sus estilos de explicación. Los mismos tipos de causas debieran explicar las creencias verdaderas y las falsas.

4. Debería ser reflexiva. En principio, sus patrones de explicación debieran ser aplicados a la propia sociología (Bloor, en Echeverría, 1995, p. 23).

entonces excluidos de la investigación sociológica. (Domènech y Tirado, 2009, citado en Matías, 2012, p. 58)

A comienzos de la década de los 80, perspectivas novedosas ampliaron la investigación al apoyarse en teorías posmodernas para “comunicar el conocimiento tecnocientífico desde una perspectiva que intentaba superar el estrecho marco modernista que había dominado desde comienzos del siglo” (Alcíbar, 2004b). De modo que los científicos comenzaron a incluir en sus investigaciones temas que antes les estaban vedados o consideraban aislados, como las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, la influencia del entorno en el progreso científico o cómo los valores influyen en la investigación.

Una de estas perspectivas fue llamada ‘constructivismo relativista’, propuesta que influenciaría a varias teorías de la comunicación –como la del establecimiento de la agenda mediática– y aportaría conceptos híbridos que se incluirían en nuevos modelos comunicativos (Alcíbar, 2004b) con el objetivo expreso de superar la concepción heredada de los modelos de comunicación –presente en las generaciones de la apreciación pública de la ciencia y la tecnología (PAST) y la del compromiso público con la ciencia y la tecnología (PEST)– e incluirse en los modelos que buscan la comprensión crítica de la ciencia en público.

Desde esta perspectiva amoderna surgirían los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, y una de sus derivaciones: la teoría del actor-red (TA-R), como propuesta que intentaría explicar la circulación de la ciencia y de la tecnología a través de las relaciones sociedad-

tecnociencia-medios de comunicación masiva-mediadores-intermediarios-públicos (Latour, 2001). Todo desde una visión crítica frente a la modernidad.

1.5. Teorías de la comunicación de masas y modelos enfocados en la interpretación

1.5.1. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad.

El Programa Fuerte y el Programa Empírico del Relativismo combinaron enfoques macro y micro para analizar las cuestiones relacionadas con la producción y la comunicación del conocimiento. A la combinación de estas corrientes correspondió la emergencia de los estudios de CTS como un campo interdisciplinar que propuso superar la división del trabajo intelectual, que tradicionalmente “reservaba a la filosofía el análisis del contenido del conocimiento científico y a la sociología el estudio de las relaciones entre los científicos” (Matías, 2012, p. 57).

Los estudios de CTS confrontaron a las corrientes positivistas y neopositivistas por considerar que no hay una realidad ‘ahí afuera’ (Latour, 2001), sino que ésta es construida colectivamente. De ahí que pusieron el acento en reunir aspectos ontológicos y epistemológicos en estudios híbridos.

Tomando en cuenta este enfoque híbrido, los estudios de CTS cuestionaron la dicotomía sujeto-objeto como única vía para comprender la realidad, y pugnaron por un relativismo que realiza la siguiente inversión; a saber, que la construcción que hacemos para representarnos los objetos es, en realidad, lo que les da su existencia: “[...] hemos mantenido que los objetos

del mundo natural se constituyen en virtud de la representación, en vez de ser algo preexistente a nuestros esfuerzos por «descubrirlos» (Woolgar, 1991, p. 27).

Igualmente, se planteó que las controversias son clausuradas mediante la negociación y el consenso de numerosos actores, y no por la mayor correspondencia de una teoría con la realidad, “[...] aunque después, en la imagen pública de la ciencia, sean presentados como el resultado de un descubrimiento producido por la aplicación de un método” (García, Cerezo y Luján, 1996, p. 112).

Bajo este enfoque, se profundizó la comprensión interdisciplinaria. Los investigadores procedentes de diversas disciplinas comenzaron a combinar metodologías para describir, de manera compleja, los procesos de circulación de la ciencia y la tecnología. Fue así como surgió la teoría del actor-red.

1.5.2. La Teoría del Actor-Red.

En la década de los 70, las propuestas de Gabriel Tarde -sociólogo decimonónico- fueron revaloradas y se convirtieron en herramientas conceptuales que los autores de la TA-R utilizaron para replantearse nociones de ‘ciencia’, ‘tecnología’, ‘sociedad’ y ‘comunicación’ desde diversas disciplinas:

Tarde es uno de los precursores del estudio de la comunicación, de la difusión de las ideas, y de la influencia de los discursos en las masas (Hughes, 1961, p. 557). En sus textos, publicados entre 1880 y 1904, se abordan campos tan variados como el derecho, la

criminología, la psicología, la sociología y la filosofía (Lacassagne, 1907, p. 520, en Ramírez, 2015, p. 79).

La actualización de las ideas de Tarde se consolidó en Francia, alrededor de 1985, cuando Latour, Callon y Law revaloraron sus propuestas junto con las concepciones filosóficas de autores como Foucault, Deleuze o Guattari, caracterizaron a “lo social” como una red conformada por actores interrelacionados y a “la sociedad” como los actores que están asociados en redes durante cierto tiempo.

Para Tarde, el alcance de la comunicación dependía de la potencia de los nodos (actores) y de sus asociaciones con otros. Pero al ser éste un proceso que no pudo observarse en toda su amplitud sino hasta la aparición de los nuevos medios de comunicación, sus propuestas fueron eclipsadas por la red de aliados de su principal competidor: el sociólogo francés Emile Durkheim (Katz *et al.*, 2014, p. 48), cuya visión dominaría el campo de la sociología durante más de un siglo.

Una conexión entre el pensamiento de Tarde y la TA-R radica en que ambos analizan las asociaciones y su conformación en redes flexibles y heterogéneas (Katz *et al.*, 2014, p. 40). Con este planteamiento es posible explicar las relaciones y distintas fases de procesos complejos, en vez de sólo juzgar los resultados como “acertados” o “erróneos”, como sucedía anteriormente (Arellano, 2015, p. 45).

Desde el pluralismo epistémico de la TA-R se planteó que la comunicación de la ciencia y de la tecnología no es una cadena tan débil como su eslabón más frágil, sino un entramado

conformado por una serie de conexiones intrincadamente conectadas, donde la separación de una conexión no genera una falla general, sino que la red se sostiene al traducir sus intereses y seguir caminos alternativos para conseguir sus objetivos.

El punto de vista de la TA-R volvió necesario abrir los procesos en los que participa una colectividad para generar y comunicar conocimiento: “La idea principal de esta teoría descansa en la concepción de que, dentro del universo de lo social, existe una serie de actores humanos y no humanos que entran en contacto unos con otros, creando redes” (Latour, en Ramírez, 2015 p.90).

Uno de los principios más importantes de la TA-R es que lo social es todo aquello que está ensamblado en una red. De manera que las asociaciones hacen a la sociedad y no al revés. Este cambio conceptualizó a lo social como algo contingente; es decir, que existe gracias al ensamblaje de actores en un momento específico. De modo que sus conexiones deben ser estudiadas simétricamente, al poner a todos los elementos en igualdad de condiciones.

Para garantizar esta simetría entre actores, Latour propuso evitar favorecer a una u otra parte dentro de las dicotomías heredadas por el pensamiento moderno, y retomar la complejidad de los problemas observando a cada actor como un nodo que integra una red (Latour, 2007). En este sentido, la TA-R concibió al actor-red como un todo que no puede ser separado, y en el que ningún elemento es *a priori* más importante que otro. De este modo, lo social deja de ser el pegamento que une a elementos similares para pasar a ser lo que está

pegado por conectores de diversos tipos, a manera de una referencia circulante (Tarde, en Mendoza, 2013, p. 51).

Con estas herramientas conceptuales, Latour propuso una nueva sociología del conocimiento enfocada en “las asociaciones, más que en los elementos mismos” (2007, 2008) como ocurre con la ciencia y la tecnología que circulan a través de largas cadenas de traducciones que abren varias fases de transformación desde la creación de un concepto y su circulación e incorporación en la conversación mediática y la cotidiana.

Estas herramientas de rastreo fueron trasladadas a otras disciplinas, y al cabo de una década, la TA-R estuvo presente –si bien de manera aún marginal– en la mayoría de las academias occidentales, con las particularidades de que, en cada región, se ha buscado –por distintas vías– superar las divisiones epistemológicas que colocaron en un extremo a los productores de conocimiento (los científicos) y, en el otro, a los receptores considerados públicos pasivos.

Este rompimiento con la visión heredada del humanismo moderno permitiría generar nuevos principios epistemológicos y ontológicos para hacer reformulaciones conceptuales en los términos que explican las relaciones entre ciencia, tecnología y sus públicos, y de ese modo estudiar el *continuum* socio-comunicativo que conforman las redes de CPCT, desde el enfoque novedoso de la TA-R.

II.-Teorías de la comunicación y modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología (CPCT)

2.1. Teorías lineales de la comunicación y modelo del déficit

Durante la Primera Guerra Mundial, investigadores de los países beligerantes experimentaron con técnicas de comunicación cuyo fin era modelar comportamientos y actitudes en públicos masivos. Se ponderaron los resultados de estas estrategias en diferentes países y la mayoría de los autores concluyeron que, en parte, el esfuerzo de guerra se debió a la propaganda bélica.

En la posguerra, la visión que concedió gran influencia a los entonces novedosos medios de comunicación masiva se consolidó al construirse teorías que fueron considerándolos factores determinantes en el comportamiento de públicos supuestamente imposibilitados para oponer resistencia a los mensajes mediáticos.

Desde estas premisas, Lasswell propuso la ‘teoría de la aguja hipodérmica’, con la que afirmó que un mensaje podría inocularse sin resistencia en la mente de públicos atomizados,

mediante propaganda y otras técnicas de comunicación masiva. Asimismo, describió el proceso comunicativo como una línea que va de un emisor hacia millones de receptores y concluyó que los mensajes mediáticos de los primeros ocasionan efectos poderosos en los últimos (Mattelart y Mattelart, 1997).

Estos puntos de vista se fortalecieron durante la Segunda Guerra Mundial y en la posguerra, debido a los aparentes efectos de los medios de comunicación en la ‘nazificación’ de la población alemana y en la modificación de la tendencia aislacionista entre la población de los Estados Unidos de América, así como de su posterior apoyo para intervenir en la guerra.

Una explicación que reforzó este esquema fue la ‘teoría matemática de la comunicación’, de Shannon y Weaver (1949), ideada en un inicio para máquinas –como teléfonos y radios– y luego transferida a disciplinas como la psicología o la sociología, hasta volverse dominante en diversos campos y base de numerosos modelos de CPCT (Sereny y Mortensen, 1970, p. 2).

Sin embargo, un grupo de estudiosos criticó la visión lineal de la ‘teoría matemática de la comunicación’, así como el modelo del déficit generado desde la ‘teoría de la aguja hipodérmica’.

Estas explicaciones fueron pensadas para describir la comunicación entre máquinas, por lo que heredó un enfoque mecanicista del que se apropiaron los modelos de CPCT para describir las interacciones comunicacionales, por ejemplo, a través del diagrama de Shannon

y Weaver (1949) bajo el que el intercambio comunicativo se concibió como un proceso unidireccional: emisor-mensaje-señal-señal recibida-mensaje-receptor.

Desde esta teoría, la fuente enviaría una señal que llega al receptor a través de un canal, siempre y cuando éste no haya sido degradado por ruidos que dificulten la comunicación. Lo mismo ocurre con la retroalimentación, en la que el receptor funge como un emisor inverso.

Sin embargo, las simplificaciones inherentes a estas explicaciones hicieron patente la falta de adecuación de sus postulados para describir la complejidad del proceso comunicativo o la cantidad de actores involucrados. No obstante, el éxito académico de las teorías unidireccionales de la comunicación sentó las bases para el dominio de un modelo ligado a éstas: el modelo del déficit cognitivo (MDC) que se desarrollaría como explicación privilegiada.

Desde este modelo se propuso alfabetizar a la población en temas de ciencia y tecnología, con información proveniente de un emisor –el científico o el tecnólogo– dirigida hacia miles de receptores –ignorantes–, a fin de que su déficit de conocimiento pudiera ser subsanado en poco tiempo. Como lo explica su nombre, este modelo puso el acento en el supuesto menoscabo cognitivo de públicos masivos y amorfos a quienes se dirigieron sus mensajes; es decir, asumió una visión educativa y paternalista que, en algunos casos, fomentó el adoctrinamiento masivo (Loaiza, 2005).

En este marco, desde los postulados de la ‘teoría de la aguja hipodérmica’ se menospreció a los públicos, al calificarlos como receptores pasivos, ignorantes y a merced de los efectos

poderosos que ejercen los medios de comunicación sobre ellos. Por su parte, la ‘teoría matemática de la comunicación’ ofreció un esquema reduccionista y lineal desde el cual el MDC predijo que, a mayor número de mensajes, mayor alfabetización y culturización científica y tecnológica.

Así, el MDC se propuso comunicar el lenguaje científico y tecnológico mediante la simplificación y –con base en varias premisas de las teorías lineales– se erigió como el modelo canónico (Alcíbar, 2004a) que sostiene que, a través de mensajes inoculados masivamente en públicos pasivos, sería posible combatir su déficit de conocimiento (Alcíbar, 2009). Asimismo, este modelo sostuvo como regla que los mensajes de CPCT sólo comunicaran los casos de éxito –previamente validados por la propia comunidad científica y tecnológica –, excluyendo así la transmisión de procesos, controversias, riesgos y errores inherentes a los procesos investigativos.

De esta forma, el MDC –inscrito en la llamada ‘visión dominante’ de la divulgación de la ciencia y la tecnología– permitió a la comunidad científica mantenerse como la única depositaria de conocimientos válidos. Y cuando se detectaban fallas en el proceso comunicativo, se le achacaban a la ignorancia de los receptores, sin reparar en que los expertos o los comunicadores podían carecer de habilidades comunicativas (Alcíbar, 2009) o tener sesgos.

Con el dominio de este modelo de CPCT se asumió que los especialistas se ubicaban en una posición cognitiva superior a la de los legos, quienes, al no tener especialización alguna

y guiarse por el sentido común, la tradición y las supersticiones, tomarían decisiones erróneas (Alcíbar, 2004a).

Actualmente, este modelo se mantiene como el que guía la mayor parte de los esfuerzos de CPCT en México, tanto los originados desde el Estado como las iniciativas particulares, pues desde el siglo XX tiene un amplio uso entre comunicadores y periodistas, quienes ponen más atención en la rigurosidad y simplificación de los términos que en su comprensión por parte de públicos diferenciados (Alcíbar, 2015, p. 2).

En ese sentido, Alcíbar (2009) subrayó la necesidad de superar el discurso de las acciones comunicativas basadas en las teorías y modelos lineales, cuyo principal objetivo es lograr la apreciación pública de la ciencia y la tecnología (PAST), ya que, aunque privilegian la transmisión de información científica y tecnológica, no ofrecen posibilidad de cuestionarla.

Además, las teorías lineales de comunicación no conciben la interacción en varias direcciones ni reconocen la vulnerabilidad de los propios investigadores al déficit cognitivo, cuando la ramificación del conocimiento en diversas disciplinas genera que ni siquiera los expertos estén facultados para comprender temas de otros campos.

Para tratar de superar estas carencias, surgieron teorías y modelos que descartarían como primer objetivo el subsanar el déficit cognitivo de los legos y, mediante concepciones bidireccionales de los procesos de CPCT, matizarían los supuestos efectos poderosos de los medios de comunicación masiva.

En esta crítica destacaron los integrantes del Colegio Invisible o Escuela de Palo Alto, quienes –por su conformación interdisciplinaria– complejizaron la definición de ‘comunicación’ como un proceso lleno de interacciones, intencionales y no intencionales, que incluyen factores como conocimientos previos, contextos personales y una diversidad de actores.

Así, en la segunda mitad del siglo XX, el enfoque de los estudios centrados en los emisores amplió su horizonte disciplinar para explicar los procesos comunicativos desde varios puntos en la cadena comunicativa, de manera que los receptores –que hasta antes de las investigaciones de Katz sólo habían tenido un papel pasivo (Dayan, 1997)– cobraron importancia en la investigación en comunicación.

En este contexto, tres influyentes teorías desarrollaron planteamientos que reivindicaron el papel interpretativo de los receptores: 1) la del ‘flujo de la comunicación en dos pasos’; 2) la de ‘usos y gratificaciones’, y 3) la del ‘establecimiento de la agenda mediática’ (Fuentes y Vidales, 2011, p. 86). Éstas trasladaron el foco de atención hacia el proceso de interpretación, centrando su interés en las interacciones dentro del proceso comunicativo, más que en sus resultados.

Posteriormente, estas teorías aportarían su andamiaje conceptual a nuevos modelos de CPCT: el contextual, el de experticia y el de participación ciudadana. Con estos se explicaron los procesos de comunicación en relación con los contextos, los usos y la construcción conjunta de significados por parte de los receptores.

2.2. Teoría del flujo de la comunicación en dos pasos y modelo contextual

Como una crítica a la ‘teoría matemática de la comunicación’, en la década de los 50 se crearon propuestas menos deterministas y más plurales para estudiar el complejo proceso comunicativo y los efectos de los mensajes mediáticos en los receptores, quienes ahora se consideraron como decodificadores y activos constructores de significados.

Una de estas explicaciones fue la ‘teoría del flujo de la comunicación en dos pasos’, formulada por Elihu Katz y Paul Lazarsfeld (1955), la cual reconoció –desde la perspectiva de efectos limitados de los medios de comunicación– un menor poder de influencia de los mensajes en los receptores, y diferenció dos fases del proceso comunicativo: 1) del medio de comunicación a las figuras representativas, y 2) de los líderes de opinión que retransmiten la información a otros receptores.

Desde este planteamiento, Lazarsfeld y Katz criticaron lo que bautizaron como la ‘Tautología de Lasswell’, con la que este autor intentó explicar “el efecto masificador de la sociedad de masas” (Mattelart y Mattelart, 1997, p. 35); pues –a diferencia de él– los autores restaron importancia a los medios de comunicación y la traspasaron a los líderes de opinión. De esta manera, subrayaron la importancia de las figuras de liderazgo en una comunidad y centraron la investigación en sus interacciones con los receptores como un factor más influyente en su comportamiento que la de los propios mensajes mediáticos.

Sin embargo, la mayor parte de estas teorías y modelos de CPCT continuaron menospreciando la influencia de las estructuras ideológicas de los receptores (Mattelart y

Mattelart, 1997), al plantear la posibilidad de trasplantar conocimientos de una cultura a otra sin tomar en cuenta sus contextos.

Tales planteamientos serían fuertemente criticados por los representantes de la Escuela Crítica o Escuela de Frankfurt, por considerar que –bajo el criterio supuestamente universal del progreso– las decisiones sobre qué comunicar y cómo hacerlo se habían tomado con la intención de cumplir los objetivos instrumentales de eficacia y eficiencia, correspondientes a los países industrializados.

Con el fin de criticar esta visión unidimensional del proceso comunicativo –que consideró a los públicos como simples contenedores– surgió el ‘modelo contextual’, que aminoró el reduccionismo del MDC y consideró que varios elementos del entorno resultan fundamentales para facilitar o dificultar los procesos de comunicación:

El modelo contextual reconoce que, en realidad, los individuos no reciben información como si fueran contenedores vacíos, sino que la procesan activamente de acuerdo con esquemas psicosociales modelados por sus experiencias previas, sus circunstancias personales y el contexto cultural donde se desarrollan. En las sociedades industrializadas la ciencia y la tecnología son ubicuas, lo que genera expectativas y demandas que hacen imposible vivir sin utilizar conocimientos tecnocientíficos. (Alcíbar, 2015, p. 11)

Este modelo consideró que la concepción pasiva y homogénea de ‘público’ era limitada, por lo que prefirió una noción en plural (Alcíbar, 2004a, p. 160) en la que se otorgó a los públicos el papel de constructores de significados diferenciados (Capriotti, 2013)–derivados de sus

creencias, conocimientos y expectativas–, junto con la influencia de los medios de comunicación masiva, a la que se le atribuyó la capacidad de amortiguar o amplificar preocupaciones ya presentes en los públicos.

Si bien esta propuesta representó una explicación más compleja de los procesos de CPCT, también fue criticada por enfocarse en relacionar información (Alcíbar, 2004a, p. 163) procedente de diferentes contextos culturales sin lograr su integración, lo que obstaculizaría la efectividad de la comunicación en situaciones prácticas (Lewenstein, 2003, p. 4).

2.3. Teoría de usos y gratificaciones y modelos participativos

Respecto a los efectos y usos de los medios masivos de comunicación, la ‘teoría de usos y gratificaciones’ modificó la que hasta el momento era la pregunta principal de investigación: ¿qué efectos causan los medios de comunicación en las personas?, y la sustituyó por ¿qué efecto tienen las personas en los medios de comunicación? (Mattelart y Mattelart, 1997).

Esta teoría –planteada en la década de los 70 por Elihu Katz, Jay Blumler y Michael Gurevitch– intentó explicar cómo las personas satisfacen sus necesidades (afectivas, cognoscitivas, de entretenimiento, etc.) mediante usos diferenciados de los contenidos de los medios de comunicación. Su aporte principal fue la creación de la noción de un ‘público activo’ y con capacidad de decidir, seleccionar, interpretar e, incluso, subvertir los mensajes; esto es, el usuario busca mensajes que resuelvan sus necesidades y rechaza los que no le signifiquen gratificación.

En este sentido, esta teoría ofreció elementos conceptuales para crear los modelos de ‘experticia’ y ‘participación ciudadana’, al poner el acento en cuáles usos dan los ciudadanos a los conocimientos disponibles en los medios y cómo pueden enriquecerlos con los conocimientos científicos, tecnológicos o tácitos con los que ya cuentan.

Asimismo, este modelo propuso incluir las experiencias, prácticas y costumbres de una comunidad para la resolución de sus problemas (Frankenberg, Galvis y Álvarez, 2012, p. 40) –de manera que concibió el conocimiento como una construcción colectiva– que puede segmentarse mediante estrategias de mercadotecnia para adecuar los mensajes a diferentes contextos, con base en los intereses de diferentes colectivos (Frankenberg, Galvis y Álvarez, 2012, p. 40).

Las principales críticas al ‘modelo contextual’ apuntaron a la conceptualización de un proceso comunicativo centrado en los contextos de los emisores y de sus mensajes; pues, aunque el receptor se incluyó como un complemento del proceso comunicativo, se relegó su papel en la construcción del conocimiento tecnocientífico.

Sin embargo, este modelo fue el precursor para que uno nuevo, el ‘modelo de participación ciudadana’, considerara a los legos como partes fundamentales de la CPCT. Esta propuesta privilegió el diálogo, la deliberación y el consenso, a fin de democratizar la producción, distribución y almacenamiento del conocimiento.

Su principal aporte fue el de evitar emplear los adjetivos de ‘ignorante’, ‘vulgo’ o ‘divulgación’, por considerarlos peyorativos. Por el contrario, se reconoció en los ciudadanos

capacidad para participar en la definición de estrategias y políticas científicas, tecnológicas y comunicativas desde sus tradiciones y valores específicos.

Desde este modelo se fomentó el compromiso de la ciudadanía con la ciencia y la tecnología, y se concibió a la CPCT como un flujo dialógico desde y hacia múltiples actores. “La diferencia con el modelo anterior es que [el modelo de participación ciudadana] enfatiza la necesidad de establecer mecanismos que favorezcan el intercambio entre ciencia y sociedad, y por ello también se lo conoce como modelo de diálogo” (Brossard y Lewenstein, 2010; Trench, 2008; Miller, 2001, citados en Alcívar, 2015, p. 6).

Gracias a este modelo y a los avances tecnológicos, se privilegió el flujo comunicativo desde y hacia los públicos, y su diversificación, así como la realización de encuestas de opinión, congresos, consensos, gestión negociada, comités asesores y referendos, entre otras prácticas democráticas para la toma de decisiones científicas y tecnológicas (Frankenberg *et al.*, 2012; Lewenstein, 2003).

Los modelos revisados hasta este punto se enmarcaron en la generación PEST (compromiso público con la ciencia y la tecnología) y aunque fueron más incluyentes que las anteriores generaciones, este grupo de modelos fue criticado por establecer objetivos políticos, como empoderar a los ciudadanos, en vez de metas epistémicas, como la validación del conocimiento.

2.4. Hacia teorías comunicativas y modelos pluralistas

Para contrarrestar el énfasis de la CPCT en uno de los polos comunicativos –emisor o receptor–, en la década de los 80 se hicieron planteamientos teóricos que rompieron con la visión dicotómica de la comunicación mediante enfoques pluralistas que pusieron el acento en los intermediarios.

Uno de estos planteamientos fue la ‘teoría del establecimiento de la agenda mediática’, que describió cómo los emisores contribuyen a la visión de mundo de los receptores, pero reconociendo que usualmente los papeles se intercambian y se fusionan, dada la creciente hibridación en los procesos comunicativos, mismos que pueden alternar el protagonismo de emisores, receptores, contextos y mensajes.

Debido a estas actualizaciones, a esta teoría se le consideró una teoría *sui generis* que:

Es difícil [de] enmarcar entre las que pugnan por los emisores o los receptores, o los efectos poderosos o limitados de los medios de comunicación [porque] justamente se enfoca en el intermediario o mediador (Latour, 2001). Y si bien acepta que los medios de comunicación no pueden decirnos qué pensar, sí pueden instalar en la agenda mediática (y colectiva) qué temas pensar [...] Esta influencia no es unidireccional, sino mutua. Si bien el público depende de la oferta comunicativa de los medios, a su vez el primero decide el papel social de los segundos mediante el ejercicio de sus expectativas y de sus sanciones. (Alcíbar, 2004a, pp. 302-303)

La ‘teoría del establecimiento de la agenda’ tuvo gran impacto en los modelos de CPCT, al ampliar los horizontes con sus propuestas conceptuales híbridas e incluir las consecuencias, efectos y respuestas generadas por los mensajes. De esta forma, desarrolló el concepto de ‘enmarcado’ o *framing* para explicar que los medios de comunicación ponen en la agenda pública los temas a reflexionar e introducen los conceptos relacionados con cada uno.

Años más tarde, cuando inició la emergencia de los nuevos medios de comunicación audiovisuales y la creciente hibridación generada por la tecnologización de finales del siglo XX, se crearon nuevas propuestas –a través de modelos que tomaron como base los principios epistemológicos posmodernos– que complejizaron las explicaciones previas sobre el proceso comunicativo.

Uno de los modelos propuestos fue el de Koballa, Kemp y Evans (citados en Burns, O’Connor y Stocklmayer, 2003), quienes utilizaron la analogía del ‘ascenso por las montañas del conocimiento’ para concebir a la CPCT como una actividad consciente y constante, que parte del esfuerzo individual y se apoya en guías –como periodistas, divulgadores, científicos y tecnólogos– que traducen el conocimiento (p. 192).

Los autores que retomaron estos presupuestos teóricos resaltaron que la CPCT debería generar en los receptores una o más de las variables consideradas por la analogía AEIOU: conciencia (*awareness*), disfrute (*enjoy*), interés (*interest*), opinión (*opinion*) y entendimiento (*understanding*). También influyó la ‘teoría del flujo comunicativo en dos pasos’, descrita por Lazarsfeld y Katz, pues se consideró a los intermediarios (periodistas de ciencia,

divulgadores, etc.) como escaleras que ayudan a ascender por las montañas del conocimiento o distintos campos disciplinares.

No obstante haber diversificado el objetivo de la CPCT y dejar de lado la intención pedagógica de los anteriores modelos, a esta propuesta posmoderna se le criticó por simplificar las reacciones de los públicos y considerar que el conocimiento se obtiene a través de intermediarios, en vez de ser construido entre todos los participantes.

Por su perspectiva crítica, los modelos propuestos a inicios de la década de los 90 se incluyen en la generación CUSP (comprensión crítica de la ciencia en público, por sus siglas en inglés), pues ampliaron las estrategias comunicativas anteriores y comenzaron un proceso de reconceptualización que rechazó los conceptos tradicionales de la CPCT.

Así, en la clasificación de tres generaciones de modelos comunicativos, cabe subrayar que histórica y epistemológicamente persistieron dos diferencias entre los modelos derivados de la corriente crítica enmarcada en el CUSP y las otras grandes clasificaciones: los modelos PAST (apreciación pública de la ciencia y la tecnología) y PEST:

La primera [diferencia] estriba en la distinta base epistemológica. Mientras el PAST y el PEST se fundamentan en principios de corte positivista, el CUSP tiene una base marcadamente constructivista. Los defensores de este modelo no atienden tanto a la exactitud con la que se transmiten los hechos científicos desde una fuente experta a un sumidero lego, como a que los hechos emergen y se mantienen en los foros públicos gracias a complejas interacciones entre las intenciones y necesidades de productores y

consumidores de textos, en contextos sociales y culturales dados. El conocimiento y su difusión siguen importando, pero se pone más el énfasis en cómo se usa socialmente ese conocimiento. La segunda diferencia atañe al origen de estos modelos. Mientras que el PAST y el PEST son implementados por instituciones científicas o por organismos públicos dedicados a la política científica, el CUSP nace de la reflexión crítica propia del mundo académico. (Alcíbar, 2015, p. 242)

Cabe señalar que los modelos PAST y PEST surgieron durante la década de los 70, y los del tercer tipo o CUSP corresponden a la segunda mitad de los 80; esto es, se basan en enfoques novedosos, como el propuesto por la TA-R, para confrontar las explicaciones tradicionales sobre la comunicación y generar nuevas.

2.5. Teoría del Actor-Red y modelos amodernos de comunicación

Uno de los primeros usos documentados de la noción de ‘red’ se encuentra en la obra *El sueño de D’Alembert*, escrita por Denis Diderot en la segunda mitad del siglo XVIII, en la que reconoce la existencia de términos híbridos para “describir substancia y cuerpo, en aras de eludir la división cartesiana entre materia y espíritu” (Arellano, 2015, p. 44).

Otro uso del concepto se ubica en las obras de Claude Henri de Saint Simón, precursor del positivismo, quien utilizó la metáfora de “organismo red” para concebir a “la sociedad como un sistema orgánico, un entramado o tejido de redes”, ya sea “materiales” o “espirituales”, en el que las personas podrían organizarse (Musso, 1990, citado en Mattelart y Mattelart, 1997, p. 15).

Desde el planteamiento de este autor, a inicios del siglo XIX, este tipo de redes fueron pensadas como conexiones entre elementos equivalentes: individuos, organismos e instituciones, cuya existencia se consideraba constante a lo largo del tiempo; pero no fue pensada para redes heterogéneas.

Décadas después, Auguste Comte redujo la flexibilidad de esta noción mediante una perspectiva mecanicista dentro del estudio de los procesos sociales, la cual bautizó con el apelativo de *física social*, misma que fue renombrada por Emilio Durkheim como sociología o ‘método de investigación social’, aunque nunca explicaron qué era lo social, sino que se usó una definición redundante y autorreferencial (Mattelart y Mattelart, 1997, p. 16).

Dado que esta definición se extendería hacia otras disciplinas sociales, la noción de ‘red’ –con un significado causal en la creación de “nexos en grupos pequeños”, “fuerza de las relaciones” o “análisis de las posiciones que ocupan los actores en la configuración de relaciones” (Arellano, 2015, p. 4)– se extendió hasta considerarse como “unión de elementos similares”.

El término ‘red’ –empleado como adjetivo– sirvió para calificar al sustantivo ‘sociedad’ en la propuesta de Castells (2009) llamada ‘sociedad-red’, en la que da cuenta de cómo los avances tecnológicos determinan el actuar de las colectividades al construir retículas que influyen el desarrollo colectivo (Day, 2019) (por ejemplo, al hablar de red del ferrocarril, red eléctrica, red telefónica o la red de Internet).

Varios autores pugnaron por sustituir la visión excluyente de la CPCT –imperante aún en la década de los 60–, ya que no reconoció a los públicos como actores con capacidad de negociar, contextualizar y resistir los mensajes de los emisores, sino hasta que los adelantos tecnológicos evidenciaron estas posibilidades.

Asimismo, con el concepto híbrido de ‘sociedad-red’, Castells destacó la posibilidad de la interconexión entre colectividades en una escala sin precedentes, aunque reconoció que desde hace milenios, con la aparición de las primeras herramientas comunicativas, se crearon este tipo de asociaciones actualmente potenciadas por las nuevas tecnologías.

Ante estos cambios tecnológicos y culturales, una nueva conceptualización de ‘red’ surgiría con la TA-R, pues si anteriormente –para autores como Castells– este concepto había considerado la interconexión de elementos de una misma clase (por ejemplo, rieles, cables, humanos, fibras, computadoras o teléfonos), ahora se empleó para caracterizar redes configuradas por la asociación de actores heterogéneos que modifican constantemente sus conexiones (Latour, 2001).

A partir de este giro se reconoció un cambio en los procesos de comunicación mediados por la interacción tecnológica distribuida en redes performativas (Echeverría, 2003; Olivé, 2000):

Por primera vez en la historia, los actuales medios técnicos posibilitan la participación masiva en un proceso comunicativo. Es necesario transformar el uso de los medios. Es posible construir modelos de comunicación en red basados en el principio de la

reversibilidad. Por ejemplo, un periódico escrito por sus lectores. (Schneider y Zarowsky, 2004, p. 88)

De hecho, con la popularización de las TIC, se visibilizó el carácter cambiante de las redes – advertido un siglo antes por Tarde– mediante una concepción de estas que incluye a híbridos conectados con actores de distintas clases. Este cambio permitió observar los procesos comunicativos de manera mucho más flexible y sin dar por sentada la existencia permanente de una sociedad; es decir, se reconoció su existencia sólo cuando diversas redes de actores heterogéneos trabajan asociadas durante cierto tiempo.

Desde una noción flexible y performativa de ‘red’ –que incluye a actores de distintas clases, unidos en diferentes momentos con otras redes y subredes– es posible identificar las relaciones entre actores relevantes en los procesos de CPCT y analizar las continuas traducciones que realizan para conseguir la circulación de la ciencia y la tecnología (Latour, 2001) hasta que sus conceptos llegan a la conversación coloquial.

2.5.1. Principios epistemológicos de la Teoría del Actor-Red.

Las ideas de Tarde mostraron ser de utilidad en un mundo interconectado por la tecnología, en donde no puede diferenciarse el comportamiento individual del colectivo ni a las redes de los actores que las conforman y modifican constantemente¹⁸.

¹⁸ Latour advirtió que cuando un medio de comunicación refiere que “el hombre vuela” o que “la mujer viaja al espacio”, en realidad la acción de volar “es una propiedad que pertenece a toda una asociación de entidades que incluye los aeropuertos, los aviones, las plataformas de lanzamiento y las ventanillas expendedoras de billetes. Los B-52 no vuelan, son las Fuerzas Aéreas estadounidenses las que vuelan” (Latour, 2001, p. 218).

Debido a su naturaleza flexible, los principios de la TA-R han mantenido una constante evolución, gracias a que los planteamientos de sus representantes han experimentado encuentros, desencuentros, diásporas y renovaciones constantes, siendo uno de sus principios más importantes el que “no puede darse nada por sentado” (Tirado y Domènech, 2005; Escudero, 2017).

A nivel comunicativo, la propuesta basada en la TA-R consiste en reunir la esfera de la producción de conocimiento con la de la comunicación de la ciencia y la tecnología, cuya separación había sido dada por sentada por la sociología tradicional. Al reensamblar ambas esferas mediante la sociología de las asociaciones, se favorece una conceptualización de comunicación como una serie de traducciones en las que se reconoce a los ciudadanos como coproductores del conocimiento, ya que para construirlo se requiere de su concurso.

Desde las premisas de la TA-R, distintos autores ampliaron los términos tradicionales, pues los planteamientos teóricos anteriores sólo reconocieron agencia a ciertos actores (Latour, 2001), pero no repararon en que actualmente participan híbridos en el proceso comunicativo, por ejemplo, los ‘emirecs’ –emisores y receptores– que conjugan funciones antes separadas (Aparici y García-Marín, 2018).

A fin de incluir a estos nuevos actores, la TA-R aportó un herramental conceptual útil para criticar dos conceptos que fueron dados por sentados en los modelos de CPCT tradicionales: lo social y los públicos, a los cuales esta teoría dotó de ‘performatividad’; esto es, del reconocimiento de que no existen permanentemente, sino hasta que se asocian diversos

elementos heterogéneos para mantener sus redes activas durante cierto tiempo (Escudero, 2018, p. 154).

En esta evolución conceptual de la CPCT, gracias a las nuevas propuestas de los modelos basados en los postulados de la TA-R, se generaron propuestas tendientes a superar las divisiones heredadas y a revisar la concepción de, al menos, tres conceptos clave:

Una aproximación radical a los ESC (Estudios sobre Sociedad y Ciencia) significa tener que oponerse al concepto de ‘ciencia’. Pero una consecuencia aún más interesante de esta línea de argumentación es que las concepciones usuales sobre la ‘sociedad’ y la ‘tecnología’ deben ponerse también en cuestión, ya que, si se abandona el punto de vista que mantiene que la ciencia y la sociedad son objetos analíticos separados el uno del otro, tales conceptos chocan entre sí. [...] La consecuencia potencial de nuestro estudio radical de la ciencia es –nada menos– que los conceptos ‘social’ y ‘sociedad’ se vuelven redundantes. (Woolgar, 1991, p. 2)

En contraposición con la tradición moderna, los postulados amodernos de la TA-R redefinieron los conceptos incluidos en el término ciencia, tecnología y sociedad –CTS– (Aparici y García-Marín, 2018, p. 76) y ampliaron la capacidad de agencia hacia actores no humanos e híbridos, con lo que se alejaron del antropocentrismo y las dicotomías heredadas por el pensamiento ilustrado moderno. Así, desde la TA-R se consideró que:

[...] otra forma de nombrar la configuración del cuerpo de la ciencia puede ser entendida bajo el término de redes sociotécnicas o redes de conocimiento. [...] Se entiende, pues, el

concepto de redes sociotécnicas como el conjunto de instituciones y actores que colaboran de manera conjunta en el quehacer científico. (Mendoza, 2015, pp. 159-160)

De esta manera, la TA-R se transformó en una categoría epistemológica posestructuralista y postsistémica (Arellano, 2015, p. 49), que rastrea redes conformadas por asociaciones de actores heterogéneos “reales como la naturaleza, narrados como el discurso y colectivos como la sociedad” (Latour, citado en Arellano, 2015, p. 47).

2.6. Aportes de la Teoría del Actor-Red a las nociones de comunicación pública de la ciencia y la tecnología

Para la TA-R, la ciencia se ocupa de articular objetos, sujetos y roles en un proceso de traducción (Latour, 2001). El éxito de estas traducciones reside en hacer que los argumentos tecnocientíficos se integren en la conversación común y formen parte de la toma de decisiones informadas por parte de la colectividad.

Para lograrlo, las traducciones –consideradas simplificaciones por los modelos de CPCT tradicionales– evitan la reducción de significados, mientras algunos modelos basados en la TA-R generan una comunicación que no reduce el conocimiento, sino que lo reconstruye desde una visión incluyente que toma en cuenta a los públicos (Pineda, 2013, p. 198).

Estas acciones de traducción, que utilizarían definiciones tradicionales, consistirían en “[...] resolver algo complejo en sus elementos, y descubrir las relaciones de los elementos más básicos a los que es posible llegar [...]” (Espuny, 2002). Por el contrario, la TA-R

construiría una propuesta basada en un proceso que, en vez de generar un análisis reductivo, generaría uno conectivo:

Si se piensa en un modelo en red, aunque no se tenga el conocimiento exhaustivo del objeto de estudio, podemos llegar a la comprensión de sus relaciones con los demás y de lo que significa. El proceso de comprensión mayor o menor se relaciona con las conexiones: en sistemas más grandes, mayor número de interconexiones, de referencias, mayor riqueza y mayor probabilidad de interconexión (Espuny, 2002, citado en Pineda y Molero, 2012, pp. 19-20).

Para crear un modelo basado en los principios de la TA-R, autores como Arellano (2015) advirtieron que los conceptos tradicionales de ‘ciencia’, ‘tecnología’ y ‘sociedad’ requieren actualizarse, para que sea posible superar las definiciones sistémicas y unidimensionales mediante las caracterizaciones proporcionadas por la TA-R (Latour, 2001)¹⁹.

En este sentido, Latour (2001) planteó que se requiere diferenciar entre la ‘ciencia’ y la ‘Ciencia’, ya que la primera hace referencia a los hechos aceptados por comunidades disciplinarias, y la segunda, a las controversias abiertas por inconsistencias en los hechos, a menudo entre colectividades diferentes que cuestionan concepciones dadas por sentadas.

¹⁹ Latour calificaría a la noción de red de la TA-R como “más flexible que la noción de sistema, más histórica que la de estructura y más empírica que la de complejidad” (2007, p. 18), y destacaría su utilidad para superar “la distancia cerca/lejos, las escalas macro/micro y la relación dentro/fuera” (1996, citado en Arellano, 2015, p. 52).

La TA-R diferenci6 así entre ambas caras de la actividad científica y consider6 que “para tener una buena comprensi6n tanto de la ciencia como de la Ciencia no basta con ofrecer a los receptores cápsulas con algunas ideas científicas simplificadas (Olivé, 2013, p. 18), sino que es necesario conjuntar redes de actores (actores-red) que enriquezcan el conocimiento al reconstruirlo (Latour, 2001, citado en Matías, 2012, p. 73).

Así, la definici6n de ‘ciencia’ se vuelve una caracterizaci6n dependiente de la perspectiva epistemol6gica desde la cual se haga, a grandes rasgos, puede caracterizarse como un cuerpo de conocimientos y un método (experimental) que verifica los saberes mediante una actitud crítica para comprender y construir la realidad.

Con esta redefinici6n se genera una conceptualizaci6n abierta y flexible que recorre en varios sentidos las diversas fases o etapas de traducci6n de un concepto hasta su llegada a la conversaci6n habitual, como lo muestran las dos propuestas derivadas de los principios de la TA-R que explican el funcionamiento de la ciencia y la tecnología:

1. El modelo de circulaci6n de los hechos científicos, pensado por Latour (2001) a mediados de la década de los 80 para caracterizar la circulaci6n del conocimiento como un ciclo, estuvo conformado por las siguientes fases:

- a) Movilizaci6n del mundo. El modo en que los no humanos (sensores, grabadoras, *podcast*, contenido, guiones de entrevista, computadoras) son incluidos en el discurso, primero como datos.

- b) Autonomización. Momento de hacerse independientes, conforme a un criterio de valoración y relevancia (por ejemplo, al contar con el apoyo de los colegas de una disciplina o ‘colegio invisible’).
- c) Momento de alianza. Acuerdos que antes de salir al público han de consolidarse relacionándose con otros grupos, situándose en un contexto amplio y seguro con otras disciplinas. En las ciencias sociales son los vínculos con el aparato público, organismos internacionales y estatales que financian el trabajo científico, así como alianzas entre centros de investigación.
- d) Representación pública. Inserción en la sociedad, en la ‘realidad’, a través de la comunicación pública de la ciencia, a fin de facilitar los esfuerzos de enrolamiento y alianzas.
- e) Vínculos, nudos, conceptos. Vinculan y contienen los cuatro momentos anteriores para establecer las directrices y focos de todas las conexiones restantes (Latour, 2001, p. 121).

Por medio de esta reconceptualización del proceso tecnocientífico, la TA-R concibe a la CPCT como una red vascularizada que conecta a diversos actores para que circule la información por las venas y arterias (Zincke, 2008, p. 38) de un circuito siempre cambiante, pues si bien existe un corazón que hace un trabajo de bombeo, éste no siempre es el mismo actor, sino que el lugar central va alternándose en función del momento en el que se encuentra el proceso comunicativo.

Así, se confrontó la visión que identifica al público como un conjunto homogéneo de individuos aglutinados en una masa informe, para ahora reconocerles agencia o capacidad de hacer o recibir acción (Escudero, 2018), como activos coproductores de significado.

Además, la TA-R reconoce que los públicos eligen y reconstruyen activamente la información científica y tecnológica ligada a sus intereses, por lo que es preciso relacionarlos con los contextos históricos y políticos donde se desenvuelven, los cuales antes se consideraban marginales (Pineda y Molero, 2012, p. 13).

Al reconocer la complejidad de estos procesos, la TA-R rechazó el modelo tradicional de producción del conocimiento por escindirlo de las relaciones con la sociedad y considerar que va de los laboratorios a los resultados, dejando de lado las diversas traducciones por las que debe transitar el conocimiento tecnocientífico para circular.

En cambio, los modelos basados en la TA-R plantearon que las referencias se incorporan a la vida cotidiana a través de sucesivas traducciones que van desplazando sus significados y combinando intereses de acuerdo a las reconfiguraciones de las redes por las que circulan.

Lo anterior permite reconocer las intrincadas relaciones entre ciencia y sociedad, e integrar el conocimiento científico con los contextos históricos, sociales y tecnológicos; además de incluir a otros actores, sus motivaciones, intereses y conflictos dentro del proceso comunicativo, de modo que se reduzca la distancia entre éste y la vida cotidiana.

En esta perspectiva, la noción híbrida de actor-red aplicada a la comunicación permite disolver las dicotomías, mitigar el antropocentrismo y modificar las definiciones

esencialistas, pues con ella se considera que todo actor se integra a una serie de redes, a través de asociaciones con diversos nodos que por momentos ganan o pierden protagonismo, de acuerdo con las circunstancias.

Para la TA-R, el actor-red es la conjunción temporal de diversas agencias que interactúan para mantener la acción de sus nodos (Latour, 2001), de manera que se consigue que el conocimiento circule al asociar, por ejemplo, la normatividad de la CPCT en México y su financiamiento con actores como los públicos, científicos y tecnólogos, en una red en la que sus conexiones ya no son separables.

Esta propuesta ha resultado fecunda para generar herramientas conceptuales que permiten describir el modelo de comunicación como una red, más que como un proceso lineal; además, al añadir la performatividad, cada actor es definido por sus relaciones con otros, pues “Callon consideró que cualquier elemento de una red puede, en determinadas circunstancias, representar un papel crucial en el comportamiento del conjunto, y por esta razón se ha interpretado que ese elemento circunstancialmente protagónico tiene el rango de actor representativo [...]” (Arellano, 2015, p. 48).

Por ello, desde la TA-R es posible plantear la noción de ‘comunicación en red’ como una caracterización exploratoria de los procesos comunicativos actuales, que hacen referencia a las conexiones técnicas y humanas que se requieren para obtener resultados en la circulación del conocimiento tecnocientífico, vía la asociación de públicos performativos.

Así, con el objetivo de facilitar los procesos de comunicación en red de las tecnociencias, Fioravanti y Velho (2010, p. 1) resumieron algunas estrategias sobre cómo realizar estas acciones de una manera flexible y simétrica, siguiendo los principios de la TA-R y utilizando las herramientas de la CPCT y del periodismo científico:

- a) Seguir las conexiones. Significa explorar cómo y por qué se hizo una investigación, de acuerdo con las preguntas clave que cualquier periodista debe preguntar: qué, quién, cuándo, dónde, por qué y cómo.
- b) Ir despacio. Implica mapear el territorio –como un cuidadoso cartógrafo– para ubicar cómo fueron hechas las conexiones. [...] En términos periodísticos, significa no aceptar las conclusiones más fáciles o a los actores más evidentes. En su lugar, uno debe observar a los actores de atrás de la escena. Así, los logros científicos emergerán consistentemente como un trabajo colectivo y no gracias a la labor solitaria de los científicos.
- c) Mirar de cerca o miopemente. Significa desarrollar una visión detallada en vez de intentar examinar todo, como lo hace un generalista.
- d) No cambiar la manera en la que uno se mueve. Este procedimiento permite encontrar las rutas y mapear el nuevo escenario. Al construir un escenario tan completo como sea posible –con actores, máquinas, instituciones y espacios–, se ayuda al lector a entender mejor la evolución del conocimiento científico.

e) Mantener todo plano. Supone eliminar las distinciones entre lo que anteriormente parecía separado, distante u opuesto, de manera que:

[...] no habrá más global o local, sólo sitios más o menos conectados con otros sitios. [Esto significa] transformar a los actores aparentemente más poderosos, así como a los menos poderosos, en puntos, y así rastrear sus conexiones e interacciones. La extensión y durabilidad de estas conexiones es lo que va a determinar el poder real y la relevancia de cada actor. (Fioravanti y Velho, 2010, p. 3)

Para ejemplificar las diversas redes por las que circulan los conocimientos tecnocientíficos, Latour (2001) realizó una propuesta conceptual resumida en el siguiente diagrama en el que se describen las cinco fases de los procesos de comunicación, divulgación y diseminación de las tecnociencias ideados desde la TA-R:

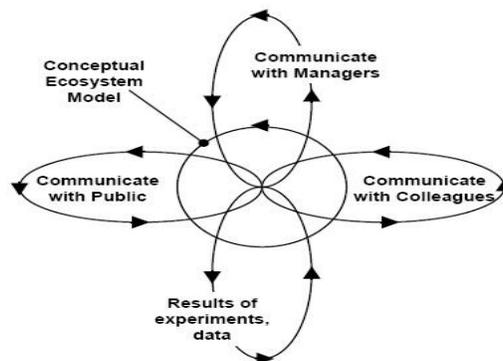


Ilustración 1. Diagrama de circulación de la ciencia, propuesto por la TA-R. Fuente: Latour (2001, p.54).

Utilizar esta noción performativa, flexible y no esencialista de red ayudaría a implementar acciones inclusivas de democratización de las tecnociencias, materializadas en México a

través de programas y políticas de CPCT que permitan la asociación de actores en redes para generar y comunicar conocimiento tecnocientífico.

A continuación, se profundizan y contrastan las propuestas surgidas hasta el momento y se resumen las convergencias y divergencias de las teorías de la comunicación de masas y los modelos de CPCT tradicionales frente a los basados en la TA-R.

Tabla 2

Convergencias y divergencias en las teorías de la comunicación de masas y en los modelos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología

<i>Principal teoría de la comunicación</i>	<i>Principal modelo de CPCT</i>	<i>Convergencias y divergencias</i>
Aguja hipodérmica.	Modelo del déficit.	Ambas propuestas muestran una clara división dicotómica y antropocéntrica.
Teoría matemática de la comunicación.	Modelo del déficit.	Se deja de lado el antropocentrismo, pero mantiene las dicotomías y la unidireccionalidad de la comunicación.

a) Teoría del flujo de la comunicación en dos pasos.	Modelo contextual.	Se concibe una comunicación diferenciada por fases y contextos, aunque vertical.
b) Teoría de usos y gratificaciones.	a) Modelo de la experticia.	Se toma en cuenta las necesidades de los receptores, a quienes se les reconoce un papel activo.
	b) Modelo de participación ciudadana.	Se descuidan interacciones que van más allá de la comunicación humano-humano. Permanece la idea de una comunicación del centro hacia la periferia.
c) Establecimiento de la agenda mediática.	Modelo de la analogía de escalar montañas del conocimiento.	Se reconocen sentidos multidireccionales y fases de retroalimentación en la comunicación. Se reconoce la importancia de los periodistas para establecer la agenda mediática. Se aceptan conceptos híbridos.

TA-R.	a) Modelo emergente y dual de la comunicación tecnocientífica pública.	Se eliminan dicotomías al considerar que no hay afuera ni adentro, especialmente entre ciencia y tecnología (tecnociencia), ni entre el discurso científico y el saber común (Pineda, 2013).
	b) Comunicación en red de las tecnociencias.	Se incluyen a actores no humanos en el proceso de CPCT. Considera a la sociedad un problema a explicar, no una solución.

Fuente: Elaboración propia a partir de Mattelart y Mattelart (1997); Latour (2001); Burns *et al.* (2003); Lewenstein (2003); Domínguez (2009) y Alvarado (2015).

Así, la utilidad de la TA-R recae en enfrentar una concepción dicotómica y antropocéntrica que sigue valorizando al sujeto de conocimiento sobre el objeto, dentro de escenarios homogeneizados por las políticas públicas y los diferentes modelos y nociones que han adoptado los estados nacionales para comunicar la ciencia y la tecnología.

III.-La política de comunicación pública de la ciencia y la tecnología en México

3.1. Origen de las políticas de comunicación

La institucionalización de la comunicación de la ciencia y la tecnología es un proceso relativamente reciente, pues las primeras revistas centradas en temas científicos se publicaron en el siglo XVII en países europeos y, posteriormente, en sus territorios coloniales.

Desde su origen, la comunicación de la ciencia estuvo condicionada a la época y al lugar de su surgimiento: Europa. Un primer esfuerzo para comunicar conocimiento a no especialistas fue realizado por Galileo Galilei, quien redactó, a manera de conversaciones y en lengua del vulgo –el italiano-, la obra *Diálogo sobre los dos sistemas del mundo* (1632).

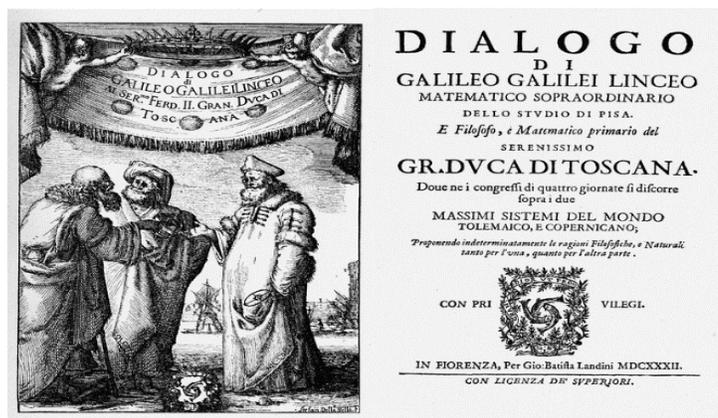


Ilustración 2. Galilei utilizó a dos personajes con argumentos opuestos para tratar de dirimir la controversia sobre si las ideas heliocéntricas eran ciertas o, por el contrario, debía prevalecer la representación geocéntrica del Universo. Grabado de Landini (1632).

Este esfuerzo divulgativo dio pie a estrategias encaminadas a transmitir los beneficios –y riesgos– de la ciencia y la tecnología a públicos no especializados, a través de los medios de

comunicación disponibles en el siglo XVII –libros y cartas, sobre todo– y de un nuevo medio para divulgar: las revistas, que se convertirían en un vehículo privilegiado para comunicar ciencia y tecnología.

Le Journal des Sçavans (El Diario de los sabios) se publicó el 9 de enero de 1665, en París, Francia, como un instrumento de intercambios científicos y literarios entre europeos letrados. Meses más tarde, en marzo de 1665, la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural –constituida en 1660– se propuso difundir conocimientos científicos a través de la revista *Philosophical Transactions* (Payne, p. 96, citado en Sarah, 2013).

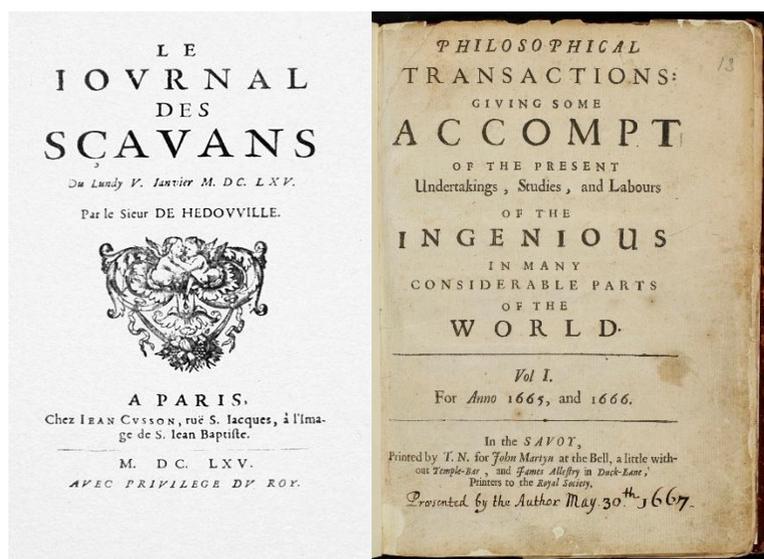


Ilustración 3. Portadas de las primeras revistas científicas publicadas en enero y mayo de 1665.

A raíz del reconocimiento de la utilidad de la ciencia y la tecnología como instrumentos de dominio, varios países europeos –como Inglaterra y Francia– desarrollaron tradiciones comunicativas que consideraron a ‘la razón’ como el vehículo que llevaría, a quienes

dominaran estos conocimientos (Shamos, 1988), hacia el progreso científico y tecnológico sostenido y, por ende, a una vida mejor, más libre y más igualitaria para todos.

Esta concepción utópica sobre la ciencia y la tecnología incluyó la promesa ilustrada de amasar riqueza y bienestar a través de la ‘razón científica’, la cual supuestamente combatiría la ignorancia y erradicaría las supersticiones de la población, mientras que llevaría el progreso a las colonias europeas. Esta visión se trasplantaría más tarde a los países latinoamericanos, con el sesgo elitista, vertical, dicotómico y eurocéntrico que marcó el nacimiento de la ciencia en el hemisferio occidental y, por lo tanto, de su comunicación.

En el territorio que actualmente es México, el impulso ilustrado generó la creación de publicaciones divulgativas similares a las europeas, en las que se destacó la utilidad de conocer sobre agricultura, minería, astronomía, ganadería y otros conocimientos útiles para extraer las riquezas de América y enviarlas a Europa. De ahí que en las publicaciones recién creadas, especialmente en la capital del virreinato, se pugnó por la modernización y la adquisición de los conocimientos validados por las academias dominantes del mundo -las de Europa y Norteamérica-, y por el rechazo de los saberes locales, tildados como “supersticiosos” (Domínguez, 2009).

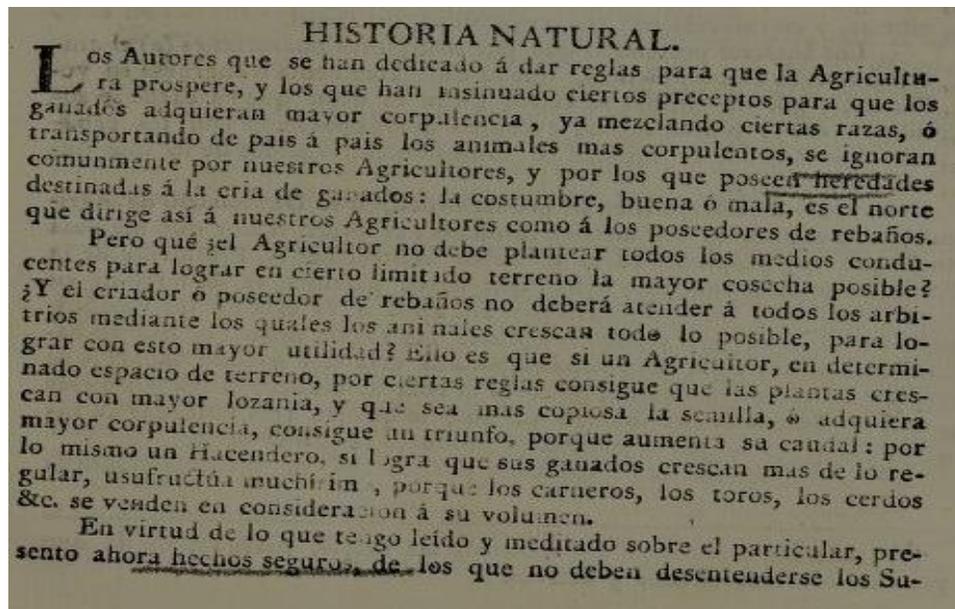


Ilustración 4. Ejemplo divulgativo publicado en la Nueva España, bajo el impulso de la Ilustración, en una gaceta literaria en la que se introducen las reglas de la agricultura para combatir la “ignorancia”, mediante la publicación de “hechos seguros” en la *Gazeta de literatura de Mexico (sic)* de 1792.

A partir de este impulso para confiar en la razón y extender la concepción europea de la ciencia y la tecnología como un conocimiento instrumental que otorga capacidad de dominio, el número de publicaciones dedicadas a su comunicación fue *in crescendo*. En 1765 se documentaron alrededor de quinientas revistas en Europa, y un siglo después, cinco mil. (Calvo, citado en Alcívar, 2004a, p. 69).

Sin embargo, en sus primeras décadas, aquella estrategia de comunicación del conocimiento presentó una limitación: dirigir sus mensajes sólo a un reducido número de

personas alfabetizadas, quienes requerían combinar la habilidad lectora con cierto conocimiento técnico e interés en temas especializados²⁰.

A pesar de tales limitantes, la promesa de alcanzar un estado de ‘orden y progreso’ entre las naciones que abrazaran la racionalidad propugnada por el positivismo –bautizada por vez primera como científica por Whewell, en 1840– se desarrollaría décadas más tarde en otros países hasta convertirse en la ideología dominante, gracias a su difusión a través de los medios de comunicación.



Ilustración 5. William Whewell (24 de mayo de 1794 - 6 de marzo de 1866). Teólogo, filósofo y científico británico. Es considerado el primero en utilizar el término ‘científico’ en vez de ‘filósofo natural’, en su obra *Filosofía de las ciencias inductivas* (1840).

En la segunda mitad del siglo XIX –época con hegemonía europea a nivel global– una nueva forma de organizar el trabajo se difundió desde la región central de Europa hasta implantarse

²⁰ Una excepción a esta concepción elitista del conocimiento científico ocurrió en otra institución británica: la Institución Real, fundada en 1799, la cual acercó los conocimientos sobre ciencia y tecnología a numerosas personas a través de la sus Charlas de Navidad, a partir de 1825, a las que los asistentes –de cualquier clase social– acudían gratuitamente y podían retroalimentar a los científicos para enriquecer los conocimientos presentados.

en otros países, a través de la transferencia de conocimiento sobre el uso de la máquina de vapor para mecanizar la producción textil y agrícola.

Con esta revolución, iniciada en Francia e Inglaterra, se propagó la idea de que el desarrollo científico y tecnológico podría difundirse en los países periféricos, que aún no se industrializaban. Así comenzaría un flujo comunicativo originado en el núcleo de los países que ya habían desarrollado conocimientos científicos y tecnológicos hacia los que aún no los tenían, pues apostaron por imponer su visión al resto del mundo.

Desde esta perspectiva se privilegió una comunicación asimétrica (Mattelart y Mattelart, 1997, p. 108) a través de la cual los países dominantes procuraron que sus colonias únicamente recibieran los conocimientos requeridos para la explotación de sus materias primas, objetivo al que contribuyó la institucionalización de disciplinas científicas conforme a los principios positivistas.

En esta creciente disciplinarización, la CPCT privilegió el discurso de ciertos especialistas que consideró más apegados al método experimental, mientras que consolidó la idea de que los legos –ajenos a cierto campo disciplinar– eran incapaces de comprender los lenguajes altamente especializados de los campos y subcampos científicos, de modo que se les excluyó en un proceso comunicacional que quedó reservado para un reducido número de personas, instituciones y disciplinas.

Con la institucionalización de varias de estas disciplinas en los centros de enseñanza europeos y su implantación en México a comienzos del siglo XX, se adoptaron las

metodologías de las ciencias exactas, tal como se enseñaban en las facultades de las universidades europeas, lo que significó la consolidación de la investigación con base en la división de los objetos de estudio reservados como campos divididos de otras disciplinas (Domínguez, 2009).

De este modo, se valoró al conocimiento según el sitio geográfico y disciplinar desde donde era enunciado y se crearon líneas divisorias para diferenciar a las ciencias duras de las ciencias sociales, y a éstas de las humanidades, pues se consideró que el conocimiento que generaban las primeras –producido por una elite capacitada para el manejo del método científico– era superior al de las segundas, y el de éstas al de las humanidades.

Dentro de este contexto, en México, durante la segunda mitad del siglo XX, los liberales –encabezados por Benito Juárez– adoptaron el liberalismo económico y el positivismo para impulsar el progreso del país, y elaboraron las normas jurídicas que consideraron consecuentes: las Leyes de Reforma y la Constitución de 1857, que coadyuvaron a la destrucción de las estructuras anteriores y a incluir paulatinamente al país en el concierto mundial de las naciones, aun cuando sólo fuese como proveedor de materias primas.

En este marco, desde finales del siglo XIX y tras la Primera Guerra Mundial, se consolidó en México una concepción elitista de la comunicación de la ciencia y la tecnología, pues se aceptó que ambas provenían de los países que habían impulsado la Segunda Revolución

Industrial²¹ y que dominaron –mediante la exportación de tecnología y de sus propios modelos de desarrollo y comunicación (Domínguez, 2006)– a las naciones más atrasadas, a las que impusieron sus lenguas –especialmente la francesa e inglesa– como vehículos de conocimiento.

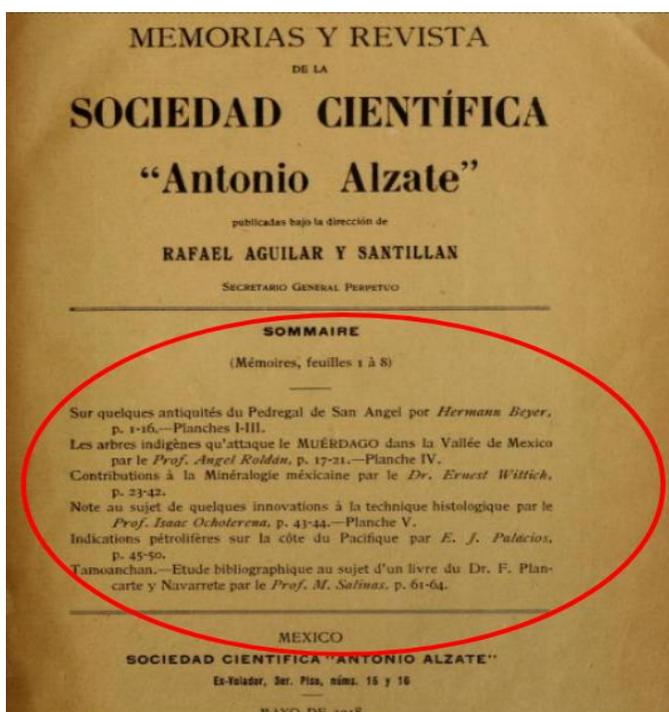


Ilustración 6. Portada de uno de los ejemplares de las *Memorias y Revista de la Sociedad Científica 'Antonio Alzate'*. Se circulan con rojo los textos en francés utilizados para comunicar el conocimiento tecnocientífico producido en y sobre México.

²¹ La Segunda Revolución Industrial comenzó en los Estados Unidos de América con la inclusión de la energía eléctrica en la cadena de producción y con la reducción de la dominación militar y política frente a la económica, a nivel global, a través de la exportación de capitales y la extracción y transformación acelerada de materias primas por parte de los países centrales, gracias a los avances tecnológicos y científicos que propiciaron procesos de neoextractivismo, es decir un nuevo extractivismo de materias primas, en las naciones latinoamericanas, recientemente independizadas (Hobsbawm, 2009).

Posteriormente, en el marco de la perturbación global generada por la Segunda Guerra Mundial, varios países latinoamericanos optaron por una política de sustitución de importaciones que rechazó los modelos de producción de conocimiento y artefactos tecnológicos provenientes de Europa y de los Estados Unidos de América, privilegiando la propia, con el fin de reducir la dependencia tecnológica y económica respecto al norte global (Mattelart y Mattelart, 1997; De Souza-Santos, 1992) y, en un futuro, competir con los países desarrollados²².

Con este propósito, en la década de los 50 se crearon en México dependencias como el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC) –fundado en 1950 y reformado en 1961– el cual fungió como organismo ejecutor de las políticas de ciencia y tecnología, y articulador de los esfuerzos comunicativos de las instituciones ya existentes.

En consonancia con esta política, el esfuerzo de CPCT se basó en un discurso nacionalista que promovió la sustitución de tecnología y conocimiento importado para favorecer la producción mexicana. Aunque por el costo de esta política sustitutiva y su falta de resultados a corto plazo, el apoyo a estas medidas nacionalistas se debilitó y, apenas dos sexenios después, se adoptó el modelo económico neoliberal (Orozco-Martínez, 2016, p. 23).

²² En los países con mayor población y extensión de Latinoamérica, en los años 70 se registraron periodos de excepción a la condición de dependencia científica y tecnológica con respecto al norte global, pues en Argentina, Brasil y México se hicieron esfuerzos para construir de manera autónoma bombas atómicas, computadoras y satélites, aunque en el corto plazo los proyectos se mostraron inviables debido al elevado costo de producción de estos artefactos. Únicamente Cuba, alrededor de la misma época, comenzó a despuntar en el terreno de la producción de vacunas y tratamientos médicos, ramas en las que aún es una potencia media.

Este giro neoliberal coincidió con la Tercera Revolución Industrial –iniciada a finales de 1980 en los Estados Unidos de América–, caracterizada por la producción masiva de microprocesadores y computadoras, y portadora de la promesa de una modernización tecnológica que, supuestamente, acercaría el progreso a los países pobres mediante el libre comercio y la consiguiente adopción de un solo modelo: el capitalista.

De acuerdo con el planteamiento neoliberal dominante –resultante de la emergencia de los Estados Unidos de América como única superpotencia, tras la desintegración de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas–, los países menos desarrollados intentaron seguir su modelo en busca de la tecnoutopía; a saber, el auge de la tecnocracia, o el gobierno de los especialistas (Domínguez, 2009), particularmente en materia económica.

A contracorriente, a finales de los 80 comenzaron a surgir explicaciones respecto a los procesos comunicativos, con la intención de superar las narrativas de la modernidad; de este modo, algunas propuestas comunicativas comenzaron a implementarse en forma de modelos contextuales y, posteriormente, a través de modelos participativos y variantes de la generación CUSP (modelo de comprensión crítica de la ciencia en público).

Con la finalidad de aportar una mirada global sobre la evolución y las relaciones entre los diversos modelos para comunicar la ciencia y la tecnología, a continuación, se describen los nexos entre distintas posturas epistemológicas y las principales teorías comunicativas que interactuaron con diferentes tradiciones de comunicación del conocimiento.

Tabla 3

Relación de las posturas epistemológicas, las teorías de la comunicación de masas y los modelos de CPCT

<i>Postura epistemológica</i>	<i>Principal teoría de la comunicación</i>	<i>Principal modelo de CPCT</i>	<i>Tradición histórica sobre la transmisión del conocimiento científico</i>
Positivismo (empirismo inductivo).	Aguja hipodérmica.	Modelo de apreciación pública de la ciencia y la tecnología (PAST). Variante: modelo del déficit (canónico).	Iluminismo.
Neopositivismo (empirismo lógico).	Teoría matemática de la comunicación.	Modelo de apreciación pública de la ciencia y la tecnología (PAST). Variante: modelo del déficit.	Tradición escolarizada.

Racionalismo crítico.	Teoría del flujo de la comunicación en dos pasos.	Modelo de compromiso público con la ciencia y la tecnología (PEST). Variante: modelo contextual.	Difusionismo desarrollista.
Racionalismo.	a) Teoría del flujo de la comunicación en dos pasos. b) Teoría de usos y gratificaciones.	Modelo de compromiso público con la ciencia y la tecnología (PEST). Variantes: a) Modelo de la experticia. b) Modelo de participación ciudadana.	Tecnoutopía emergente. Democratización de la comunicación.
Constructivismo relativista.	Establecimiento de la agenda mediática.	Modelo de comprensión crítica de la ciencia en público (CUSP). Variante: modelo de la analogía de ascender	Postmodernismo.

		por la montaña del conocimiento.
Estudios CTS.	TA-R.	a) Emergente y dual de la comunicación tecnocientífica pública. b) Comunicación en red de las tecnociencias.
		Amodernismo.

Fuentes: Elaboración propia a partir de Mattelart y Mattelart (1997); Latour (2001); Burns *et al.* (2003); Lewenstein (2003); Domínguez (2009) y Alvarado (2015).

3.1. La política científica y tecnológica de México: La fundación del Conacyt

Entre 1967 y 1970,²³ seis países de Latinoamérica –entre ellos México– crearon sus respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología con la intención de fomentar el desarrollo nacional a través de la investigación básica y aplicada, y de la “divulgación de sus resultados”,²⁴ ya que, de acuerdo con la Declaración de Punta del Este, tales acciones permitirían emular a los países desarrollados.

²³ Desde 1963 se realizaron reuniones organizadas alternativamente por la UNESCO y la OCDE. En este marco, instituciones extranjeras participaron en la arquitectura institucional del sector científico mexicano.

²⁴ En Latinoamérica, la CPCT fue reconocida como una prioridad en 1965, cuando se realizó en Chile la *Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina (Castala)*, promovida por la UNESCO (Dellamea, 2001). A la vez, a los países con un nivel medio y bajo de desarrollo se les sugirió destinar al menos 1.5 por ciento de su producto interno bruto (PIB) a la ciencia, sugerencia que fue elevada al 2 por ciento en el año 2000, aunque en México esta proporción nunca ha sobrepasado el 0.51 por ciento de su PIB.

La creación de este tipo de organismos se consideró indispensable para fomentar el desarrollo económico en los países latinoamericanos, por lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de Estados Americanos (OEA) recomendaron ubicarlos en los niveles más altos de la estructura de gobierno y considerar la participación de científicos y tecnólogos. Pero en México no se creó una Secretaría, sino que se encargó un estudio al Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC), en el que se justificó su transformación en Consejo, ubicado en un nivel medio dentro de la estructura gubernamental:

Las organizaciones internacionales, en particular la UNESCO y la OEA, y con menor intensidad la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), desempeñaron un papel importante en esta decisión. La definición de los programas nacionales de desarrollo económico era una de las condiciones que los países latinoamericanos debían cumplir para obtener fondos del gobierno de Estados Unidos, bajo la denominada Alianza para el Progreso. (Kreimer, Vessuri, Velho y Arellano, 2014, p. 13)

Siguiendo estos lineamientos, las políticas de comunicación²⁵ en México se apegaron al modelo canónico para difundir la ciencia y tecnología y descartaron –por su costo y

²⁵ Cuilenburg y McQuail definen a las políticas de comunicación como “los objetivos o metas que se quiere conseguir; los valores y criterios en que se definen y se reconocen estas metas; los varios contenidos y servicios comunicativos en los que se aplican estas políticas [...], (citados en Gómez, 2007, pp. 391-392). Así, al hablar de manera amplia de la política de comunicación de la ciencia y la tecnología en México, se hace referencia a las disposiciones, acuerdos, decretos y financiamientos gubernamentales, leyes y reglamentos, actuaciones de organismos regionales e internacionales, asociaciones y organismos civiles, y modelos de comunicación, entre otros actores que participan o pueden llegar a participar en la serie de traducciones necesarias para que circule el conocimiento tecnocientífico.

complejidad— el empleo de otros modelos —como el contextual, el de la experticia o el participativo— para democratizar el conocimiento entre los mexicanos.

Desde esta visión, el Estado mexicano promovió una política de comunicación basada en la presunción de que sólo los especialistas podían producir conocimiento, mientras que los comunicadores tendrían únicamente el papel de reproductores de sus mensajes; de esta forma, se prescindió de los modelos que planteaban que el conocimiento debiera ser construido dialógicamente en vez de ser transmitido en forma vertical a un público supuestamente ávido de ser aleccionado.

Por ello, con la intención de transmitir información ya fijada sobre los adelantos de ciencia y tecnología entre la población mexicana, el modelo canónico concentró el conocimiento en una minoría, para luego distribuirlo unidireccionalmente de acuerdo con lo que los comunicadores (científicos, tecnólogos y burócratas) suponían que requería saber el público (Sánchez-Mora *et al.*, 2015).

A raíz de esta suposición, uno de los obstáculos para democratizar la comunicación de la ciencia y la tecnología en las políticas mexicanas fue el de privilegiar una comunicación entre expertos, enfocada en la publicación de artículos de investigación revisados por pares y no en la creación de redes de comunicación para hacer circular los conocimientos entre el mayor número posible de actores.

Sin embargo, la concepción heredada se impuso en la comunicación realizada desde las instituciones científicas y tecnológicas del país, aun antes de la fundación del Conacyt, y

posteriormente se consolidó en las políticas nacionales mediante “la extrapolación y copia mecanicista de paradigmas y modelos de desarrollo científico-tecnológico [y de comunicación] de los países industrializados, sin considerar las particularidades histórico-culturales de los pueblos” (Martínez, 2000, p. 3).

Al respecto, distintos diagnósticos recalcaron la necesidad de modificar el flujo comunicativo desde un centro hacia una periferia, por lo que en el documento fundacional sobre Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología (1970) destacó la presencia de “[...] deficiencias fundamentales, tanto técnicas como conceptuales, que no propician en su conjunto la formación de investigadores y de personal científico y técnico” (INIC, 1970, p. 30).

Entre los principales problemas detectados, se subrayó que la comunicación de “hallazgos y éxitos” por parte de los científicos sólo consideraba el avance de sus carreras, y especialmente su reconocimiento en el extranjero, a través de sus publicaciones. En otras palabras, las acciones para comunicar la ciencia y la tecnología a las mayorías fueron relegadas frente a la necesidad de obtener financiamiento.

En el estudio *Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología* (1970), realizado antes de la fundación del Conacyt, se subrayó la necesidad de valorar y promover un cambio cultural de la elite mexicana. Por ello, se tomó la determinación de fomentar un desarrollo científico y tecnológico que evitara influencias externas y promoviera la soberanía del país.

En este informe se exhortó a que el gobierno mexicano generara una política nacional de ciencia y tecnología, a través de un organismo rector que tendría entre sus tareas promover la sustitución de importaciones y el desarrollo de una industria nacional, además de la circulación de información tecnológica y científica en los diversos sectores de la población mexicana.

3.2. Políticas de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (1970-1982)

A finales de 1970, la nueva administración federal adoptó el objetivo de promover acciones tendientes a obtener recursos y facultades para nuevas instituciones de investigación pues las políticas científicas y tecnológicas estuvieron hasta ese momento sumamente centralizadas.

Con la intención de modificar esta centralización, en decreto publicado el 29 diciembre de 1970 en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF), se anunció la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en reemplazo del Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC), días después de la toma de posesión del presidente Luis Echeverría Álvarez.

En este decreto se planteó el desarrollo científico como un objetivo primordial (INIC, 1970) y la creación del Consejo como una entidad asesora del Poder Ejecutivo en materia de política científica y tecnológica, además de ser la institución encargada de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Este nuevo organismo quedó subordinado a la entonces Secretaría de Programación y Presupuesto, y entre sus tareas, se incluyó la formación e

investigación científica, así como la comunicación al interior y hacia el exterior del Sistema de Ciencia y Tecnología (Orozco-Martínez, 2013, p. 13).

Sin embargo, al Conacyt no se le permitió determinar el destino de sus recursos. Desde su creación, no se consideró necesario dotarlo de un presupuesto para hacer acciones de CPCT. También se le negaron facultades para diseñar la política científica y comunicativa nacional, pues únicamente se le dieron atribuciones de publicación y difusión pero no, de integración de redes, como se plasmó en el documento que le dio nacimiento:

[Promover] las publicaciones científicas médicas y fomentar la difusión sistemática de los trabajos realizados tanto por los investigadores nacionales como por los extranjeros que residen en el país, mediante la utilización de los medios más adecuados a ello, así como publicar periódicamente los avances de la ciencia y la tecnología nacionales, sus aplicaciones específicas y los programas y actividades de los centros de investigación. (*Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, citada en Orozco-Martínez, 2016, p. 18).

Por el contrario, en detrimento de la capacidad del Conacyt para favorecer la circulación de la ciencia y la tecnología, se le impusieron tareas burocráticas y administrativas para apoyar las políticas nacionales que en el discurso afirmaban buscar la descentralización, la comunicación hacia el vulgo y la democratización de la ciencia y la tecnología, aunque en la práctica mantuvieron la inercia elitista de las instituciones predecesoras del Conacyt, las

cuales en su mayoría privilegiaron la difusión²⁶ del conocimiento científico y tecnológico, sin considerar importante su comunicación hacia afuera de los círculos especializados.

La delineación de las políticas comunicativas en materia de ciencia y tecnología se realizó basada en el modelo canónico, como derivación de las teorías lineales de comunicación y de la ideología positivista, por lo que se adoptó en México una lógica cuantitativa que afirmaba que mientras más productos de CPCT se generaran y más impactos tuvieran estos en un público indeterminado, se lograría una mayor cultura científica en el país.

Así, el *Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología* (Conacyt, 1976) fomentó una política de CPCT basada en el extensionismo –concepto criticado por Freire (1998)–, en el que la comunicación se lleva a cabo desde un plano de superioridad por parte de los científicos y tecnólogos beneficiados con apoyos estatales, quienes –de acuerdo con el

²⁶ Previo a la creación de políticas nacionales de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, hubo esfuerzos para realizar difusión y divulgación en el territorio que actualmente es México, como las clases y conferencias impartidas dentro del Real Seminario de Minería (siglo XVII), las revistas generadas por las sociedades científicas (siglos XVII y XVIII), las publicaciones proto-académicas (siglo XIX) y algunas acciones de CPCT realizadas por instituciones privadas, como la Academia Mexicana de Ciencias (siglo XX) (Martínez y Cervera, 2012, p. 1). En 1935, el presidente Lázaro Cárdenas creó el Consejo Nacional de Educación Superior y, posteriormente, el INIC, diseñado para coordinar y fomentar las actividades científicas y tecnológicas en el país, pero no consideró su comunicación pública. El INIC fue reemplazado por el Conacyt, siguiendo los lineamientos de la *Declaración de Punta del Este*, de 1967, en la que varios gobiernos latinoamericanos se comprometieron a crear organismos capaces de orientar, coordinar y desarrollar una política científica-tecnológica con ayuda del financiamiento de organismos internacionales. Solamente en algunas instituciones, como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se apoyaron las acciones de comunicación de la ciencia. Posteriormente, la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, fundada en 1986, surgió como una asociación de científicos y divulgadores de distintas regiones del país con el objetivo de divulgar el conocimiento científico y técnico (Declaración de Morelia, 2011) en diversos espacios abiertos a todos los sectores de la población y a través de los distintos medios de comunicación. Otras asociaciones científicas también dedicaron espacios a la divulgación y difusión de sus especialidades, destacando la labor realizada por la Academia Mexicana de Ciencias y los centros culturales agrupados en la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCyT).

Conacyt– deberían actuar como “extensionistas de su propio trabajo hacia una sociedad a la que se deben” (Conacyt, 1976, citado en Orozco-Martínez, 2016, p. 19).

Pero esta indicación no ayudó a democratizar los conocimientos científicos y tecnológicos entre la población mexicana. La mayoría de los investigadores no comunicaron sus hallazgos masivamente pues se concebía a la divulgación más como un reconocimiento a la carrera de investigadores consagrados que en la cumbre de sus carreras podían dirigirse a los grandes públicos, que como parte fundamental de la investigación y un paso hacia la democratización de la CPCT en el país (Orozco-Martínez, 2016, p. 18).

Ante este panorama, el Estado mexicano planteó alternativas para incluir a empresarios y a burócratas en el esfuerzo de comunicar la ciencia y tecnología mexicana, de manera que se buscó transformar la mentalidad de sus élites y fomentar en ellas “un cambio radical [en] las estructuras mentales y la concepción misma de este problema, con el fin de preservar la independencia y autodeterminación del país” (INIC, 1970, p. 22).

Empero, el programa propuesto por la administración federal resultó vago, pues se consideró que simplemente con producir materiales de ciencia y tecnología –a menudo con tecnicismos, palabras extranjeras, datos duros e indicadores procedentes de otros contextos– se lograría ese cambio de mentalidad desde las élites, para luego permearlo hacia las masas (Orozco-Martínez, 2016, p. 18).

Para ello, durante la administración presidencial de José López Portillo (1976-1982), se creó un plan de fomento a las vocaciones científicas para reforzar la política de sustitución

de importaciones; no obstante, hacia el final del sexenio este impulso fue dismantelado por el descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo en el sur del país y la intención gubernamental de “administrar la abundancia”, lo que llevó a utilizar los ingresos procedentes de la exportación de este hidrocarburo como fuente principal de financiamiento.

En la segunda mitad de la administración, el sector ciencia y tecnología, a través del Conacyt, se benefició de la derrama petrolera, que financió momentáneamente la producción de materiales de CPCT sin un afán de lucro, mercantilización o ganancia inmediata (Conacyt, 1978), lo que generó una producción masiva de materiales divulgativos (Orozco-Martínez, 2016, p. 19) a través del programa de publicación de libros del Consejo:

[De acuerdo con] el repertorio bibliográfico de Ciencia y Tecnología (volumen I y II) [...], se editaron 32 títulos y 12 rediciones [*sic*], con un tiraje total de 115,000 ejemplares. [pero] La elección de los títulos no obedeció a criterios claros de difusión: lo mismo se editaron documentos del Conacyt (como el *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982*) que textos especializados (*El guayule*), biografías de científicos (Einstein, Freud, Fermi, Norbert Wiener) y clásicos contemporáneos como Gödel, Escher, Bach o *Una eterna trenza dorada*, de Douglas Hofstadter. (Orozco Martínez, 2016, p. 21)

De esta producción impresa es posible observar que el catálogo reprodujo temáticas extranjeras y biografías de científicos provenientes de los países desarrollados, o relatos y obras de los genios –principalmente varones anglosajones– procedentes de la historia de la ciencia europea, lo que se interpreta como una continuación de la dominación de valores

occidentales y como la desvaloración del trabajo teórico y aplicado de los científicos mexicanos.

Gracias a la bonanza petrolera y hasta antes de la crisis económica de 1982, el Conacyt aumentó el tiraje de su revista *Ciencia y Desarrollo* y amplió a diferentes días y horarios la emisión de noticias, entrevistas y reportajes con contenido científico y de ciencia-ficción en *Ciencia y Desarrollo TV*, que se transmitió semanalmente por los canales 4 (dentro del programa *Imágenes de nuestro mundo*), 5 y 11 (ver Ilustración 7).

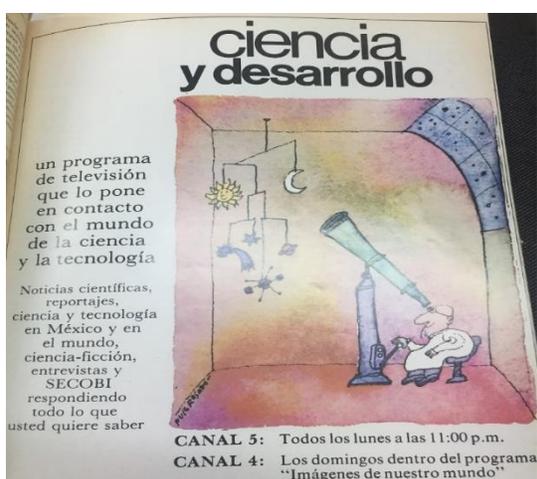


Ilustración 7. Mediante este anuncio, el programa *Ciencia y Desarrollo TV* fue promovido a través de la principal revista divulgativa del Conacyt. Cabe destacar que los días y horarios de transmisión implicaban una audiencia adulta y reducida. Fuente: Fotografías propias tomadas en la Biblioteca Central de la Universidad Autónoma de Querétaro, en Santiago de Querétaro, octubre de 2018.

La abundancia de recursos generó un aumento en la producción de CPCT en México. Bajo los auspicios del Conacyt, se grabaron alrededor de 200 programas televisivos de *Ciencia y Desarrollo TV* (Fernández, 2018; citado en Tonda, 2018, p. 60) y se creó la revista pionera *Chispa*, dirigida a un público infantil, que permanecería en circulación durante 19 años.

Además, desde marzo de 1975, el Conacyt publicó colaboraciones escritas de investigadores nacionales para la que sería la revista divulgativa más importante en el país: *Ciencia y Desarrollo*, la cual ha mantenido una labor ininterrumpida durante casi medio siglo, primero con artículos traducidos y luego con aportaciones originales de investigadores y divulgadores mexicanos.

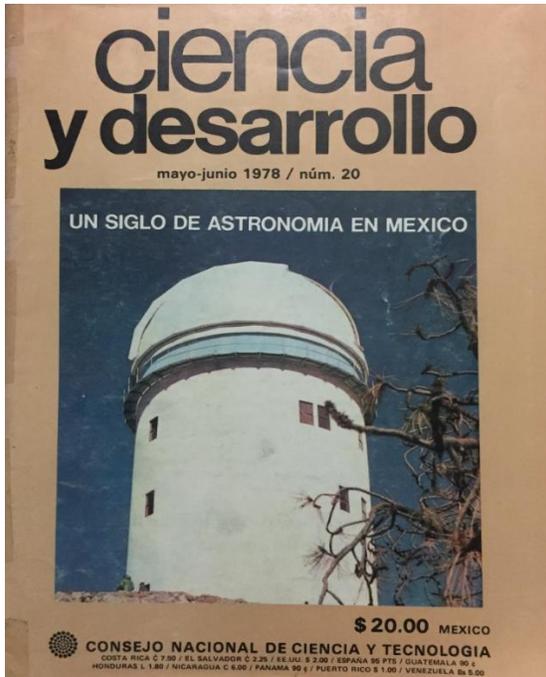


Ilustración 8. Revista *Ciencia y Desarrollo*, principal revista divulgativa del Conacyt (1978).

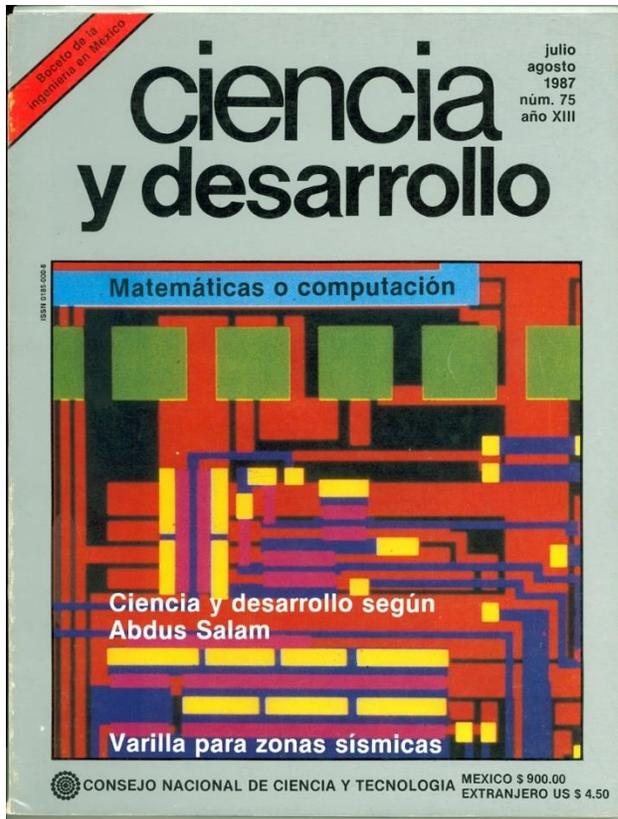


Ilustración 9. Revista *Ciencia y Desarrollo* del Conacyt (1987).

En las emisiones y publicaciones mexicanas de CPCT se siguió una política imitativa con respecto a las producciones de los países desarrollados a pesar de que, a inicios de la década de los 80, el Conacyt estableció como metas la autonomía cultural y la autodeterminación tecnológica.

Desde esta postura nacionalista, se identificó que lo primero que se debía rechazar mediante la política comunicativa del Estado mexicano era la creencia en que:

[...] el patrón de desarrollo de la ciencia y la tecnología en los países avanzados debe ser imitado por los países en vías de desarrollo, [pues] en vista de su subdesarrollo y de la

magnitud de las necesidades de su población, México tiene que buscar un patrón de desarrollo científico y tecnológico propio. (Conacyt, 1976, p. 33)

Esto implicó una actitud crítica frente a los cánones imperantes en materia de ciencia y tecnología a nivel global, además del rechazo de una política monetarista que condicionó el financiamiento de la CPCT a la posibilidad de generar ganancias, por lo que se invitó a concebirla como un servicio sin ánimo de lucro en beneficio de la población mexicana (Conacyt, 1976, pp. 33-34).

Para impulsar este tipo de CPCT, se intentó privilegiar esquemas dialógicos que favorecieran la democratización del conocimiento entre los mexicanos, así como su intercambio con los países menos desarrollados, en consonancia con los cambios políticos a nivel mundial –enmarcados en la llamada ‘guerra fría’– y el comienzo de las reformas políticas a nivel nacional.

En este contexto, en el discurso se consideró que, por la importancia de las políticas comunicativas, el Estado debía ofrecer “[...] un nuevo contenido a los medios de comunicación masiva, con el objeto de que contribuyan al desarrollo de una cultura científica y a la transformación de las estructuras de pensamiento tradicionales” (Conacyt, 1976, p. 39). Ello implicó emplear modelos contextuales que resultaran en producciones afines a los intereses y expectativas de los públicos mexicanos.

Este proceso de articulación entre las políticas comunicativas y las necesidades, experiencias y conocimientos de los mexicanos fue truncado a partir de 1982, cuando las

políticas económicas y científicas adoptaron los preceptos neoliberales bajo los que se generó –desde el Estado– una visión economicista de la ciencia y la tecnología que abogaría porque su producción fuera determinada por el mercado.

Como muestra, a comienzos de la etapa neoliberal se realizó un diagnóstico de la CPCT en el sector de la producción divulgativa a través de libros, revistas, museos y medios electrónicos. Lo que se advirtió fue que, si bien aumentó la cantidad de periódicos, revistas y programas radiales y televisivos con contenido de ciencia y tecnología, su impacto se concentró en la población con educación preparatoria o superior; mientras que la presencia de temas científicos en los medios de comunicación escaseó debido a la falta de programas de formación e infraestructura educativa, ya que México carecía de especialistas en cuestiones comunicativas:

[...] En cuanto a la labor editorial de libros de texto y divulgación, de 5,773 títulos publicados en México sólo 241 fueron libros de texto. A través de los medios masivos de comunicación (tv y radio) se transmiten programas dedicados a la ciencia y la tecnología (*Canal Once, Radio Educación, Radio Universidad, programa Ciencia y Desarrollo*), algunos con una audiencia considerable, pero no existen especialistas en comunicación capaces de traducir el conocimiento científico al conocimiento comunitario. México es uno de los países que más periódicos publica: 249. Sin embargo, prácticamente no se divulga en ellos la ciencia y la tecnología. En revistas, México ocupa también un lugar privilegiado, con 2,462. Sin embargo, las revistas con temas científicos y tecnológicos,

orientadas al público no especializado, son muy pocas. Cinco son las más conocidas: *Ciencia y Desarrollo, Información Científica y Tecnológica, Geografía Universal, Naturaleza y Chispa* (para niños). [...] La situación en materia de museos de ciencia y tecnología y parques zoológicos y botánicos, es muy pobre (Conacyt, 1984, citado en Orozco-Martínez, 2016, pp. 25-26).

En este sentido, las políticas comunicativas padecieron en México una falta crónica de ejecución, así como la discrecionalidad con la que actuaron las diferentes administraciones, a partir de sus intereses políticos y, desde 1982, también económicos, cuando comenzó un viraje en la política comunicativa durante los sexenios de Miguel de la Madrid Hurtado, Carlos Salinas de Gortari, Ernesto Zedillo Ponce de León, Vicente Fox Quesada, Felipe Calderón Hinojosa y Enrique Peña Nieto.

Durante estos sexenios se consolidaron los pactos para integrar al país en la división internacional del trabajo, mediante el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) –actual Organización Mundial de Comercio (OMC)–, y especialmente en el sexenio de Carlos Salinas fue prioritario ingresar al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), llamado actualmente Acuerdo de Estados Unidos de América, México y Canadá (USCAN).

A continuación, se resumen los principales hechos históricos, avances y retrocesos en la política científica mexicana, ocurridos entre 1970 y el 2019, periodo en el que se desarrollaron las políticas comunicativas que sentaron una tradición en el Estado mexicano

y que actualmente requieren superarse para alcanzar el objetivo de democratizar los conocimientos tecnocientíficos entre la mayor parte de la población mexicana:

Tabla 4

Desarrollo de la política científica y tecnológica (1970-2019)

<i>Sexenio</i>	<i>Política internacional/nacional</i>	<i>Política científica y tecnológica</i>
Luis Echeverría Álvarez (1970)	Desarrollo estabilizador. Combate a opositores internos. Represión contra estudiantes. Crisis del modelo del Estado de Bienestar. Latinoamericanismo y nacionalismo.	Diagnósticos y consultas con parte de la comunidad científica mexicana para la creación de un Consejo que reemplace al INIC, fundado en 1947. Creación del Conacyt, siguiendo recomendaciones de organismos internacionales. Diagnóstico de falta de recursos y articulación, mencionado en el <i>Plan de Política Nacional de Ciencia y Tecnología</i> (1970).
José López Portillo (1976)	Devaluación del peso. Baja el precio del petróleo.	Creación de la revista <i>Ciencia y Desarrollo</i> (marzo de 1975).

	Renegociación de la deuda, la cual se multiplica por devaluación y aumento de las tasas de interés.	Primer <i>Plan Indicativo de Ciencia y Tecnología</i> (1976).
	Nacionalización de la banca (1981).	Máximo presupuesto a ciencia y tecnología con el 0.51 por ciento del PIB (en 1981 y el 2014).
Miguel de la Madrid Hurtado (1982)	Fase aguda de la crisis económica (1982). Solicitud de un préstamo al FMI (noviembre, 1982).	Creación de la Comisión para la Planeación del Desarrollo Tecnológico y Científico, antecedente del actual Consejo General de la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.
	Al devaluarse el peso, se paga mayor servicio de la deuda externa y aumenta el costo de la importación de insumos.	
	Crisis económicas por la baja en el precio de los productos petroleros.	Fuga de científicos y técnicos que desemboca en la creación del Sistema Nacional de Investigadores (1984), como medida temporal para paliar el bajo poder adquisitivo de los investigadores. El Conacyt forma parte de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

		<p>Se expidió la <i>Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico</i> (enero de 1985).</p>
		<p>Descentralización (relativa) de actividades de ciencia y tecnología.</p>
		<p>México ingresó al GATT (1985).</p>
<p>Carlos Salinas de Gortari (1988)</p>	<p>Reestructuración de secretarías de Estado.</p>	<p>Creación del Consejo Consultivo de Ciencias (CCC) de la Presidencia de la República, mismo que da la recomendación de aumentar el presupuesto en ciencia y tecnología, en 1991.</p>
	<p>Se fusiona la Secretaría de Programación y Presupuesto con la de Hacienda, y se crea la de Desarrollo Social (1992).</p>	<p>El Conacyt es convertido en una entidad paraestatal del subsector de ciencia y tecnología, coordinado por la Secretaría de Educación Pública (se pierden capacidades ejecutivas).</p>
	<p>Reprivatización de la banca (1992).</p>	
	<p>Firma del TLCAN con EE. UU. y Canadá (1993).</p>	

<p>Ernesto Zedillo Ponce de León (1994)</p>	<p>Entrada en vigor del TLCAN, con efectos negativos sobre las empresas mexicanas.</p>	<p>Se eleva a rango constitucional (artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) la obligación del Estado mexicano para apoyar la investigación científica y tecnológica, así como la difusión de la cultura mexicana.</p> <p>Préstamo del Banco Mundial destinado al sector ciencia y tecnología mexicano.</p>
	<p>Levantamiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN).</p>	<p>El 1 de marzo de 1992 se otorga al Conacyt la coordinación del subsector de ciencia y tecnología, naciendo así el Sistema SEP-Conacyt, integrado por 29 centros de investigación en las áreas científica, tecnológica y social.</p>
		<p>Publicación de la <i>Ley para el Fomento de la Investigación</i></p>

**Vicente Fox
Quesada
(2000)**

Primer periodo de alternancia política, tras 72 años de hegemonía del PRI.

Desacuerdos con otros gobiernos de América Latina y el Caribe, como Cuba y Venezuela.

El 2002 es declarado “año de la modernización tecnológica”, a fin de incentivar a los empresarios para desarrollar tecnología propia.

Científica y Tecnológica
(LFICYT) en mayo de 1999.

Se crea el *Programa Especial de Ciencia y Tecnología* como resultado de un proceso de consulta nacional con científicos, tecnólogos, empresarios, académicos y gobernantes, aunque se publica con retraso.

Estrategia basada en tres ejes: 1) incrementar la capacidad en ciencia y tecnología, 2) mejorar la normatividad, y 3) estimular la competitividad de las empresas.

La SEP es la máxima autoridad en materia de elaboración de políticas de ciencia y tecnología.

Se aprueba una nueva iniciativa de *Ley de Ciencia y Tecnología* al final del año 2002, conjuntamente con la *Ley Orgánica del Conacyt*, incorporando la intención de

superar la posición marginal del Consejo dentro del gobierno federal.

Creación del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI).

Se crea un ramo presupuestal para el Conacyt (ramo 38), que en el 2018 sería reducido.

Felipe Calderón Hinojosa (2006)

En elección denunciada por la oposición (PRD), se otorga el triunfo a Calderón, del PAN, por un margen de 0.56 por ciento de los votos considerados válidos.

Presión desde la OCDE y otros organismos para cancelar el Programa de Estímulos Fiscales en materia de ciencia y tecnología (2009) y sustituirlo por uno de menor inversión.

Crisis económica y financiera mundial (2008).

Nueva reforma a la *Ley de Ciencia y Tecnología* (2009).

Enrique Peña Nieto (2012)	Firma del ‘Pacto por México’, que incluye las reformas estructurales.	Reforma legislativa a la <i>Ley de Ciencia y Tecnología</i> (2012).
	Aprobación de reformas estructurales.	Recorte al presupuesto del Conacyt (23.3 por ciento de su presupuesto del 2016 para el ejercicio 2017).
	Expectativas de la economía van a la baja.	
	Donald Trump mantiene un discurso agresivo hacia México, en particular, y hacia la ciencia, en general.	
Andrés Manuel López Obrador (2018)	Una mujer dirige al Conacyt por vez primera. ²⁷	Anuncio de apoyo a una política de ciencia orientada, como rechazo a la generada por los gobiernos neoliberales. Apoyos para la creación de redes de innovación que faciliten la

²⁷ En el documento de trabajo *Propuestas para contribuir al diseño del PECiTI 2012-2037* se crítica que, en toda su existencia, el Conacyt no haya contado con una política presupuestaria verdaderamente autónoma del Poder Ejecutivo federal, y que, además, se le haya sobrecargado con tareas administrativas (por ejemplo, la administración de becas de los investigadores que estudian posgrados), cuando en el plano ideal debería concentrarse únicamente en la formulación e implementación de la política científica. Desde su creación, al Conacyt lo han conducido principalmente economistas y sólo recientemente sus directores emanaron de la comunidad científica nacional y se designó, en el 2018, por primera vez, a una mujer y bióloga al frente del principal organismo mexicano, como muestra la lista de sus directores:

Ing. Eugenio Méndez Docurro, 1971-1972.

Dr. Gerardo Bueno Zirion, 1973-1976.

Dr. Edmundo Flores, 1977-1982.

Dr. Héctor Mayagoita Domínguez, 1983-1988.

Dr. José Gerstl Valenzuela, 1988-1988.

2019

CPCT. A pesar de este anuncio, en el 2019, el presupuesto para el Conacyt se redujo en un 6.5 por ciento global. A partir del 01 febrero, la Agencia Informativa Conacyt (AIC) cesa de operar.

El 05 de febrero se anuncia el cambio de nombre de Conacyt a Conahcyt, al añadir a las humanidades en sus siglas, y se adelanta que esta administración privilegiará estrategias comunicativas horizontales en reemplazo de las neoliberales.

Fuente: Elaboración propia basada en datos de Canales (2012).

3.3. El giro neoliberal y la globalización de las comunicaciones (1982-2016)

En Latinoamérica, los principios neoliberales comenzaron a aplicarse en Chile tras el golpe de Estado pinochetista de septiembre de 1970 y en México se volvieron hegemónicos a

Dr. Manuel V. Ortega Ortega, 1989-1990.
Dr. Fausto Alzati Araiza, 1991-1994.
Lic. Carlos Bazdresch Parada, 1995-2000.
Ing. Jaime Parada Ávila, 2001-2005.
Dr. Gustavo Chapela Castañares, 2005-2006.
Mtro. Juan Carlos Romero Hicks, 2007-2011.
Dr. Enrique Villa Rivera, 2011-2013.
Dr. Enrique Cabrero Mendoza, 2013 a 2018.
Dra. María Elena Álvarez-Buylla, 2018 (diciembre).

finales de 1982, cuando una crisis económica llevó a la eliminación de la visión nacionalista conocida como ‘desarrollo estabilizador’ (1954-1970), basada en un Estado interventor.

Debido a la severa crisis inflacionaria que sufrió México, generada –en parte– por la caída del precio del petróleo durante el sexenio de López Portillo, el presidente entrante en 1982, Miguel de la Madrid, decretó un ajuste estructural para sustituir al Estado interventor por uno reducido, de acuerdo con un modelo económico favorable a la privatización y desregulación de los sectores considerados no prioritarios para, supuestamente, hacerlos más eficientes a través de la “mano invisible del mercado” (Canales, 2012, p. 18), la cual se convertiría en una pauta para la producción de bienes y servicios.

En materia comunicativa, a partir de 1982 la responsabilidad de comunicar y definir contenidos en los medios audiovisuales mexicanos recayó en dos empresas privadas, las cuales importaron y financiaron la CPCT en función de su potencial para atraer ingresos publicitarios. Debido a estos criterios comerciales, los contenidos de ciencia y tecnología en radio y televisión fueron escasos durante las siguientes dos décadas, salvo por algunas producciones universitarias que, sin embargo, restringieron su alcance al área metropolitana del Valle de México.

Fue en el contexto de esta crisis económica–agravada por el sismo de 1985 ocurrido en la capital mexicana –, cuando se aceptó como política comunicativa la importación de los modelos utilizados en los países más desarrollados y la reproducción preferente de sus materiales audiovisuales, de manera que las emisiones estadounidenses y europeas relegaron

tanto cualitativa como cuantitativamente a la reducida producción nacional de CPCT (Conacyt, 1984):

Los medios audiovisuales no fueron aprovechados en la divulgación científica. Se produjeron algunos programas para radio y televisión apoyados por el Conacyt, pero no tuvieron el público amplio que se esperaba de los medios masivos. Los horarios [lunes a las 23:00 y sábados a las 20:30 horas] no fueron apropiados y la producción fue muy pobre, sobre todo cuando se la comparaba con algunas series de divulgación científica extranjeras, como *Cosmos*, de Carl Sagan. (Orozco Martínez, 2016, p. 22)

En contraste con la escasa producción audiovisual nacional, los esfuerzos en publicaciones escritas de CPCT en México aumentaron. La predilección por la divulgación escrita como medio para comunicar contenidos complejos a través de la letra escrita fue clara, como lo muestra el balance del catálogo de publicaciones impresas realizado con apoyos del Conacyt:

En 1984 aparecieron los primeros libros especializados en la divulgación infantil y juvenil: la serie *La pandilla científica*, compuesta por cuatro títulos, con un tiraje total de 52,000 ejemplares. El rubro presupuestal que más recursos tuvo en el área de difusión fue la edición de publicaciones periódicas. (Orozco-Martínez, 2016, p. 22)

En efecto, se alcanzó un momento culminante en las publicaciones divulgativas, las cuales comenzaron a diversificarse y a segmentar públicos por edades, de acuerdo con el patrón mostrado por la revista *Ciencia y Desarrollo* –cuyo alcance se multiplicó por diez–. A la vez, se crearon nuevas revistas especializadas, publicadas por el Conacyt, cuyos editores

comprendieron que, para sobrevivir, no sólo requerían de los recursos del Estado, sino trabajar activa y constantemente para expandir sus redes al incluir a públicos diversos:

La revista *Ciencia y Desarrollo* cambió su orientación y buscó llegar a un público amplio, no especializado, formado por los universitarios y profesionales en México. Con este perfil, tuvo un incremento notable de circulación y pasó de 6,000 ejemplares bimestrales en 1978 a 65,000 en 1980 (la mayor en toda su historia). También se publicaron *Información Científica y Tecnológica*, especializada en novedades y textos cortos; *Comunidad Conacyt*, para los miles de becarios del Consejo en todo el mundo [particularmente los Estados Unidos de América, Canadá y Gran Bretaña], e incluso *R y D*, una revista en inglés sobre la actividad científica y tecnológica en México (Orozco-Martínez, 2016, p. 22).

La paradoja fue que, a pesar del cambio de un Estado interventor a uno neoliberal, el sector mexicano de ciencia y tecnología mantuvo la dependencia de los fondos públicos –por considerarse un sector de interés nacional–, e incluso la profundizó con la creación, en julio de 1984, del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)²⁸.

A la vez, por razones financieras -más que ideológicas- y en sincronía con la creación del SNI, a través del *Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 1984-1988*

²⁸ Esta decisión se tomó a partir de una contrapropuesta gubernamental a la demanda de varios investigadores mexicanos, y se ideó en forma de un sistema de transferencias monetarias administrado por el Conacyt y entregado de acuerdo con la productividad de cada investigador tras la evaluación de sus pares. De manera que el SNI se convirtió en una palanca para orientar la investigación desde el Estado a través de la élite científica (Orozco-Martínez, 2016, p. 23), mas no para favorecer su comunicación hacia los legos.

(Prondetyc), se privilegió a la tecnología por delante de la ciencia y se subrayó la importancia de mantener la producción industrial nacional, pues –debido a la crisis financiera y la consecuente devaluación de la moneda– ya no se tenía la capacidad financiera para importar maquinaria e insumos tecnológicos desde los países desarrollados.

Lo anterior llevó a que el Estado considerara la necesidad de comunicar la ciencia y la tecnología hacia “todas las capas de la población”, con el fin de mejorar “la vida diaria de los mexicanos” (DOF, 1984, citado en Orozco Martínez, 2016, p. 26), especialmente los que sufrían los estragos de la crisis para generar así oportunidades laborales, como quedó asentado en los siguientes objetivos:

1. Llevar a todas las capas de la población cierta información tecnológica de aplicación práctica para la vida diaria.
2. Reforzar la difusión de la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación masiva, museos, planetarios, zoológicos y jardines botánicos.
3. Ofrecer una amplia gama de alternativas educativas de carácter tecnológico, desde cursos de capacitación para la producción de objetos artesanales hasta cursos sobre especialidades en informática (DOF, 1984, citado en Orozco Martínez, 2016, p. 26).

Entre los objetivos del Prondetyc se incluyó democratizar la ciencia y la tecnología con estrategias de CPCT de alcance masivo, a fin de fomentar el desarrollo económico y la salud de las familias mexicanas. Pero, dado que las acciones divulgativas y de CPCT no fueron

consideradas evaluables por el SNI, los investigadores concentraron su energía en publicar artículos especializados, particularmente en revistas internacionales.

A pesar de no crearse incentivos para compartir conocimientos con públicos no especializados, ni la figura de un Sistema Nacional de Divulgación paralelo al SNI –como un grupo de divulgadores agrupados en la Sociedad Mexicana de la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt) propusieron al Estado mexicano–, en el Prondetyc se enunció, como estrategia comunicativa, nivelar la producción nacional de CPCT con la internacional mediante el apoyo de proyectos escogidos.

En esta selección se apoyaría financieramente a las producciones cinematográficas de no ficción, la televisión y los libros con contenidos de ciencia y tecnología nacional (Canales, 2012, p. 13), así como “la penetración de publicaciones y documentales nacionales en otros países, para la realización de proyectos conjuntos de comunicación social en ciencia y tecnología, así como ferias de prototipos en el sector de la educación media superior” (Conacyt, 1984, citado en Orozco-Martínez, 2016, p. 28).

Estos objetivos no fueron cumplidos, en parte, debido al adverso contexto económico en el que se intentó aplicar el Programa. En la evaluación hecha por Orozco-Martínez sobre el Prondetyc, se consideró que éste representó, hasta 1984: [...] el esfuerzo más serio en materia de comunicación pública de la ciencia; sin embargo, tuvo omisiones importantes que a la postre fueron decisivas. Por ejemplo, carecer de instrumentos concretos de seguimiento y

control del cumplimiento de los objetivos o la realización de las acciones propuestas. (2016, p. 28)

Un aspecto positivo fue que, frente a las lagunas y omisiones del Prondetyc, las instituciones de educación superior cobraron protagonismo en la CPCT, especialmente en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde a partir de 1985 se institucionalizaron talleres a través de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), especializaciones y diplomados, aunque sin formar comunicadores a nivel de pregrado y licenciatura²⁹.

3.3.1. **Modernización tecnológica sin ciencia (1988-2000).**

Durante la presidencia de Carlos Salinas de Gortari, se creó un *Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994* (PNCMT)³⁰, que puso el acento en la importación de tecnología y en la preparación de la élite científica mexicana en los Estados Unidos de América y otros países desarrollados, a fin de modernizar al país de acuerdo con los principios neoliberales.

²⁹ La Universidad Autónoma de Querétaro oferta, a partir de 2019, la materia de Periodismo de Ciencia en la carrera de Comunicación y Periodismo, mientras que en la Maestría en Filosofía Aplicada y en el Doctorado en Estudios Interdisciplinarios en Pensamiento, Cultura y Sociedad, de la Facultad de Filosofía de esta casa de estudios, se ofrecen materias con temáticas referentes a las concepciones de ciencia y tecnología, su historia y su divulgación.

³⁰ El *Programa Nacional de Desarrollo 1989-1994* mantuvo rastros del discurso soberanista de principios de la década, pues subrayó la necesidad de otorgar recursos financieros adicionales para “fortalecer estas actividades, como condición indispensable para alcanzar la modernización en un sentido nacionalista y popular” (Miranda, 1997). La paradoja es que se intentó alcanzar una modernización nacionalista y popular a través de préstamos por casi medio billón de dólares por parte del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial (p. 1).

La implementación del PNCMT ya no correspondió a la Secretaría de Programación y Presupuesto, que se fusionó con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, sino que esta función se trasladó a la Secretaría de Educación Pública (SEP), a la que se le adjudicó la tarea de establecer “[acciones] orientadas a promover e impulsar la generación, difusión y aplicación de los conocimientos tecnológicos que requiera el desarrollo nacional” (Conacyt, 1990).

Con estos cambios, las políticas comunicativas del Estado mexicano continuaron privilegiando la visión dominante de la divulgación, bajo la promesa de alcanzar la modernización tecnocientífica con base en la de los países desarrollados, la importación de tecnología y el arribo de compañías transnacionales al país, particularmente norteamericanas, gracias a las facilidades que se obtuvieron con la firma del TLCAN, en 1993.

Si bien hubo un ligero incremento en el financiamiento privado para el sector público de ciencia y tecnología, también se agravó la dependencia tecnológica, pues las compañías transnacionales asentadas en México prefirieron realizar acciones de investigación y desarrollo en sus países de origen, sin transferirlo a sus matrices mexicanas.

Así, la modernización tecnológica prometida en las siglas del PNCMT fue interpretada, desde el modelo neoliberal, como la importación de los modelos estadounidenses y europeos para imitar su desarrollo, idea que se profundizó con la solicitud de préstamos para adquirir equipos tecnológicos a gran escala y, en 1992, cuando la OCDE –a la que México buscaba ingresar– solicitó al gobierno mexicano modificar sus políticas científicas y tecnológicas, y

darles una orientación que privilegiara a empresarios y a especialistas formados en el extranjero:

Una política científica y tecnológica centrada, antes bien en la demanda de investigación y desarrollo, que en la oferta, exige un cambio profundo en la cultura científica y tecnológica y también un compromiso muy fuerte en la «investigación sobre la investigación». Será necesario crear un grupo de expertos sobre evaluación tecnológica, gestión de la innovación y política científica y tecnológica, formados en instituciones de primer plano (SPRU, MERIT, Stanford, MIT, Harvard, etc.). Un equipo con esas características podría divulgar una nueva cultura científica y tecnológica en las universidades, en las instituciones políticas de los estados y federales y, sobre todo, en el sector empresarial (empresas, cámaras de industria y comercio, asociaciones industriales). (OCDE, 1992, citado en Canales Sánchez, 2012, p. 151)

Aunque estas recomendaciones no se siguieron, la política de comunicación en México sí se orientó a satisfacer las demandas de los empresarios y pregonar los beneficios del sistema neoliberal, bajo la promesa de que las tecnologías, conocimientos y modelos importados llevarían, por sí mismos y sin necesidad de un cambio en la organización del país, al desarrollo económico y tecnocientífico.

Asimismo, la política gubernamental consideró a los empresarios –nacionales y extranjeros– como los principales usuarios de la ciencia y la tecnología, por lo que desde el

gobierno federal se priorizó atender las necesidades de este sector y apoyarlos con la creación de un:

(...) sistema de información tecnológica de cobertura nacional, diseñado desde la perspectiva de los usuarios –el sector productivo–, (...) [y] campañas de concientización y difusión que alcancen a toda la sociedad y divulguen la importancia del avance científico y de la modernización tecnológica en el entorno actual. (Orozco-Martínez, 2016, p. 32)

Desde esta perspectiva, dominó una política comunicativa que consideró a la ciencia y a la tecnología extranjera como fundamentales para la modernización nacional. Además, consideró legítimo que quienes habían estudiado posgrados en universidades extranjeras – conocidos como ‘tecnócratas’– tuvieran mayor peso en la toma de decisiones técnicas desde los cargos públicos (los llamados *Chicago boys*).

En este marco, se profundizó el dominio cultural estadounidense por medio del TLCAN y se creó la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), entre cuyas actividades se incluyó la realización de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología³¹, la cual se ha convertido en la actividad de CPCT con mayor alcance en el país, ya que se atienden las inquietudes de los asistentes, principalmente estudiantes de educación básica.

³¹ El objetivo de esta actividad es acercarse a públicos diversos, a través de exposiciones en espacios abiertos de la capital del país y en la mayor parte de los estados, durante siete días. Resulta paradójico que un evento de CPCT presencial sea el que cuantitativamente mantiene la mayor convocatoria en el país (millones de visitas), dadas las carencias de la producción nacional y la falta de políticas para apoyar a los creadores audiovisuales para integrarse en redes de circulación de información.

Con la generación de varios nodos de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en diferentes estados y ciudades del país, los esfuerzos de CPCT siguen modelos comunicativos de la generación PEST, caracterizados por considerar que al incrementar el número de productos divulgativos aumentaría el conocimiento de los mexicanos y, por tanto, su apoyo a la ciencia y la tecnología (Sánchez-Mora *et al.*, 2015, p. 2). Pero la presunción de que los productos divulgativo publicados en medios electrónicos servirían para aumentar el compromiso e interés de los públicos en la ciencia y la tecnología no fue cumplida durante el sexenio que supuestamente llevaría a México al nivel de los países desarrollados.

En vez de esa modernización –prometida durante el salinato–, sólo se dieron algunos avances en materia científica y tecnológica, especialmente en materia presupuestal, al revertirse la tendencia a la baja en el porcentaje del PIB destinado al sector, y en materia normativa, se sentaron las bases constitucionales que obligaron al Estado a apoyar la investigación científica y tecnológica. Asimismo, se creó un nuevo organismo: el Consejo Consultivo de Ciencia (CCC) para asesorar al titular del Poder Ejecutivo federal (Orozco-Martínez, 2016, p. 31) en cuestiones científicas.

Para conformar al CCC, convocó a los integrantes de la comunidad científica que quisieran pertenecer al proyectado Sistema Nacional de Planeación Democrática (Canales, 2012); pero al final, el consejo asesor de la Presidencia de la República no entró en operación, por lo que esta acción respondió, más bien, a la necesidad de legitimización ante la comunidad científica por parte de la administración salinista. Es decir, la decisión “se tomó

primero y después vino su justificación” (Canales, 2012, p. 139). Y frente a la pretendida democratización, permanecerían las decisiones discrecionales y verticales en la política de comunicación.

Por estas razones, en vez de modernización, ocurrió una profundización de la dependencia mexicana frente a los países productores de tecnologías de la información y la comunicación, así como la persistencia de la hegemonía cultural de estos a través de acuerdos internacionales –como el TLCAN– que permitieron a las producciones norteamericanas circular libremente en el mercado mexicano.

3.3.2. **Impulso a la educación y la cultura científica y tecnológica (1994-2000).**

La administración de Ernesto Zedillo Ponce de León tuvo gestos de apoyo hacia la CPCT cuando, en el *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1995-2000*, se propuso incluir a nuevos actores con la intención de cumplir con los objetivos de democratización presentes en el documento rector de su política tecnocientífica:

La política científica y tecnológica concierne a amplios sectores de la población. Participan los niños, a quienes se debe capacitar para que ingresen a la cultura científica, los maestros y padres de familia, los científicos, los medios de difusión, las Universidades y demás instituciones de educación superior. Las empresas y los distintos grupos de técnicos también desempeñan un papel importante para lograr los objetivos de esta política. (Conacyt, 1995, citado en Orozco-Martínez, 2013, p. 18)

En cuanto a los apoyos presupuestales, al pasar la crisis financiera que comenzó en el primer mes del nuevo gobierno (diciembre de 1994), la administración zedillista aumentó ligera pero constantemente los recursos para la educación básica y para las instituciones de ciencia y tecnología. Así, la inversión en ciencia y tecnología pasó de un promedio sexenal de 0.32 por ciento del PIB nacional durante el salinato a 0.40 por ciento entre 1994 y el 2000 (Canales, 2012, p.155).

Otro cambio sucedió cuando el Poder Ejecutivo federal aprobó la *Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (LFICyT)*³², en la que se reconoció como objetivo prioritario la promoción de la cultura científica y tecnológica entre la población, a través de la mejora cualitativa de su comunicación y no sólo de los productos divulgativos –como promovía la anterior administración–.

Respecto a los recursos necesarios para mejorar cualitativamente la producción de CPCT en México, en el artículo 18 de la LFICyT se estableció –por primera vez– que se destinarían anualmente recursos sobrantes –es decir, no etiquetados y, por lo tanto, sujetos a discrecionalidad– con el fin de impulsar actividades científicas y tecnológicas, entre las que se consideraría como posibles beneficiarios a comunicadores de la ciencia y la tecnología, y no sólo a los investigadores (Orozco Martínez, 2016, p. 35).

³² Esta ley incluyó cuatro cambios favorables para el sector ciencia y tecnología y para la CPCT: 1) establecimiento de un Sistema Integrado sobre Información Científica y Tecnológica (SIICYT) por parte del Conacyt; 2) creación de los Fondos Conacyt y los Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, administrados por el Conacyt; 3) constitución de un Fondo Permanente de Ciencia y Tecnología, como órgano autónomo de consulta del Poder Ejecutivo [...], y 4) creación de la figura del Centro Público de Investigación [...] (Pérez-Tamayo, citado en Orozco-Martínez, 2016, p. 34).

A pesar de la intención de lograr un mayor flujo de recursos para actividades de CPCT, en la práctica no hubo una modificación real en el modelo comunicativo usado para generar los contenidos, ni cambios en la concepción de ciencia y tecnología subyacente en las políticas federales, pues persistieron obstáculos como el antropocentrismo, las dicotomías y el esencialismo de los modelos deficitarios y contextuales promovidos por el Conacyt para llevar a cabo las actividades de CPCT.

En consonancia con esta concepción de ciencia y tecnología, el Estado mexicano mantuvo en su política comunicativa una noción unidireccional y vertical dentro de un proceso en el que cada actor tenía una función determinada y fija dentro de la estructura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, ahora dependiente de la Secretaría de Educación Pública.

3.3.3. Transición partidista y continuidad neoliberal: un cambio de papel (2000-2006). México vivió por primera vez un cambio de partido gobernante a nivel federal en diciembre del 2000, cuando el entonces candidato del Partido Acción Nacional (PAN), Vicente Fox Quesada, venció en la elección al contendiente del Partido Revolucionario Institucional (PRI), Francisco Labastida Ochoa, creó expectativas de un giro con respecto al manejo de la política científica, tecnológica y comunicativa, aún bajo el control del Estado mexicano.

Con este ímpetu comenzó el sexenio panista, en el que se estableció el compromiso de aportar al menos el uno por ciento del PIB nacional en el gasto de secretarías relacionadas con el sector ciencia y tecnología, las universidades y el Conacyt, a fin de apoyar la

investigación y comunicación de la ciencia y la tecnología; pero esta medida no fue ejecutada, como tampoco la creación de una Secretaría de Ciencia, Innovación e Informática.

A pesar de las olas privatizadoras de los anteriores sexenios, el sector de ciencia y tecnología se mantuvo bajo el control del Estado, con la variante de que en la administración panista se profundizó la conceptualización de la ciencia desde un esquema mercantilista; esto es, debía obtenerse a bajo precio y venderse cara. Por tanto, se rechazó la idea de financiar a la ciencia básica y a la CPCT, pues esto se contraponía con las recetas neoliberales.

Debido a este desinterés en apoyar acciones no lucrativas por parte del Estado mexicano, la producción audiovisual tuvo una reducida presencia cubriendo temáticas de ciencia y tecnología durante el arranque del nuevo milenio, además de una mínima circulación en medios impresos nacionales, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5

Estado de las estrategias de la CPCT en México en el 2000

<i>Temas</i>	<i>Año 2000</i>
Medios impresos y electrónicos	<ul style="list-style-type: none">• Diarios de la capital con secciones o suplementos de ciencia y tecnología: 9.• Diarios de los estados: 14.• Publicaciones registradas en el índice del Conacyt: 76.

-
- Canales de televisión con divulgación de ciencia y tecnología: 5.

*De acuerdo con el Conacyt, el alcance de los materiales audiovisuales sobre ciencia y tecnología en los estados era prácticamente nulo en el 2000, pues la señal de televisión abierta sólo cubría a la zona metropolitana de la Ciudad de México. Posteriormente, con la transmisión en vivo por Internet (*streaming*), el alcance se amplió³³.

Museos

- Museos interactivos en el país: 19.
- Vagones, barcos, camiones, aviones y casas de la ciencia: 23.

Encuentros

- Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.
Participantes: 8.8 millones.
- *Verano de la Investigación Científica y Semana de la Investigación Científica* en la Academia Mexicana de Ciencias.

³³ En el 2005, a través del programa *Radio Conciencia*, se transmitieron 31 programas que abordaron temas como vacuna VPH, tsunamis, proyecto NASA-UNAM, agricultura, nutrición, estetoscopio electrónico y nanotecnología, entre otros. A partir de julio del 2005 el programa se transmitió todos los sábados, de 8:30 a 9:00 horas, en *Grupo Fórmula*, por las estaciones 970 de AM y 103.3 de FM; en televisión por el canal 176 de *Cablevisión Digital* y por *streaming* (transmisión en vivo) en www.radioformula.com.mx (Conacyt, 2006).

Otros

- Exposiciones fijas o itinerantes, canciones, obras de teatro y, en general, todas las expresiones artísticas y científicas.

Fuente: Adaptado del Conacyt (2001, p. 47).

El *Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) 2001-2006* fue el primero emanado de un gobierno distinto al PRI, aunque mantuvo el esquema economicista de la anterior administración e incluso acentuó la negativa de apoyar acciones de CPCT que no tuvieran como fin el lucro. Por eso, se desvaloraron las actividades educativas y divulgativas que se financiaban con recursos federales, considerados total o parcialmente a fondo perdido (Conacyt, 2001).

Además, se priorizó la creación de valor para el sector privado por medio del Conacyt, y una política de exención fiscal dirigida principalmente a las empresas transnacionales que desarrollaran tecnología (Canales, 2012), pues una de las metas de la administración foxista era que la ciencia, y en particular la tecnología, “se vincularan con las empresas para contribuir al crecimiento económico” (Orozco Martínez, 2016, p. 35).

De este modo, la administración encabezada por Vicente Fox anunció que valoraría a la ciencia, a la tecnología y a su comunicación con criterios utilitarios, en beneficio de sus usuarios, relegando a un segundo plano a quienes supuestamente no tenían relación con el quehacer científico y tecnológico.

En cuanto a la inversión privada en medios de comunicación, ésta se concentró en proyectos con altas probabilidades de rendir dividendos o en aquellos cuyo riesgo era compartido con el gobierno federal, por lo que los recursos para producir CPCT se redujeron bajo la lógica de que para el Estado no era lucrativo comunicar el conocimiento científico y tecnológico.

A la vez, en el discurso dirigido a los científicos por parte de la administración federal, se adelantó que habría una reforma al SNI para promover que los expertos profesionalizaran sus labores comunicativas y dedicaran una parte de su tiempo, talento y recursos a formar públicos, al considerar que:

[...] el impulso a la difusión y la divulgación de la ciencia y la tecnología tiene una de sus modalidades en el estímulo a los propios divulgadores, en virtud de lo cual resulta conveniente el reconocimiento de las actividades de divulgación a los integrantes del Sistema Nacional de Investigadores. (Conacyt, 2001, p. 78)

Sin embargo, esta sugerencia no sería cumplida durante el sexenio de Fox³⁴.

³⁴ Esta medida sólo se llevaría a cabo –de una manera parcial– en el siguiente sexenio, pues a partir del 2006 el SNI reconoció –con menor valor que la difusión entre pares– la producción de materiales de CPCT a la que calificó como una actividad ‘divulgativa y multidisciplinaria’ que incluye “de manera amplia cualquier producto de divulgación científica, teniendo en cuenta, ante todo, la calidad de los mismos. Las comisiones dictaminadoras entienden por divulgación de la ciencia una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar conocimiento científico, utilizando para ello una diversidad de medios. Dicha comunicación va dirigida a distintos públicos (voluntarios), recreando el conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible. La calidad se estima en función de la originalidad, del impacto y de la nitidez con que se transmite el conocimiento”. (Conacyt, 2012)

Como línea de la política comunicativa estatal, en el PECyT 2001-2006 –publicado con retraso– se estableció la meta de “acrecentar la cultura científica-tecnológica de la sociedad mexicana” (Conacyt, 2001, p. 54), especialmente con producciones audiovisuales y el uso de nuevas tecnologías, pues, de nueva cuenta, se reconoció su importancia para detonar en el país redes de desarrollo mediante un cambio cultural:

El desarrollo de una cultura sólida en materia de ciencia y tecnología requiere de un uso intenso, organizado y sistemático de los medios de comunicación social. Es necesario multiplicar y elevar la calidad de los mensajes dirigidos a la población en general y, en particular, a niños y jóvenes (educación básica y media) mediante una producción de radio y televisión de mayor amplitud, y fortalecer el apoyo a la publicación de libros, revistas y periódicos que contribuyan a la divulgación de la ciencia y la tecnología. (Conacyt, 2001)

Con la intención de facilitar la comunicación de la ciencia y la tecnología mediante redes tendidas entre investigadores y la población en general, en el 2002 se creó el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI), que agrupó al Conacyt, al Foro Consultivo Científico y Tecnológico (llamado Foro Permanente, en 1999) y al Consejo Consultivo de Ciencia de la Presidencia de la República (CCC), como instituciones públicas que conectan con actores privados.

En el sector gubernamental se establecerían conexiones con actores externos, pues –bajo la promesa de un gobierno electrónico– la administración foxista prefirió la utilización de

modelos contextuales que planteaban democratizar el sector ciencia y tecnología a través de una perspectiva tecnoutópica.

En este marco, la reforma a la *Ley de Ciencia y Tecnología* –aprobada en el 2002– desplazó momentáneamente al Conacyt de la centralidad de los esfuerzos de CPCT, recargándose el grueso de la política comunicativa en el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), que funcionaría como un ‘foro de diálogo’ entre sectores de la población mexicana, pero especialmente entre el empresariado, así como un concentrador de información científica y tecnológica, a través de su revista digital *Fórum*.

A la vez, el Conacyt continuó editando bimestralmente la revista *Ciencia y Desarrollo*, y creó el suplemento infantil *Hélix*, encartado en ella como un material divulgativo dirigido a menores de 12 años, con la finalidad de generar vocaciones científicas y mejorar el desempeño escolar de los estudiantes mexicanos.

Al hacer un balance del llamado ‘sexenio del cambio’, las acciones más relevantes de la administración foxista en materia de CPCT fueron ambiciosas en el discurso, pero alejadas de cualquier ejecución efectiva o medidas para democratizar la CPCT en el país mediante modelos incluyentes y participativos:

Las buenas intenciones y la planeación tan detallada que se llegó con el PECyT (*sic*) o que estaban consideradas en la *Ley de Ciencia y Tecnología* del 2002, se quedaron en el papel. La inversión gubernamental en ciencia y tecnología no sólo no llegó a la meta prevista en el PECyT, de 1 % del PIB, sino que bajó de 0.42 % a 0.32 % en el sexenio. En

este sentido, y para efectos de la política de ciencia y tecnología, se puede considerar al sexenio de Fox de mucha planeación, poca administración y nula acción política. (Orozco-Martínez, 2016, p. 42)

Debido a la vacilante política del primer gobierno federal del PAN, en el último año del sexenio se anunció el reemplazo de Jaime Parada Ávila en la dirección del Conacyt por Gustavo Chapela Castañares. Esta falta de continuidad al frente del principal organismo de política científica y tecnológica se repetiría durante el siguiente sexenio, el del también panista Felipe Calderón Hinojosa, quien nombró a Juan Carlos Romero Hicks como titular del Conacyt, quien sería relevado por Enrique Villa Rivera antes de terminar el sexenio.

3.3.4. La continuidad de una política errática (2006-2012).

Durante el sexenio de Felipe Calderón Hinojosa se mantuvo una política comunicativa que modificó su objetivo central al sustituir el combate contra la supuesta ignorancia de la población mexicana por la búsqueda de la apropiación social del conocimiento entre ciertos públicos seleccionados de acuerdo con el modelo contextual.

A la vez, se privilegió el concepto de ‘innovación’ dentro del sector, al involucrar a las grandes empresas para mejorar los procesos productivos y así aumentar los rendimientos económicos de los inversores, prioridad que quedó plasmada en la reforma al artículo 36 de la *Ley de Ciencia y Tecnología*, que incluyó a este término como objetivo central para eficientar los procesos productivos y la posibilidad de que las transnacionales recibieran recursos federales.

Esta reforma propuso unir en un mismo impulso a las empresas, los centros de investigación y al gobierno federal para facilitar así la innovación mediante la participación de los usuarios del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), con el propósito de estrechar lazos de colaboración entre los integrantes de la llamada ‘triple hélice’: academia-gobierno-empresa.

Posteriormente, desde una política basada en modelos participativos, el FCCyT pasaría de ser un órgano de consulta del Poder Ejecutivo federal a uno con cierta capacidad de iniciativa, encargado de comunicar “[...] la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009).

De este modo, en la segunda mitad del sexenio calderonista, la legislación reconoció la figura del FCCyT como espacio de intercambio entre actores diversos, lo que hizo que la política de comunicación científica y tecnológica privilegiara un modelo dialógico para consultar –si bien de manera limitada– a algunos sectores de la población sobre cuáles problemas consideraban más apremiantes para la nación, a fin de resolverlos a través del conocimiento tecnocientífico (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009).

Para alinear estos objetivos con los modelos contextuales y basados en la experticia, desde 2008 se reconoció la necesidad de institucionalizar la promoción de la cultura científica,

tecnológica y de innovación a través de los medios de comunicación electrónicos e impresos, para supuestamente impactar a más mexicanos mediante estas modalidades.

Sin embargo, esta política no consideró la participación de los públicos ni incluir sus intereses, pues sus medidas estuvieron inspiradas solamente en los contextos de los públicos sin lograr la inclusión de sectores tradicionalmente marginados para que participaran en la circulación del conocimiento tecnocientífico.

Hacia el final del sexenio –y de manera temporal– se implementó una nueva distribución de las labores de comunicación entre los organismos gubernamentales de ciencia y tecnología, por lo que se transfirió la parte más interactiva de la política comunicativa del Conacyt al FCCyT, con el objetivo de establecer canales de diálogo bidireccional con la ciudadanía por medio de foros de debate, talleres, reuniones de trabajo y, especialmente, del uso de medios de comunicación masiva e Internet, a fin de posibilitar una comunicación más efectiva de los desarrollos tecnocientíficos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009).

Esta política comunicativa mantuvo una concepción utilitarista de la ciencia y la tecnología, al considerar a la CPCT como una estrategia para resolver los problemas nacionales. Pero, de nuevo, el cumplimiento de esta meta se vio afectado, pues si bien se hicieron un par de consultas y una serie de encuestas sobre percepción de la ciencia y la tecnología (Enpecyt), aunque estos ejercicios no serían vinculantes para generar políticas públicas ni recibirían seguimiento por falta de presupuesto.

Si bien las reformas calderonistas en materia de ciencia y tecnología supusieron apertura, también se asumió que, mediante la difusión de casos exitosos de investigaciones mexicanas, se cumpliría con una política divulgativa, sin abrir al escrutinio los procesos investigativos incluyendo sus errores e incertidumbres.

Además, en esta comunicación se obviaron los valores no epistémicos inherentes a toda investigación, pues se consideró a la ciencia como un algoritmo neutral e independiente de los contextos sociales e históricos de las colectividades que la crean, al suponer que, una vez estabilizado un conocimiento científico, éste se aplicaría en forma de tecnología y ésta llevaría directamente al progreso humano.



Ilustración 10. Portada que resume los primeros 25 años de la revista *Ciencia y Desarrollo* (2000, marzo-abril). En éstas a la ciencia se le relaciona con el desarrollo, en una relación inherentemente positiva.

3.3.5. Los altibajos en la política comunicativa (2012-2018).

En la primera parte de la administración del priista Enrique Peña Nieto, el financiamiento público para el sector ciencia y tecnología –y, por extensión, para la CPCT– alcanzó un máximo histórico, pues se tomaron acciones para apoyar una política de ciencia abierta con el fin de democratizar el conocimiento científico y tecnológico.

Una de estas acciones fue la creación de la Agencia Informativa Conacyt (AIC), con la que se impulsó la utilización de modelos contextuales para realizar acciones de CPCT, pues –a través de su red de corresponsales y los perfiles de la AIC en diferentes redes sociales digitales–, a partir de 2015 y hasta febrero de 2019, diariamente circuló información con temas locales de ciencia y tecnología, con la finalidad de interesar a públicos plurales a partir de sus propios contextos.

En cuanto a la importancia de mantener una política comunicativa abierta, el entonces director del Conacyt, Enrique Cabrero Mendoza, reconoció en 2015 que con la creación de la AIC³⁵ se otorgaría gratuitamente, a nivel nacional e internacional, información sobre temas tecnocientíficos, con la finalidad de involucrar tanto a medios como a públicos allende las fronteras mexicanas:

³⁵ La AIC cumplió la tarea de distribuir a los medios de comunicación la información generada en video, audio, fotografías, infografías y notas escritas, de manera gratuita, cediendo todos los derechos de propiedad intelectual a quienes decidan reproducir sus contenidos.

Una política pública para dar a conocer la ciencia es la apertura de una agencia informativa [...] cuya idea es justamente poder penetrar mucho más en los medios de comunicación y [comunicar] las situaciones de todo tipo, para decir qué está pasando con la ciencia, qué está haciendo México en ciencia. A la fecha [marzo del 2015] tiene apenas dos meses funcionando. La ventaja es que se puede ingresar por la página web del Conacyt, y ya está generando datos tanto para la prensa local como internacional. La idea es que a través de aplicaciones podamos llegar a los ‘chavos’, a los estudiantes, a los jóvenes, para que vean qué cosas están pasando en el mundo científico de México (entrevista personal, 2015).

La operación de la AIC³⁶ planteó la implementación de modelos novedosos para democratizar la ciencia y la tecnología desde enfoques socioculturales, como el de la ‘analogía de la montaña’, que otorga un papel de intermediario a los comunicadores y periodistas de temas científicos y tecnológicos.

Desde estos modelos, en la AIC se asociaron esfuerzos provenientes de sus 32 corresponsalías en las capitales estatales del país y se invitó a alrededor de un millón de usuarios a participar en la propuesta de temas, aunque sin lograr el compromiso de los públicos para generar una comunicación en la que cada usuario pudiera convertirse en un nodo que mantuviera en circulación la información tecnocientífica.

³⁶ Al término de su operación, la AIC alcanzó 1.2 millones de seguidores en *Facebook*, 14 mil suscriptores en *YouTube*, y una cantidad menor de seguidores e interacciones en otras redes sociales, como *Instagram* y *Twitter*.

Durante los cuatro años que operó, la AIC fue la principal productora de contenidos de CPCT en el país pues generó –a través de su asociación en redes con diversos medios de comunicación, científicos y usuarios del sistema de ciencia y tecnología– producciones que involucraron a participantes de otros países, gracias a las redes asociadas en las transmisiones de las plataformas web *TVconciencia* y *Radioconciencia*.

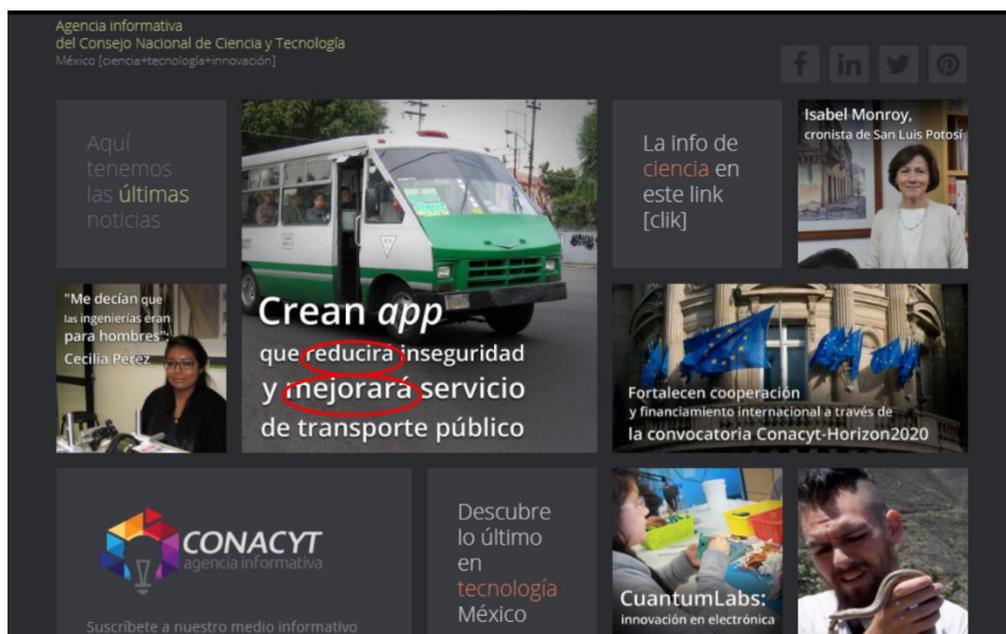


Ilustración 11. Ejemplo de algunos de los contenidos que presentó el portal de la AIC para que fueran reproducidos de manera gratuita por cualquier medio de comunicación. Se muestra la página de inicio de la AIC en septiembre de 2016, antes de que su operación fuera suspendida. Es posible notar que, en ocasiones, se recurrió al cientificismo o confianza absoluta en la ciencia, como resabio de la concepción heredada.

Por otra parte, a través de convocatorias, concursos y apertura de foros, chats y redes sociales digitales, el Conacyt fomentó la asociación de actores diferenciados para participar en la circulación de información de la ciencia y la tecnología mexicana.

Entre estas acciones a favor de la participación pública en la CPCT, a la mitad del sexenio peñanietista la administración federal amplió los apoyos financieros a los comunicadores, al emitir anualmente una convocatoria pública para apoyar proyectos de comunicación científica que cumplieran con cierto nivel cualitativo y cuantitativo (Lino, 2017) y sobre todo, que incluyeran a la ciudadanía en sus estrategias comunicativas.

Como parte de esta política sexenal, surgió la *Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, Tecnología e Innovación*, la cual entregó un financiamiento a fondo perdido de entre quinientos mil y tres millones de pesos para los seleccionados que acreditaran –al menos– un año de experiencia como divulgadores³⁷ en medios de comunicación o museos, y la viabilidad de que su propuesta fuera transmitida durante los doce meses siguientes a la adjudicación del apoyo.

Por su alcance y distribución de financiamiento, ésta ha sido la principal convocatoria en materia de CPCT, ya que ha involucrado a numerosos actores para formar redes de trabajo en torno a un proyecto de producción sostenido en el tiempo, gracias –en buena medida– a que ha contado con los recursos suficientes para asociar a los actores –tanto humanos como no humanos– que producen el material de comunicación pública de ciencia y tecnología.

En esta convocatoria se invitó a participar a instituciones de educación superior, centros de investigación y personas físicas o morales de todo México que serían financiadas por doce

³⁷ Los documentos oficiales del Conacyt presentan inconsistencias en los términos de ‘divulgación’, ‘difusión’, ‘periodismo de ciencia’ y ‘comunicación pública de la ciencia y la tecnología’ pues son usados indistintamente.

meses, aunque solo si sus instituciones ingresaban al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt)³⁸.

Otras convocatorias de CPCT en el país –cuya continuidad se interrumpió ante la política de austeridad de la administración encabezada por Andrés Manuel López Obrador– otorgaron recursos a estudiantes y periodistas, como es el caso de la medalla ‘Alejandra Jaidar’, de la Sociedad Mexicana de la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), el ‘Premio Conacyt de Periodismo de Ciencia, Tecnología e Innovación’, o la convocatoria *Viveconciencia 5.0*, que impulsa propuestas que puedan resolver algún problema comunitario en el corto plazo.

Con este tipo de convocatorias se intentó superar el modelo deficitario que tradicionalmente ha excluido a los legos para promover su inclusión y diálogo con las élites políticas, científicas y económicas, a través de modelos participativos que tomen en cuenta sus propuestas y las integren en redes de innovación (Olivé, 2013):

[E]n las cuales se constituyen y analizan los problemas, se realiza apropiación de conocimientos de todo tipo ya existentes, se genera nuevo conocimiento, se proponen soluciones para el problema en cuestión y se realizan acciones para lograrlas. En dichas redes deben participar todos los interesados en la comprensión y solución del problema

³⁸ El Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt) es un instrumento de registro de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación del país, a cargo del Conacyt, a través del cual identifica instituciones, centros, organismos, empresas y personas físicas o morales de los sectores público, social y privado que llevan a cabo actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología en México.

(quienes sufren y son afectados por el problema de que se trate), junto con expertos y especialistas de diferente tipo (expertos en diferentes disciplinas científico-tecnológicas, incluyendo a las humanidades y las ciencias sociales, pero también expertos que realizan aportes de conocimientos locales y tradicionales). En estas redes deben participar, asimismo, tomadores de decisiones en el ámbito político y económico (Conacyt, 2016, p. 4).

A pesar de estos esfuerzos, también se ubicaron deficiencias en estas convocatorias – particularmente en la convocatoria de apoyo a la CPCT, emitida anualmente por el Conacyt– pues, dada la numerosa competencia y la corta duración del apoyo monetario –el cual se considera perdido y no puede ser renovado–, se dificulta el sostenimiento a largo plazo de las redes asociadas para democratizar el conocimiento a través de la producción de CPCT (Lino, 2017).

A la vez, las bases de las convocatorias gubernamentales muestran rasgos de la visión dominante de la divulgación y de teorías lineales de la comunicación, entrelazadas con concepciones positivistas, pues –para que las propuestas sean aceptadas– se subraya la obligación de los productores (Conacyt, 2016, 2017, 2018) de obtener impactos masivos y de predecir la futura respuesta del público a los mensajes emitidos.

Otras limitaciones de estas convocatorias es que están sujetas a las voluntades de quienes deciden las políticas científicas y tecnológicas a nivel federal y estatal, de modo que estos

programas de apoyo a la divulgación pueden desaparecer de una administración a otra, al no contar con recursos propios ni un lugar establecido en la estructura del Conacyt (Lino, 2017).

Así, el sello de la administración priista en este sexenio fue un comportamiento contradictorio en las políticas de CPCT pues en los primeros tres años del sexenio se registró un incremento en el presupuesto para la ciencia básica –no únicamente para la aplicada–, pero en sus tres últimos años el financiamiento para la educación pública, la ciencia y la tecnología, así como para su comunicación, sufrieron recortes anuales, por lo que –para sostenerse– las redes tuvieron que variar sus configuraciones, competir o unirse con otras redes³⁹.

3.4. Viraje de la política comunicativa

La posibilidad de un cambio en las políticas neoliberales y del fin del predominio de los modelos de generaciones anteriores en la política del Estado mexicano se vislumbró con la llegada del Movimiento de Regeneración Nacional (Morena) al gobierno federal y el nombramiento de María Elena Álvarez-Buylla Roces (2018) al frente del Conacyt⁴⁰.

En la declaración de intenciones para la política de ciencia y tecnología, la nueva titular anunció la adopción de modelos comunicativos participativos y horizontales para poner a

³⁹ El dinero es relevante pero no es el único actor que mantiene funcionando una red, pues entre los años 2016 y 2019, cuando las acciones de CPCT y la operación del Conacyt sufrieron recortes presupuestales, se afectó la operación de la revista *Ciencia y Desarrollo*, de la *Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, Tecnología e Innovación* y de otras iniciativas comunicativas, pero sus redes se sostuvieron gracias a su amplitud e interconexión de sus nodos.

⁴⁰ El 05 de febrero de 2019 se anunció que la letra ‘h’ sería agregada a las siglas del Conacyt –ahora abreviado como Conahcyt– en cuanto el Poder Legislativo aprobara la propuesta enviada por la administración federal.

dialogar distintos tipos de conocimiento; la generación de un nuevo marco normativo para el Conacyt, y la intención de subrayar la importancia de las humanidades en la creación de conocimiento al agregar la letra ‘h’ al nombre del ahora llamado Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología.

En este sentido, en el documento de trabajo titulado *Principios Rectores del Programa de Ciencia y Tecnología en el marco del Proyecto Alternativo de Nación (2018-2024)*, se anunció un distanciamiento del modelo neoliberal y la intención de facilitar el intercambio de saberes entre legos y expertos a través de una estrategia de comunicación reticular basada en modelos que toman en cuenta la experticia de diversos públicos y fomentan su participación:

Es fundamental el divulgar entre la comunidad científica y difundir a la ciudadanía en general el conocimiento nuevo que se genera en México y los desarrollos tecnológicos que se derivan del mismo. Para ello, el Conacyt reactivará una estrategia de comunicación que se cristalizará en una red de actividades a través de museos, centros culturales, planetarios, universidades e instituciones estatales, que vincularán la investigación y sus resultados con la ciudadanía (Álvarez-Buylla, 2018, pp. 33-34).

Con estos objetivos, se anunció –a comienzos del 2019– la reestructuración de la revista *Ciencia y Desarrollo* y la extinción de la Agencia Informativa Conacyt –que operó a través de la modalidad de *outsourcing* durante la administración anterior–, así como nuevas estrategias comunicativas digitales.

Para aumentar su presencia en internet, Álvarez-Buylla anunció –a finales de 2018– que en los siguientes meses se abriría “un canal de Radio y TV, vía web, con información de cada uno de los Centros Públicos de Investigación y una selección de los avances de los distintos proyectos financiados por el Conacyt” (2018, pp. 33-34).

La titular del Consejo recalcó que, en adelante, las políticas nacionales de ciencia y tecnología pondrían el acento en mejorar la calidad y no sólo la cantidad de los mensajes, así como en el desarrollo de “nuevos y más efectivos métodos de comunicación de la ciencia” (Álvarez-Buylla, 2018, p. 34) para promover actividades de CPCT inclusivas y adaptadas a las necesidades de las diferentes comunidades del país. Por ello, anunció que:

Se promoverán eventos públicos, concursos, encuentros con científicos, talleres y visitas a pobladores de zonas urbanas y rurales de cada estado, así como el desarrollo en métodos de comunicación de la ciencia. En estos recintos también se promoverá la interacción con miembros de la comunidad artística, mediante programas elaborados en colaboración con la Secretaría de Cultura y los gobiernos estatales (Álvarez-Buylla, 2018, p. 34).

En este sentido, en febrero de 2019 se anunció un plan de austeridad presupuestal (Álvarez-Buylla, 2018) que generó la extinción o reducción de varios programas y la necesidad de un nuevo modelo comunicativo derivado de la nueva política de ciencia y tecnología orientada hacia una política de comunicación supuestamente horizontal que busca conectar a los públicos con los científicos, tecnólogos, centros de investigación, políticos, productores, consumidores de medios de comunicación y otros actores.

3.5. Patrones de la política de Comunicación Pública de Ciencia y Tecnología en México

En el recuento de la historia reciente de la política de comunicación de la ciencia y la tecnología en México, es posible distinguir ciertos patrones. En la primera etapa, que abarca de 1970 a 1982, hubo constantes cambios de rumbo generados verticalmente por las administraciones federales.

Posteriormente, entre 1982 y el 2018, se presentó una continuidad en las políticas comunicativas tanto en los gobiernos emanados del PRI como del PAN, mediante una política productivista que privilegió a la tecnología frente a la ciencia, en beneficio del sector privado.

Una tercera etapa –aún incierta– anunció un distanciamiento frente a la ideología neoliberal, lo que abrió la posibilidad de un giro en las políticas tecnocientíficas, aunque no favoreció el uso de modelos reticulares pues, entre las primeras medidas de la administración encabezada por Morena a nivel federal⁴¹, se observó un regreso al centralismo al desestimar la participación de varios organismos y actores diversos en las políticas científicas y tecnológicas.

⁴¹ El 05 de febrero de 2019 la senadora de Morena, Ana Lilia Rivera, presentó una propuesta de modificación en la Ley de Humanidades, Ciencia y Tecnología, la cual –de ser aprobada sin cambios– llevaría a la desaparición de organismos autónomos como el Consejo Consultivo de Ciencia y el FCCyT, lo que se sumaría a la extinción de la AIC. En contra de esta propuesta, a partir de marzo iniciaron ocho foros conjuntos entre el Conacyt y el FCCyT a fin de discutir estrategias para impulsar el desarrollo de las humanidades, las ciencias y las tecnologías, así como los mecanismos para lograr una articulación eficiente entre numerosos actores involucrados en la política tecnocientífica.

En este sentido, entre los cambios recientes en estas políticas, es posible reconocer que – a partir de la década de los 80 en los países desarrollados, y del 2012 en México– se presentó un aumento de actores involucrados y un deslizamiento de ciertos proyectos comunicativos, sobre todo los originados entre particulares, de los modelos de la generación PAST y los de la PEST, hacia modelos basados en el CUSP, que priorizan “[...] diseñar prácticas de divulgación de CTI adaptadas a todos los públicos, que sean incluyentes y promuevan la participación ciudadana y el pensamiento racional y crítico” (Puchet y Stezano, 2013, p. 50).

Con la emergencia de estos nuevos modelos, las políticas públicas de CPCT podrían adaptarse a la Cuarta Revolución Industrial, al incorporar los avances tecnocientíficos que conectan a diversos participantes a favor de la democratización del conocimiento, incluso sin la presencia necesaria de actores humanos en la conformación de sus redes.

Uno de estos cambios fundamentales para la ciencia y la tecnología surgió en 1992, con la conexión global de actores a través de la *World Wide Web*⁴² como un sistema de distribución de información a nivel internacional, generado por la Organización Europea para

⁴² Este sistema de distribución de información derivó del sistema de comunicación llamado *Arpanet*, creado en los años 70 por el Ejército de los Estados Unidos de América, y una vez popularizado en la red de redes – conocida como Internet–, fue posible facilitar la producción, transmisión y distribución de mensajes por parte de cualquier usuario con acceso a ella. Actualmente, a través de las plataformas digitales, nuevos actores se sumaron a la producción y comunicación (producomunicación) del conocimiento, lo que implicó actualizar los marcos teóricos que explican estos nuevos procesos para aprovechar la coyuntura de la Cuarta Revolución Industrial y democratizar el alcance de la ciencia y la tecnología a fin de generar redes de innovación que se sostengan en el tiempo.

la Investigación Nuclear. A través de esta red es posible conectar con diversos actores y realizar intercambios comunicativos globales, con interlocutores humanos y no-humanos.

Sin embargo, en México, la aplicación de cambios en los patrones de comunicación de las tecnociencias se ha visto obstaculizado porque se han repetido esquemas provenientes de los países industrializados y se han empleado modelos comunicativos dirigidos sólo a determinados sectores, con base en explicaciones desfasadas, esencialistas y antropocéntricas que rechazan las potencialidades de los nuevos escenarios comunicativos.

Por eso, se requiere revisar las definiciones que integran a la CPCT nacional y la incorporación de una visión pluralista en emisiones comunicativas en las que interactúen varios actores, como es el caso de la revista producida por Conacyt: *Ciencia y Desarrollo*, disponible desde el año 2016 en versión gratuita a través de su página web, y a un precio subsidiado en puestos de revistas y periódicos de las principales ciudades del país⁴³.

⁴³ Esta revista ha superado numerosos vaivenes políticos y, a partir del 2012, ha aprovechado las nuevas tecnologías para compartir su contenido de manera gratuita a través de la aplicación *Ciencia y Desarrollo*. Posteriormente, este sistema también sería adoptado por las revistas universitarias de circulación nacional, como *Conversus* (Instituto Politécnico Nacional) y *Cómo ves* (UNAM).



Ilustración 12. Portadas de la revista *Ciencia y Desarrollo* en las que se destacan los puntos favorables de la ciencia y la tecnología en México (2018).

En este marco, el nuevo paradigma para comunicar, llamado *ciencia abierta*, incluye apertura, fiabilidad, honestidad, humildad y relaciones en red (humanas y no-humanas), aunque la mayor parte de las publicaciones mantienen la unidireccionalidad y verticalidad en sus procesos comunicativos. En contraste, son muy escasas las emisiones que permiten a cualquier persona –incluidos detractores y/o competidores– cuestionar y contribuir con propuestas desde el saber común.

Así, la principal diferencia entre los anteriores patrones y los emergentes consiste en la capacidad de asociar a actores humanos y no humanos (tecnología, animaciones, redes sociales, etc.) para brindar la posibilidad de producir y comunicar conocimiento científico y tecnológico de manera plural e incluyente, al tomar en cuenta los intereses y cuestionamientos de otros participantes y, de ese modo, reconocer que la CPCT no sólo

transmite conocimiento tecnocientífico, sino que lo reconstruye a través de procesos de traducción, como se observará en el siguiente capítulo.

IV.- Aplicación de los principios de la Teoría del Actor-Red a la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología en México

4.1. Propuesta comunicativa

Tras revisar las corrientes epistemológicas y teóricas que han influenciado las políticas de CPCT en México, se concretó un modelo para la producción de un programa televisivo que busca suplir las concepciones comunicativas tradicionales, por las nociones originadas en los principios de la TA-R.

Estos principios, aplicados a la comunicación a través del MCRT, parten de una inversión ontológica (Woolgar, 1991) que ayuda a superar las dicotomías, el esencialismo y el antropocentrismo presente en la mayor parte de las teorías y modelos comunicativos tradicionales, al plantear que la sociedad no crea asociaciones, sino que las asociaciones crean a la sociedad. De modo similar, la comunicación de las tecnociencias no comienza en los laboratorios de los especialistas, sino en la conversación cotidiana y el saber común.

De acuerdo con esta inversión, desde la TA-R, un modelo efectivo de Comunicación Pública de las Tecnociencias deberían reconfigurar las concepciones tradicionales de ciencia, tecnología, públicos y comunicación, de manera que sus redefiniciones puedan asumir las siguientes características:

1. **Performatividad.** La TA-R no da por sentadas las definiciones de manera esencialista ni considera a la sociedad como un ente permanente, sino uno conformado por actores

heterogéneos que se asocian en redes durante cierto tiempo, hasta que requieren generar nuevas configuraciones.

2. Simetría de las agencias. Desde esta teoría, los actores humanos dejan de ser necesariamente protagonistas, por lo que los actores híbridos y los no humanos (tecnología) adquieren, por momentos, una alta capacidad de agencia dentro de las redes sociotécnicas que conforman la comunicación pública de la ciencia y de la tecnología.
3. Hibridación. Se conceptualiza a entes que no son puros ni pueden separarse en polos dicotómicos, sino que responden a una combinación de características, funciones e intereses compartidos y flexibles.
4. Controversias. Las temáticas tecnocientíficas no se consideran concluidas, sino que se abren y exponen como parte inherente de la investigación tecnocientífica, que no sólo comunica los resultados, sino que da a conocer el proceso para llegar a ellos.

Tomando en cuenta estos principios, desde el MCRT se busca la formación, interesamiento, enrolamiento y asociación de públicos diversos, para que actúen como nodos que interconectan redes performativas y, en algunos casos, faciliten la democratización de la ciencia y la tecnología.

3.5.1. Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias.

Autores como Negrete-Yankelevich (2008) argumentan que comunicar la ciencia y la tecnología como una serie acumulativa de hechos verificados no facilita su democratización,

sino que es justamente el reconocimiento de su falibilidad, flexibilidad, grados de incertidumbre e interacción, lo que permite generar actitudes favorables hacia su democratización mediante la creación de comunidades conectadas en redes.

En este sentido, los productos mexicanos de CPCT, saturados de datos incontrovertibles, no han logrado interesar a los públicos nacionales ni atraer su confianza, pues su comunicación debe incluir también la generación de relaciones, opiniones y emociones, así como el entretenimiento mediante el uso de controversias que inviten a los públicos a involucrarse y participar en las discusiones.

De ahí que el modelo propuesto permita evitar las definiciones esencialistas; es decir, con las cualidades dicotómicas y antropocéntricas que históricamente han guiado las acciones de la comunicación de la ciencia y la tecnología y proponga un diálogo multidireccional con una multitud de actores.

Si bien, con esta propuesta no se pretenden normar los procesos comunicativos sino facilitar la circulación de la ciencia y la tecnología a través de una comunicación en plataformas abiertas y participativas que distribuyan agencias del modo más democrático posible (por ejemplo, creando emisiones coproducidas por sus audiencias).

En este sentido, el MCRT reconoce que la comunicación es un proceso donde casi todo participa, y en el que los datos duros son sólo una fracción de toda una cadena de traducciones, ya que una idea tecnocientífica nace de un proceso en el que errores, aciertos, controversias y obstáculos modelan el resultado y, a diferencia de los modelos tradicionales,

no es posible saltar de un extremo a otro de la red, sin reconocer los desplazamientos generados en cada fase.

Por eso, como propuestas para conectar a diversos actores en redes performativas, se plantean las siguientes modificaciones en la manera de comunicar las tecnociencias, las cuales pueden ser implementadas en las fases de interesamiento, enrolamiento, traducción y, si es el caso, consolidación de las redes de comunicación pública de la ciencia y la tecnología (Callén, *et al.*, 2011):

1. Generar modelos de CPCT horizontales y en red, que suplan las concepciones unidireccionales y verticales de la perspectiva deficitaria, mientras se renuncia a la meta hueca (Shamos, 1988) de lograr una alfabetización científica en diversas áreas del conocimiento, prevaleciente en los modelos tradicionales.
2. Redefinir conceptos, procedimientos y acciones para incorporar una concepción performativa de los públicos y privilegie su participación para que sea incorporada en cada emisión.
3. Utilizar las controversias para formar públicos mediante su inclusión, interesamiento y enrolamiento en discusiones tecnocientíficas, en las que se les involucre no sólo mediante la aportación de recursos a través de impuestos o contribuciones, sino con la generación de conocimiento desde sus saberes, contextos y experiencias.

4. Incluir a actores híbridos como parte de un diálogo sobre temas tecnocientíficos, además de evitar dicotomías y esencialismos que los colocan en una función determinada, dentro de un sistema rígido y dificultan su circulación.

Este modelo asume nociones performativas, pues considera la creación de redes flexibles que al asociarse a otras traducen intereses para satisfacer objetivos. A la vez, reconoce la agencia de los elementos heterogéneos en la labor de la CPCT y evita reproducir la dicotomía que separa tajantemente a la ciencia del saber común (González, 2011) y al lego del experto.

Finalmente, se aprovechan las controversias para conectar a actores que, de otra manera, permanecerían separados. Así se busca interesar y enrolar actores, para invitar a participar a quienes aún no han sido movilizados, de forma que las redes se mantengan asociadas el mayor tiempo posible, de acuerdo con los planteamientos resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 6

Planteamientos para un modelo de comunicación basado en la Teoría del Actor-Red.

Principios de la TA-R	Modelo de la comunicación en red de la tecnociencia
Performatividad. No da por sentadas las definiciones ni considera a la sociedad como un ente permanente, sino conformado por cambiantes actores que se asocian en redes.	Asume definiciones performativas de comunicación, públicos, ciencia y tecnología, todos unidos como una red para asociarse con otros Actores-Red, con el fin de conseguir sus intereses.

<p>Agencias humanas y no-humanas. ambos se suman en asociaciones integradas en Actores-Red.</p>	<p>Se reconoce la agencia de los elementos híbridos y no humanos en la labor comunicativa y se evita reproducir la dicotomía que separa tajantemente a unos y otros.</p>
<p>Híbridos. Conceptualiza seres que no son puros ni pueden separarse, sino que responden a una combinación de características.</p>	<p>Los elementos híbridos adquieren reconocimiento como actores, aunque no se les pueda situar en uno u otro lado de las líneas ontológicas que los separan.</p>
<p>Controversias. Las temáticas abiertas son parte inherente de la ciencia y de la tecnología. No se comunican sólo los resultados, sino que da a conocer cómo se realizó el proceso y sus limitaciones.</p>	<p>Se utilizan controversias para obtener el interés y la participación de los públicos, especialmente para llegar a quienes aún no han sido movilizadas, gracias al interesamiento que pueden generar estas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Desde este modelo se considera que, de manera similar en la que un Estado genera acciones para que procesos democráticos equilibren, pluralicen y diversifiquen la participación, para democratizar la CPCT se requiere de un trabajo basado en modelos que faciliten la asociación de actores y su circulación, con el fin de ampliar los actores involucrados mediante la redefinición de términos como ‘comunicación’, ‘públicos’, ‘ciencia’ y ‘tecnología’.

3.5.2. Redefinición de comunicación de la ciencia y la tecnología.

El concepto de ‘comunicación’ ha sido visto tradicionalmente como un proceso unidireccional por lo que requiere actualizarse de acuerdo con nuevos tipos de asociaciones crecientemente mediadas por las tecnologías, correspondientes a la Cuarta Revolución Industrial. Por ello, se propone ampliar la definición de ‘comunicación’ como un proceso multidireccional, que incluye actuar como emisor y receptor simultáneamente mediante la asociación con otros actores para crear redes.

Con base en esta noción, englobada en el término comunicación en red, necesariamente se requiere entablar un diálogo reticular entre diferentes actores, para crear comunidades con mecanismos democráticos para facilitar la toma de decisiones mediante procesos dialógicos, que sólo ocurren cuando hay un trabajo de actores dispuestos a construir significados mediante la contraposición de diferentes posturas mediante procesos facilitados por las nuevas tecnologías.

Dado que los cambios comunicativos derivados de la Cuarta Revolución Industrial permiten caracterizar a la comunicación como una red en la que diferentes actores se asocian y alternan el protagonismo en diferentes momentos, la CPCT se ve potenciada mediante el trabajo que los nodos de su red realizan para generar la integración de varios intereses integrados en uno común para sus diversos actores.

De esta manera, la ciencia y la tecnología ya no son producidas desde un centro hacia una o varias periferias, sino que se reconoce que su construcción involucra a una multiplicidad de intereses y actores quienes se alternan el protagonismo a través de las etapas

de ideación, preproducción, producción, inscripción y circulación del conocimiento tecnocientífico.

Así, al momento de realizar el trabajo de reconstrucción del conocimiento tecnocientífico, deben reconocerse las agencias de diversos actores que ayudan o impiden cumplir con este objetivo, y recalcar las diferentes configuraciones que pueden utilizarse para materializar las redes sociales digitales, por ejemplo, en las páginas web, el software, o las publicaciones impresas.

El reconocer esta heterogeneidad exige definir a la ciencia, a la tecnología, a la comunicación y a los públicos, como actores performativos; es decir, cambiantes, y flexibles mientras se mantienen asociados. Cuando ellos dejan de interesarse e interpelarse entre sí, la red se va difuminando y pierde algunos de sus nodos, hasta que algunas partes se desarticulan y desaparecen, dejando únicamente un rastro.

Así, a lo largo de la historia hay rastros de que la comunicación se ha pensado como una acción de transmisión vertical de información, frente a una conceptualización más novedosa centrada en poner en común a diversos actores para negociar los significados y construir los conocimientos de manera colectiva.

Así, desde estos principios epistemológicos y ontológicos que el MCRT retoma de la TA-R, es posible caracterizar a la comunicación en red como la asociación de Actores-Red, agencias, controversias y conocimientos para negociar los procesos de significación o

interpretación de los referentes del entorno, de manera que los significados surjan de forma equilibrada entre todos los participantes.

De igual forma, la comunicación puede ser redefinida como un proceso en constante cambio, que abre su construcción a los diferentes públicos pues desde esta perspectiva se reconoce el trabajo que realizan los elementos no humanos, humanos e híbridos, y su capacidad para comunicar no sólo los resultados exitosos de los procesos tecnocientíficos, sino para mostrar la naturaleza de las investigaciones, contrastar sus hallazgos frente a otras disciplinas, e involucrar a los públicos no especializados (Capriotti, 2013).

Esta visión presenta ventajas para traducir los conceptos tecnocientíficos, e insertarlos por varias vías en la conversación cotidiana. Pues, como Escudero y Farías (2015) subrayaron, la multidireccionalidad y la multiplicidad de actores es lo que distingue actualmente al proceso de comunicación de conocimiento, ya que éste “[...] se pone en movimiento por cierto tipo de actores; se distingue y define de otros ámbitos humanos por otros actores; genera alianzas gracias a otros actores; se presenta públicamente con la colaboración de otros actores; y se estabiliza con la ayuda de otros actores” (p. 6).

3.5.3. Redefinición de los públicos.

En la revisión de las teorías de la comunicación del siglo XIX así como de los modelos comunicativos derivados de éstas, es posible observar que, generalmente, los públicos - reconocidos como entes activos- han permanecido como una “variable ausente” (Alcíbar,

2009, p. 169) o, en el mejor de los casos, como un elemento pasivo dentro de la cadena comunicativa:

Para muchos estudiosos, el público es el componente menos conocido y uno de los más problemáticos en la CPCT (Felt, 2000; Fehér, 1990). Fue a partir de mediados del siglo XVIII, en el tránsito de la etapa *amateur* a la moderna, en el proceso de institucionalización social de la ciencia, cuando científicos y filósofos asignan al público un papel subordinado y pasivo en relación con la autoridad de los expertos (Woolgar, 1991).

Desde esta definición de ‘público’, Burns y sus colaboradores lo conceptualizaron como “cualquier persona”, y lo subcategorizaron en los siguientes grupos que se conectan a través de la CPCT: científicos, mediadores, tomadores de decisiones, público en general, público atento -bien informado- y/o público interesado aunque no necesariamente bien informado (2003, p. 184).

Ante la emergencia de los estudios en los que los públicos tienen un rol protagónico, la definición dominante en las teorías y modelos comunicativos -con una concepción de público, en singular- dejó de ser útil por la heterogeneidad que presentan cuando se conforman en los escenarios y multidireccionales de la actualidad, de modo que se requiere sustituir esta definición por una concepción plural de los públicos, quienes, asociados en redes comunicativas, traducen y comparten sus diferentes intereses.

Precisamente por la importancia de la participación pública en la generación de ideas y en el mantenimiento activo de la red, el modelo de comunicación en red de las tecnociencias reconoce a los públicos como actores protagónicos en los procesos de democratización de las tecnociencias. Pues cuando asocian sus conocimientos con el de otros actores -por ejemplo, a través de las actividades calificadas como ciencia participativa o ciencia ciudadana (Piña, 2017), los públicos no sólo reciben, sino que también distribuyen y reconstruyen el conocimiento.

Esta noción de ‘públicos diferenciados’ permite superponerlos y segmentarlos gracias a las nuevas tecnologías, además de observar que éstos se forman y desaparecen velozmente, según sus intereses. Por ello, a los públicos ya no se les puede considerar como recipientes a ser rellenos con información -como sugiere el modelo canónico-, sino como públicos performativos que realizan una labor interpretativa y reconstructiva, de acuerdo con los modelos contextuales, democráticos y participativos:

Este tipo de modelos reconocen que integrantes de los diversos públicos no reciben información como si fueran contenedores vacíos, sino que la procesan activamente de acuerdo con esquemas modelados por sus experiencias previas, sus circunstancias personales y el contexto cultural en el que se desarrollan (Alcíbar, 2015, p. 10).

En este sentido, y de acuerdo con el MCRT, se considera necesario generar la participación de los públicos mediante su interesamiento. Para ello, las controversias tecnocientíficas resultan efectivas, pues interpelan a diferentes actores y abren la discusión de conceptos que

ya se consideraban estabilizados, al reconocer que todo proceso de generación de conocimiento enfrenta diversos grados de incertidumbre y sesgos ya que se trata de una co-construcción de la realidad y no la realidad en sí misma.

A la vez, debido a que los resultados científicos tradicionalmente se han comunicado como concluyentes, desde esta reformulación de la caracterización de ciencia y tecnología, se combate la idea de ‘certeza’ asociada a éstas. Y de acuerdo con la postura de la TA-R, se rebaten las escalas de científicidad con las que el Positivismo categorizó diferentes tipos de conocimiento para superar estas divisiones y considerar a la ciencia y otros tipos de conocimiento como un continuo.

Desde la TA-R, una manera para difuminar estas divisiones se consigue a través de caracterizaciones estocásticas; es decir, que aceptan un umbral alto de incertidumbre y reconocen a actores híbridos (Fioravanti y Velho, 2010, p. 1) como sucede con el concepto de tecnociencias (Latour, 2001), con el que, en vez de separar al conocimiento científico y al tecnológico, se reensamblan en un indistinguible entramado de conexiones⁴⁴.

Así, la concepción tradicional de ciencia y tecnología-que incluye la división tajante entre especialistas y público lego- es reemplazada, pues en vez de colocar en compartimentos separados a cada actor, se reconocen sus interacciones como nudos de conexiones que se reconfiguran en la medida en que nuevos actores se suman o desaparecen conforme avanzan

⁴⁴ Sin embargo, tradicionalmente el periodismo de ciencia se ha encargado únicamente de comunicar hallazgos y resultados científicos. Para ampliar su enfoque, la TA-R puede ayudar a reducir la dependencia en los artículos científicos y entrevistas con expertos, al valorar no sólo a los científicos, sino también a otros actores y a sus motivaciones, intereses y conflictos, y reducir la distancia con las audiencias.

y retroceden sus traducciones, dependiendo de cuáles redes se activen o desactiven en diversas fases de procesos circulantes.

4.2. Fases del Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias

En la descripción del MCRT se contemplan diferentes fases, no necesariamente lineales, que reconfiguran las conexiones de las redes vía una cadena de traducciones donde un nuevo concepto o producto tecnocientífico se inserta en la representación pública, y circula en la cotidianidad.

Ayudados en los principios de la TA-R, es posible rastrear cuáles agencias participan en estas reconfiguraciones que trabajan para mantener las referencias circulando, al ensamblar en redes a actores heterogéneos, en distintas fases. De este modo, algunos nodos ganan o pierden protagonismo en las tareas de generar ideas, preproducir un mensaje, producirlo, convertirlo en una inscripción, o lograr su circulación en la conversación cotidiana.

Así, el trabajo para lograr que un mensaje de CPCT llegue a la conversación cotidiana, bajo la forma de representación pública de la ciencia (Latour, 2001), comienza en la fase de ideación. Ya que sin la elección y delimitación de temáticas, conceptos, historias o emociones a ser comunicadas (Solís, Magaña y Muñoz, 2016), las referencias tecnocientíficas asociadas no circularían.

En estas etapas iniciales, el Actor-Red que adquiere mayor protagonismo es el de las ideas, nutridas mediante la solicitud para que los interesados compartan las temáticas que les

interesa investigar, o compartan conocimiento, información y contactos útiles para mejorar la calidad de la producción.

Las siguientes fases en el MCRT -con excepción de la fase de ideación, ya mencionada- no necesariamente van sucediéndose, sino que en ocasiones avanzan o se detienen simultáneamente, mientras que diferentes Actores-Red pueden perder o ganar protagonismo en cada una de ellas.

Para explicar la red de traducciones que se construyen, a continuación, se describen las fases⁴⁵ del MCRT que conllevan la intención de aumentar las conexiones entre los diversos actores, a fin de solidificar redes que democratizen la ciencia y la tecnología vía el interesamiento, enrolamiento, traducción de intereses y, si es el caso, la consolidación de conexiones.

1. Ideación. Es la fase de generación de mensajes, donde las ideas del público, productores, guionistas, animadores, ilustradores, asistentes de producción y director, son preponderantes. En esta fase son los actores humanos quienes ganan protagonismo, aunque también se requiere de elementos no humanos (como manuales, libros, periódicos, videos o *podcasts*) de los que se obtienen ideas para ser

⁴⁵ No existe una frontera definida con la fase anterior ni con la siguiente, pues la participación fluye continuamente. En la emisión *A ciencia (in)cierta*, durante la fase de ideación se interpeló a los potenciales públicos a través de los nuevos medios de comunicación para que compartieran sus intereses, de manera que fuera posible mapear temáticas atractivas para ellos y enrolarlos en la producción para aportar ideas sobre una temática o controversia tecnocientífica. De este modo se generaba expectativa en ellos por ver su idea materializada en una producción audiovisual. Así, la propuesta original cambió conforme a las sugerencias provenientes de los nuevos actores enrolados, por lo que la producción final, a menudo, resultó distinta de la que contenía el guión original.

adaptadas a la producción que busca democratizar la discusión sobre un concepto, hallazgo, producto o controversia tecnocientífica, la cual será inscrita en un soporte digital para ser comunicada.

2. Preinscripción o búsqueda de aliados. En la fase siguiente se traslada el protagonismo a los públicos, guionistas, productores, administradores de comunidades digitales (community managers) y la dirección del programa. En tanto, entre los elementos considerados no humanos, pero protagónicos para producir los mensajes se incluye el uso de computadoras, software, mapeo de las controversias, controversias, locaciones y energía eléctrica, entre otros actores que, sumados, hacen que comience una campaña de expectativa para sumar aliados e interés. En esta fase se procede al reclutamiento de entrevistadores, entrevistados, especialistas, legos y todos los actores interesados en participar en la planeación y grabación de la emisión a partir de un tema altamente buscado en las semanas precedentes, detectado mediante las herramientas *Google Trends* y *Tweet Deck*, las cuales permiten identificar tendencias temáticas relevantes en determinadas zonas geográficas.
3. Producción. En esta fase, actores no humanos y humanos trabajan en conjunto y se convierten en un Actor-Red durante el tiempo en que permanecen ensamblados. Quienes participan en la producción -ya asociados como actores híbridos- son conductores, invitados, entrevistados, productores, camarógrafos, *floor manager* y

switcher, entre otros integrantes del *staff* de producción⁴⁶. Entre los actores no-humanos, se requiere de la agencia de cámaras, locaciones, estudios, luces, mesas, sillas, tarjetas de memoria, cargadores, pilas, micrófonos, celulares, tripiés, *tricaster* (software), para hacer posible la inscripción de la emisión. Únicamente gracias a la confluencia en el tiempo de una multitud de Actores-Red, correctamente ensamblados para realizar un trabajo y con agencia suficiente para mantenerse unidos, se logra que la idea inicial pase por una serie de traducciones y se transforme en un mensaje abierto, el cual, al añadir la agencia de editores, animadores y correctores, será estabilizado para su inscripción.

4. Inscripción. En esta fase, los humanos pierden protagonismo y ahora son los actores no humanos lo que otorgan durabilidad y alcance, en el tiempo y el espacio, al mensaje, dejando abierta la posibilidad de modificarlo a través de diferentes medios y traducciones. El proceso de inscripción implica que una referencia tecnocientífica se transforme y estabilice momentáneamente en un signo, archivo, datos o documento de texto o audiovisual, susceptible de entrar en circulación. Entre los actores no humanos que participan en esta fase, se encuentran: señal de transmisión, video en formato *mp4* y *mpeg-2*, señal de Internet, portales web, redes sociales, Youtube, televisores, disco duro externo, software, decodificador y animación. A la vez -y no

⁴⁶ Gracias a la concentración de agencias en menos dispositivos tecnológicos para producir una emisión de CPCT, cada vez se requieren menos actores humanos para lograr la grabación del programa, pues normalmente, en la fase de producción, se necesitó únicamente a cuatro personas y una lista reducida de elementos no humanos para conseguirla.

con menos realidad- aparecen sesgos, dogmas, prejuicios, valores, dinero, contexto histórico, datos, hallazgos, u otros elementos presentes durante el proceso de producción. En esta fase, apoyado en las herramientas de los softwares de edición, el editor estabiliza -hasta su siguiente traducción- inscripciones y las ensambla al reacomodar, cortar, acelerar o ralentizar escenas, a fin de eliminar partes no deseadas o modificar momentos sin dinamismo; es decir, editar, para hacer más atractiva la inscripción (considerando los intereses de los públicos señalados en la primera fase). Desde este modelo la producción de un mensaje y su estabilización, siempre provisional, implica sumar traducciones para crear un nuevo discurso, construido gracias a la participación de los públicos.

5. Circulación. En esta fase continúan las traducciones, pues este proceso se mantiene presente siempre que sea posible la construcción de públicos. Dado que para que la representación pública de la tecnociencia llegue al ámbito cotidiano, se requiere de la interacción de públicos que observen la emisión -o al menos una parte de ella-, y comuniquen sus posturas al exponer dudas, contradicciones y presentación de soluciones. Sin embargo, en cualquier momento es posible reabrir nuevas controversias y subcontroversias, pues mientras se mantenga ensamblada la red de actores será posible unir sus agencias para la generación de ideas, preparación de inscripción, producción, postproducción (inscripción) y circulación de las tecnociencias mediante la actualización de la información sobre nuevos conceptos, productos y procesos. Para ayudar a esta labor, elementos como la televisión abierta,

señal televisiva, redes sociales y plataformas de contenido, entre otros, sirven como transmisores que expanden el circuito y hacen que las referencias tecnocientíficas circulen al conseguir incluir a numerosos actores en una red de CPCT. Como una manera de lograr la estabilización temporal de estos contenidos, desde este modelo se considerará exitosa una emisión si, a través de la participación, construye públicos y los integra, por tiempo limitado, en sus redes, hasta lograr nuevas conexiones que creen nuevas inscripciones en un proceso que se mantiene en tanto se sostenga la red que lo genera: por ejemplo, nuevos videos o comentarios que logren que las referencias tecnocientíficas se conviertan en representaciones públicas de las tecnociencias.

Finalmente, el objetivo principal de un Actor-Red es influir en otras redes y ganar aliados con la particularidad de que, bajo la propuesta del MCRT, la comunicación en red de las tecnociencias se construye públicamente al interpelar a otros actores, a quienes se pide aportar ideas y opiniones para contribuir a la construcción de conocimiento de una manera compartida entre los públicos que, por momentos, conforman la red.

4.3. Aplicación de modelos del déficit cognitivo y de Comunicación en Red de las Tecnociencias

A través del programa televisivo *A ciencia [in]cierta*, se aplicó el Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias (MCRT) como una propuesta alternativa a lo realizado previamente en México, para realizar comunicación pública de las tecnociencias en un

programa televisivo. Mediante esta producción se destacó el doble sentido del adjetivo incierta: tanto como un conocimiento en constante construcción, como un proceso incierto, ya que los tecnólogos, científicos y comunicadores también cometen errores, tienen sesgos, y generan conocimiento falible, con un alto grado de incertidumbre en todo proceso de investigación.

En la producción guiada por el MCRT, se ha seguido una definición de ‘ciencia y tecnología’ más amplia, democrática y compleja, que se sintetiza en una noción opuesta a la que le fue legada a los comunicadores desde la tradición ‘iluminista’ a través de la concepción heredada de la ciencia y la tecnología, la visión dominante de la divulgación y del modelo del déficit.

Por el contrario, lo que caracteriza a la Comunicación Pública de las Tecnociencias (CPT) es la disposición para abrir un diálogo interdisciplinario para analizar controversias e incentivar la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre temas tecnocientíficos.

Para observar si la aplicación de esta propuesta redonda en productos comunicativos que interconecten con otras redes para facilitar la democratización de estos conocimientos, se compararon dos formas de abordar la comunicación de la ciencia y la tecnología:

1. La manera divulgativa tradicional, a través de cápsulas televisivas tituladas *Bocados de Ciencia*, cuya producción se realizó desde los presupuestos del modelo canónico, y

2. Una emisión piloto de CPT adaptada a diferentes medios y diseñada para atraer el interés y colaboración de públicos diversos a través de controversias en las que activamente participen bajo la guía del MCRT.

Con el fin de superar los obstáculos heredados por el modelo canónico, se desarrolló la emisión *A ciencia [in]cierta*, programa de 30 minutos de duración del que se produjeron diez programas con la finalidad de que, una vez aprobados por la coordinación de la Televisión de la Universidad Autónoma de Querétaro (*Tv UAQ*) se transmitieran y retransmitieran para incluir a públicos diversos dentro de sus redes de comunicación.

Así, se buscó generar una alternativa al modelo que ha dominado en la mayor parte de las producciones de CPCT mexicanas en los últimos 50 años, mediante una propuesta que pusiera el foco en la comunicación participativa con el fin de democratizar el proceso y combatir la marginación que los públicos han tenido en los programas divulgativos tradicionales.

3.7.1. **Bocados de Ciencia: producción desde el modelo del déficit cognitivo.**

La producción radial y televisiva *Bocados de Ciencia* consiste en 110 cápsulas divulgativas de 10 minutos de duración, elaboradas bajo el modelo del déficit cognitivo. Durante 2016 y 2017 las cápsulas se transmitieron semanalmente dentro del noticiario *Presencia Universitaria*, y del 2017 al 2019 en el informativo de la noche.

Esta emisión ha sido transmitida por las señales de la Universidad Autónoma de Querétaro: *Tv UAQ* y *Radio UAQ*. Fue presentada el 1 de septiembre del 2016 durante el

congreso de la Sociedad Mexicana de la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología desarrollado en la ciudad de Querétaro, y comenzó a transmitirse por *Radio UAQ* 89.5 de Frecuencia Modulada en enero del 2016, pasando al formato televisivo de *Tv UAQ* en abril del mismo año.

En la Memoria del XXI Congreso nacional de la Somedicyt⁴⁷ se reconoció cómo esta producción comunicativa alineó sus objetivos con la concepción heredada, caracterizada por una comunicación lineal, antropocéntrica, dicotómica y con definiciones tradicionales de ‘ciencia y tecnología’ que conciben a los públicos como entes pasivos.

En la primera temporada de *Bocados de Ciencia* (2016) se realizaron 50 grabaciones en un año, con intervenciones transmitidas en vivo desde en las señales radiales y televisivas de la UAQ. En la segunda temporada, 52 cápsulas fueron igualmente transmitidas en vivo por esas vías y subidas en el canal de Youtube de TVUAQ.

⁴⁷ Esta presentación y su respectiva retroalimentación evidenció la dificultad de comunicar información densa y compleja en cápsulas de máximo 10 minutos de duración, por lo que se consideró que estos materiales ganarían efectividad si se les contextualizara en el marco de un escenario, problemática o controversia tecnocientífica mayor. Memoria disponible en: <http://somedicyt.org.mx/solicitudes/registro-xxi-congreso-nacional>. Recuperado el 17 de enero del 2017.



Ilustración 23. *Bocados de Ciencia* surgió en 2016 en el marco del Programa del Doctorado en Estudios Interdisciplinarios sobre Pensamiento, Cultura y Sociedad (DEIPCS), como un proyecto divulgativo basado en el modelo del déficit cognitivo. A mediados del 2019 suma 110 emisiones dentro del canal de *Tv UAQ*, disponible en: <https://bit.ly/2yGn7rz> de *YouTube*.

3.7.2. Creación del programa televisivo *A ciencia [in]cierta*.

Logo animado:



Ilustración 34. Logotipo animado que explica, a manera de fórmula matemática integrada, el nombre del programa *A ciencia [In]cierta*. Realización del Departamento de Animación de *Tv UAQ* (2018).

Lema: Integrando el conocimiento.

Propuesta: Se propuso un nombre parecido al refrán utilizado cuando se quiere afirmar que se conoce algo ‘a ciencia cierta’, confiriendo certeza absoluta al conocimiento etiquetado como ‘científico’, aunque en la realidad éste no es infalible dado que siempre está presente la incertidumbre en la investigación y, en ocasiones, es el conocimiento científico el que reabre controversias que se consideraban cerradas.

Justificación: El logo antepone al adjetivo de ‘cierta’, el prefijo ‘in’ entre corchetes, para jugar con al menos dos adjetivaciones que puede tener el sustantivo ‘ciencia’⁴⁸. De este modo, gráficamente se intenta romper con las asociaciones de certeza e infalibilidad presentes en la ecuación que integra los elementos de la tecnociencia, a fin de cuestionarlos. Además, al retomar la estructura de una fórmula matemática cambiante y dinámica (performativa), se subvierte, con el movimiento animado, la división de la línea que separa al numerador del denominador.

El logotipo se inspira en la Teoría de la Relatividad, el Principio de Incertidumbre de Heisenberg, y la Teoría del Caos, para comunicar que al interior de lo que parecían certezas, absolutismos o fórmulas exactas para conocer la realidad de una manera científica, existen inevitablemente incertezas y limitaciones que deben ser comunicadas al público en general, a través de la historia y la filosofía de la ciencia.

Fondo: Utiliza los colores institucionales de la UAQ: fondo blanco, letras azules y contornos.

Síntesis del programa: *A ciencia [in]cierta* es un programa que comunica la ciencia y la tecnología como un conocimiento integral, fusionado en el híbrido llamado ‘tecnociencia’,

⁴⁸ Se sigue la caracterización de Ciencia (con mayúscula) y ciencia (con minúscula) ideada por Latour (2001). Los corchetes muestran que ésta puede ser, a la vez, cierta, cuando una creencia es aceptada por una comunidad científica, despejando la competencia de teorías rivales y volviéndose, así, dominante. O, por el contrario: incierta, ya que a menudo no puede predecir ni explicar todos los problemas, e incluso, en momentos de ciencia revolucionaria (Kuhn, 1962), sus pilares teóricos son reemplazados por la competencia de otros paradigmas que aún no pueden explicar numerosas anomalías.

el cual supera las barreras disciplinares tradicionales y la definición reduccionista de ‘ciencia y tecnología’.

Su formato permite el debate entre puntos de vista preferentemente interdisciplinarios, que posibilitan conocer desde diversas posturas -de especialistas y del público lego-, borrando así las divisiones entre conocimiento experto y común, de modo que se integren distintos tipos de saberes y conocimientos en la producción comunicativa.

Finalmente, a través de diferentes secciones se comunican tanto los beneficios como los riesgos de las tecnociencias, con el objetivo de que gradualmente el debate y diálogo sea enriquecido y continuado por los televidentes e internautas, y sean ellos quienes produzcan sus propios mensajes e incorporen las referencias tecnocientíficas en la conversación común.

Secciones de *A ciencia [in]cierta*

Contextualízate: Con duración de dos a tres minutos. Sirve para sentar las bases de la discusión, contextualizar y sensibilizar sobre la controversia tecnocientífica a analizar. Es una cápsula en la que el contexto histórico no es marginal, sino central. Se utiliza un lenguaje audiovisual y escrito (infografías) para introducir al público en la problemática previamente seleccionada y solicitar propuestas de soluciones a diversos participantes.

Controversus: Son mesas de discusión televisadas y con límite de tiempo, donde los actores seleccionados responden a varias preguntas controversiales y replican los puntos de vista de otros participantes. De modo que, en vez de cuestiones cerradas o dicotómicas, se muestran diversos matices y dimensiones de las tecnociencias, incluyendo los potenciales riesgos y beneficios para comunidades y zonas específicas.

En *A ciencia [in]cierta* los públicos son quienes ponen la agenda a los medios, y no al revés. En ese sentido, a través de las cuentas en diversas redes sociales del programa y de la revisión semanal de las búsquedas sobre ciencia y tecnología en sitios como *Google Trends*, *Quora*, *Kialo* y *Reddit*, se rastrean las temáticas que más interés generaron en el centro del

país para utilizar ese interés y explotar controversias situadas en lugares y momentos específicos.

Asimismo, con sondeos vía *Facebook* y *Twitter* se pidió a posibles interesados colaborar en el desarrollo de las temáticas que deseaban fueran respondidas por los participantes de la sección *Controversus*, de manera que con las ideas aportadas se genera una agenda para desarrollar semanalmente esta mesa de controversias, con base en las preguntas del público⁴⁹.

En esta mesa de controversias se contraponen diversas posturas de los invitados, convergentes y divergentes, para rastrear los sus puntos de encuentro y de choque y mapear los puntos controversiales que provienen de los variados ángulos y disciplinas desde las que es posible plantear la discusión.

Una vez puestos a debatir, los participantes responden varias preguntas formuladas por el público, recibidas previamente y seleccionadas por la producción para que correspondan con alguna de las dimensiones de la controversia tecnocientífica elegida por su susceptibilidad para ser discutida multi e interdisciplinariamente pero también por el público que lego o no especialista.

Desde esta perspectiva, se busca que las cuestiones controversiales sean abarcadas desde visiones interdisciplinarias y si bien, en ocasiones las posturas de diferentes disciplinas se contraponen, por lo general, se llega al “acuerdo de que existe un desacuerdo” entre los participantes (Venturini) y sus formaciones teóricas o metodológicas por lo que se reconoce la necesidad de redefinir algunos términos desde diferentes disciplinas, para que éstos adquirieran un significado común durante la discusión.

⁴⁹ En esta sección no existe un moderador a cuadro, porque se intenta llevar el mensaje del público directamente a los invitados a través de preguntas escritas o grabadas, ya que previo a la grabación se solicita a los interesados enviar, en video o por escrito, preguntas pertinentes para ser discutidas.

En esta dinámica, para evitar digresiones y favorecer la concreción sobre la controversia a discutir, se limitó la argumentación de cada participante a dos minutos de duración por cada pregunta. Cabe señalar que los participantes cuentan con una semana para preparar sus argumentos, ya que previamente reciben una copia de los cuestionamientos planteados por los públicos interesados en la temática rastreada.

Temas abordados: Entre los temas controversiales propuestos en conjunto por los públicos interesados y por la producción del programa, se abordaron diez propuestas ideadas como la discusión contextualizada y vista desde disciplinas diferentes para problemas que se revelaron relevantes para nuestras audiencias:

1. Entomofagia en la gastronomía e historia mexicanas.
2. La desvalorización de la mujer en la ciencia mexicana.
3. El legado de Stephen Hawking en la astrofísica.
4. Astrología *versus* astronomía en la cultura científica mexicana.
5. Escasez de agua: soluciones tecnoculturales en regiones áridas del estado de Querétaro.
6. Eutanasia: ¿derecho o transgresión?
7. Despenalización del aborto en Querétaro: perspectivas legales y biológicas.
8. Seguridad alimentaria y Organismos Genéticamente Modificados (OGM).
9. Cigarro electrónico y cigarro tradicional: riesgos y beneficios.
10. La depresión: comprensión del problema desde la psicología y la psiquiatría.

Invitados: En las primeras emisiones se invitó a entrevistados relacionados con la controversia propuesta por los públicos. La mayoría fueron contactados gracias a los contactos de los integrantes del equipo de producción. Al añadirse más aliados, se recibieron también recomendaciones -seleccionadas por la producción y la dirección- a través de redes sociales, para abrir encuentros con invitados provenientes de distintos ámbitos, disciplinas y campos del saber.

Cabe resaltar que antes de realizar estas mesas de discusión televisadas, se constató que, aunque en un comienzo no había casi diálogo entre los invitados debido a su diferente posición disciplinar y epistemológica, tras dialogar en la sección *Controversus*, fue posible - en algunos casos- conectar a los participantes y lograr que intercambiaran sus datos de contacto y/o acudieran a las presentaciones y eventos de la contraparte. De esta forma, aun cuando no aceptaran los argumentos del otro, se reconoció la importancia de cuestionar, desde otras perspectivas, sus propias definiciones y paradigmas, a fin de construir colectivamente el conocimiento.

Finalmente, fue posible que representantes de distintas disciplinas y saberes intercambiaran emociones, conocimientos y contactos, aun cuando no compartieran los mismos valores epistemológicos (Solís, *et al.*, 2016, p. 12). De esta manera se enriqueció el debate entre quienes estaban dispuestos a escuchar explicaciones provenientes desde otros campos del saber y quienes optaron por no participar.

Tu ciencia: En esta sección, la videocolaboración es una herramienta útil para presentar, de manera breve, sencilla, creativa y amena, la producción y los aportes tecnocientíficos tanto de investigadores nacionales (queretanos, sobre todo) como internacionales, sus beneficios a nivel local o global, así como la solución a alguna problemática abordada en el programa. Las colaboraciones recibidas incluyeron:

1. Nombre de la propuesta, o reto.
2. Explicación de la problemática identificada.
3. Solución de la propuesta registrada.
4. Explicación de los principios científicos, tecnológicos y de innovación, que sustentan la solución a la problemática.
5. Beneficios y riesgos para la población, en caso de implementar la solución.

En el material audiovisual se propone una solución a alguna problemática colectiva. Y aunque la sección está abierta a cualquier persona, se requieren ciertos conocimientos para enviar su

videocolaboración en formato *MP4*, con una duración máxima de 180 segundos y un ‘peso’ máximo de 100 megabytes, para así garantizar su transmisión por *Tv UAQ*. También se solicita incluir derechos de autor y créditos, o la liberación de éstos mediante la licencia *copyleft* o *creative commons*, en el caso de materiales o imágenes que no sean de la autoría de los colaboradores. Tras producir ambas emisiones y contrastar las premisas de dos de los modelos más contrastantes para guiar una producción de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, a continuación, se sintetizan las ventajas observadas con el uso de uno u otro modelo:

Tabla 7

Ventajas y desventajas del Modelo del Déficit Cognitivo frente al Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias.

Modelo de CPCT	Ventajas	Desventajas
<p>Modelo del Déficit Cognitivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación de información unidireccional hacia los públicos, especialmente cuando se trata de emergencias comunicativas, y/o los receptores tienen escaso conocimiento especializado sobre un tema reciente (el surgimiento de la pandemia del Síndrome de Inmunodeficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • División dicotómica entre expertos/conocedores y públicos/ignorantes, que genera una brecha entre ambos. • Antropocentrismo que desvalora el creciente papel de lo no-humano.

	<p>Adquirida, a comienzos de los 80, por ejemplo).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rechazo de enfoques históricos, sociológicos y axiológicos. • Visión elitista de la comunicación. • Problematización <i>a priori</i> de los públicos. • Público atomizado y amorfo.
<p>Modelo de comunicación en</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza las conexiones de actores heterogéneos, sean humanos, no humanos o híbridos. • Analiza escalas que combinan los niveles macro y micro. • Elimina las divisiones convencionales pues no 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificulta el análisis separado de cada parte de un sistema, o red. • Difuminación del foco de estudio y excesiva complejización. • Se pierde precisión para conocer el punto en el que se debe incidir.

<p>red de la tecnociencia</p>	<p>hay interior ni exterior, local o global.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explica los procesos y su arquitectura reticular, más que sólo los resultados. • Abre los procesos de la ciencia y la tecnología para observar la producción del conocimiento, tanto el considerado ‘correcto’ como el ‘incorrecto’. • No jerarquiza ni evalúa <i>a priori</i> a los actores participantes. • Considera a la <i>ciencia en acción</i>; es decir, como un problema abierto a explicar y no como una explicación ya concluida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipara lo humano y lo no-humano al quitar al primero el protagonismo del que goza en las ciencias sociales, lo que choca con estas disciplinas.
--------------------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia basada en comparación de Arellano (2015, pp. 52-53).

4.4. Las redes del programa *A ciencia [in]cierta*

Para garantizar que las redes continúen trabajando asociadas, con la finalidad de democratizar la ciencia y la tecnología, se busca la institucionalización de esta emisión a través de su reconocimiento, por parte de la televisora de la UAQ, de la normatividad, personal, equipo, presupuesto, y flujos de trabajo propios.

Durante la realización de la investigación, se ubicaron fuentes de recursos como la *Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* del Conacyt, en la que se participó en el 2018⁵⁰. También se ubicó la posibilidad de solicitar a los públicos que proponen las temáticas y son más asiduos seguidores de la emisión, el proporcionar una aportación voluntaria a través de portales de fondeo como *Patreon.com* o *Kickstarter.com*, a cambio de una mención en el programa o contraprestación en especie.

En este sentido, al asociar actores en una red flexible, para cumplir con una tarea, se requiere atraer aliados incluso entre las que son consideradas redes competidoras y, posteriormente, con su apoyo inscribir el mensaje, para que circule en bucles de retroalimentación que fomenten la participación y mantengan a la red trabajando para hacer circular el conocimiento.

Respecto al costo de producir emisiones guiadas por el MCRT, cabe subrayar que este tipo de comunicación reticular implica destinar más recursos -humanos y no-humanos- temporales y económicos que en las producciones basadas en el MDC, por lo que aumenta

⁵⁰ En la convocatoria 2020 se participará, pues es la opción más viable para financiar esta producción a través de apoyos que van desde los 500 mil hasta los tres millones de pesos anuales, que no pueden volver a solicitarse. Con estos recursos, durante un año es posible pagar sueldos al director, productor, asistentes de producción, editores, conductores y camarógrafos, y adquirir la serie de elementos no-humanos para comunicar en red.

la inversión, pero también la densidad de las conexiones y la posibilidad de democratizar este tipo de conocimiento y de generar redes que perduren en el tiempo.

Al presupuestar los recursos requeridos -con cotizaciones vigentes a junio del 2018- para producir semanalmente una emisión de *A ciencia [in]cierta*, junto con la operación administrativa, la inversión mensual de la producción de un programa semanal, de media hora de transmisión, basado en el MCRT -considerando el salario de un equipo de seis personas y material para realizar las grabaciones-, asciende a 93,350 pesos, como se expresa en los siguientes presupuestos.

Tabla 8

Concentrado de presupuesto para producir A ciencia [in]cierta.

Concentrado de presupuesto	
Concepto	Costo total
Recursos Humanos.	\$73,250.00/Mes
Elementos no-humanos.	\$19,100.00
Total con IVA incluido	\$93,350.00

Tabla 9

Recursos necesarios para producir A ciencia [in]cierta.

Recursos humanos			
Concepto	Precio (IVA incluido)	Unidades	Total (con IVA)
Director.	\$20,000.00	1	\$20,000.00
Productor.	\$15,000.00	1	\$15,000.00
Productor Ejecutivo.	\$15,000.00	1	\$15,000.00
<i>Scouting.</i>	\$1,200.00	1	\$1,200.00
Editor / Montaje.	\$6,000.00	1	\$6,000.00
Camarógrafo.	\$1,500.00	1	\$1,500.00
Asistente de camarógrafo.	\$750.00	1	\$750.00
Animador.	\$7,000.00	1	\$7,000.00
Talento.	\$1,500.00	2	\$3,000.00
Guionista.	\$2,000.00	1	\$2,000.00
<i>Storyboard.</i>	\$2,000.00	1	\$2,000.00
Utilero.	\$800.00	1	\$800.00
Total	\$61,750.00		\$73,250.00

Tabla 10

Insumos requeridos para la producción del programa.

Insumos	Precio (IVA incluido)	Unidades	Total (con IVA)
Permiso de filmación.	\$800.00	2	\$1,600.00
Renta de cámara con <i>kit</i> de iluminación y accesorios.	\$1,750.00	2	\$3,500.00
Vestuario.	\$1,500.00	2	\$3,000.00
Edición (software y máster).	\$3,000.00	1	\$3,000.00
DVD.	\$300.00	1	\$300.00
Papelería para invitaciones.	\$2,500.00	1	\$2,500.00
<i>Catering</i> (comida).	\$300.00	8	\$2,400.00
Transporte.	\$2,400.00	1	\$2,400.00
Total	\$12,250.00		\$19,100.00

Fuente: Elaboración conjunta con Tv UAQ.

Reflexiones finales

En esta investigación fue posible identificar, conforme a nuestro primer objetivo, que la concepción heredada de la ciencia y la tecnología ha dominado los esfuerzos de divulgación en México y se ha mantenido como la forma tradicional de comprender los procesos comunicativos debido al uso privilegiado de los modelos de CPCT procedentes de teorías relacionadas con el positivismo y el neopositivismo.

Uno de los hallazgos referentes al segundo objetivo investigativo fue la identificación de las relaciones entre las teorías comunicativas, influenciadas por ésta *concepción heredada*, y las actividades realizadas en México desde la visión dominante de la divulgación que privilegian las definiciones de ciencia como conocimiento verdadero, tecnología como ciencia aplicada en artefactos, y la comunicación como control, en lugar de negociación además de asumir la superioridad de los especialistas sobre los legos.

Al analizar históricamente las posturas epistemológicas que nutren conceptualmente esta postura, se rastrea la fuerte influencia del positivismo de raíz franco-inglesa y del neopositivismo austro-alemán, la cual ha condicionado las prácticas de científicos, tecnólogos y comunicadores en México. Desde estas perspectivas epistemológicas dominantes, el positivismo y el neopositivismo, asumió a “lo humano” como único productor y transmisor de la ciencia y la tecnología, lo que se reflejó en que las teorías de comunicación de masas y los MCPCT mantengan una visión antropocéntrica, dicotómica y esencialista del proceso.

En el campo comunicacional, éstas perspectivas han generado explicaciones lineales que fomentaron la expansión de MCPCT unidireccionales, particularmente cuando desde los centros estadounidenses de investigación se promovió el uso de concepciones empiristas bajo la presunción de que una comunicación basada en la verificación y la simplificación, permitiría reducir la brecha cognitiva que, desde el siglo XIX, ubicó en fronteras separadas a los legos y a los científicos y los tecnólogos.

Esta forma asimétrica de comunicar -resumida en el Modelo del Déficit Cognitivo (Lozano, 2005)- consideró al conocimiento científico como el único válido, y a su comunicación simplificada como una vía para llenar las lagunas presentes en los legos, a través de la idea de un progreso lineal y siempre benéfico para la humanidad (sin tomar en cuenta, por ejemplo, los riesgos medioambientales y éticos asociados con la ciencia y la tecnología).

En la segunda mitad del siglo XX comenzó a cuestionarse la objetividad y neutralidad de la ciencia pregonada por ésta visión, presente en las teorías y modelos comunicativos que la asociaron con el progreso y el bienestar a través de una comunicación lineal que fluye desde el poseedor de los conocimientos hacia un público supuestamente ignorante y que requiere ser alfabetizado.

Sin embargo, los cuestionamientos a la concepción heredada y a su versión más radical, el cientificismo, dejaron ver las primeras grietas en el edificio que la ciencia positivista había construido, ya que las nuevas perspectivas y teorías comenzaron a

resquebrajar la idea de la ciencia como un cuerpo de conocimiento validado por el método científico, y a su comunicación, como la transmisión de hechos comprobados por los expertos para combatir la ignorancia de los legos.

Solo recientemente se ha ido desmontando la concepción neopositivista de la ciencia y la tecnología en el campo de la CPCT, utilizando nuevos planteamientos como la ‘teoría del flujo de comunicación en dos pasos’ o la ‘teoría de usos y gratificaciones’, las cuales destacan la importancia del receptor en un proceso bidireccional.

Con respecto al tercer objetivo de esta investigación, fue posible corroborar que en México las políticas públicas privilegiaron la imitación de modelos comunicativos europeos y estadounidenses diseñados con el fin de transferir conocimiento desde los expertos hacia los legos y de los países con desarrollo tecnocientífico hacia los que no lo han conseguido.

Sin embargo, la influencia de las nociones de comunicación, ciencia, tecnología y públicos procedentes de la concepción heredada puede ser contrarrestada, como lo confirmó nuestro cuarto objetivo investigativo, mediante la propuesta de un modelo caracterizado por generar emisiones que buscan democratizar la CPCT mediante la comunicación en red.

Desde hace 50 años, los modelos implementados en el país se basaron en nociones de CPCT centradas en el modelo deficitario desde el que se facilitó la producción de materiales divulgativos con mensajes simplificados para resguardar los intereses de la comunidad científica, a través de una comunicación vertical que culpabilizó al receptor por desconocer temas especializados (Alcíbar, 2009).

Bajo esta visión, en las últimas 5 décadas, con apoyos del Conacyt, en México se produjeron numerosos materiales de CPCT, en algunos casos de distribución gratuita gracias al financiamiento estatal, pero, aún así, no se logró democratizar la ciencia y la tecnología entre públicos plurales porque tradicionalmente se les consideró como entes pasivos a los que se omitió interesarlos, enrostrarlos y comprometerlos en las redes de comunicación.

Además, dada la influencia de la *concepción heredada*, en México se promovió que sus élites intelectuales se prepararan en instituciones extranjeras y replicaran los modelos empleados en los países desarrollados para aplicarlos en acciones locales de comunicación de la ciencia y la tecnología aun cuando no se adaptaran a los contextos, públicos ni necesidades locales.

Por el contrario, basados en nuevas explicaciones teóricas, surgieron modelos como el de la ‘experticia’ o los de ‘participación ciudadana’, que reforzaron la idea de que sería posible para la Humanidad, vivir en una tecno-utopía, de acuerdo con la visión de la producción científica y tecnológica que el Positivismo entronizó y que debe reemplazarse mediante producciones basadas en el Modelo de Comunicación en Red de las Tecnociencias o MCRT.

Así, tras comparar los procesos de producción y circulación de del conocimiento a través de dos emisiones basadas en modelos contrastantes de CPCT, se observó que el MCRT presentar una mayor capacidad de agencia para democratizar las tecnociencias mediante una

política comunicativa que, primero a nivel local y luego en el regional, impulse el uso de modelos participativos de tercera generación.

Al contrastar este tipo de modelos con los de la primera generación, se ubicó un desfase de éste con las nuevas formas de comunicación del conocimiento de forma distribuida, mientras que el MCRT permitió adaptarse a los nuevos escenarios comunicativos e integrar a una mayor cantidad de actores al utilizar nociones complejas que caracterizan a cada elemento en función de sus relaciones con otros elementos ya que: “Esta propuesta sugiere un modo particular de ver no sólo [a] la ciencia y la tecnología, sino también su comunicación, a partir de las acciones y asociaciones” (Mendoza, 2015, p. 185).

Esta diferencia permite inferir que la política comunicativa emanada desde el Estado debería minimizar las acciones de CPCT concebidas a partir del modelo canónico y fomentar propuestas de tercera generación como el MCRT. Este modelo, caracterizado por ser incluyente tanto en la producción de mensajes como en todas las fases de gestación y circulación del conocimiento, enriquece los procesos mediante la participación y el reconocimiento de actores híbridos de manera que, poco a poco, se modifiquen las prácticas comunicativas guiadas por definiciones rígidas y esencialistas.

Para lograr esto, un paso necesario es modificar las nociones provenientes de la *concepción heredada* y de la visión dominante de la divulgación, y redefinir los términos tradicionales del proceso comunicativo con el fin de superar -aunque sea parcialmente- los obstáculos que dificultan democratizar la ciencia y de la tecnología en México.

En ese sentido, y frente a las perspectivas epistemológicas de raíz positivista, se propone un modelo en el que el público deja de ser un sujeto pasivo y se convierte en un *blanco móvil*, capaz de conectar con otros, al tejer redes de comunicación y poner en marcha procesos de comunicación que integran a la cultura tecnocientífica con el saber común.

Así, siguiendo la circulación en redes flexibles se suple el proceso lineal de simplificación del conocimiento por uno de múltiples traducciones en el que cada fase añade significado a los conceptos conforme más actores se unen a sus redes. De esta manera, se facilita la comunicación de las controversias tecnocientíficas para hacerlas llegar a la discusión cotidiana de los ciudadanos (Zincke, 2008, p. 38).

Como esta propuesta establece grados de acercamiento o alejamiento entre los registros de lenguaje especializado a nivel de difusión (entre especialistas) o divulgativo (discurso híbrido), se desprende que forman parte de un mismo *continuum*, ya que el conocimiento también se genera entre usuarios no especializados (Quintero y Molero de Cabeza, 2016, p. 1).

Por ello, desde este modelo, el conocimiento tecnocientífico se traduce en redes cambiantes que se expanden gracias al trabajo de los periodistas, científicos, políticos y medios de comunicación, pero también de ciudadanos y actores no humanos que inscriben estas traducciones para que perduren.

Así, el concepto de comunicación en red de las tecnociencias se propone para describir las conexiones de elementos humanos y no humanos, como coproductores de conocimiento,

además de considerar la conformación de públicos diversos como entidades con las que se dialoga, y no, a las que se dirigen los mensajes masificados.

Así, se conceptualiza a la CPT como un circuito de comunicación que construye conocimiento; aunque, si éste se desarticula, las redes que dan existencia a la ciencia, a la tecnología y a las tecnociencias pierden capacidad para modificar al mundo, al quedarse sin conexiones entre sus diversos nodos, por lo que la red desaparece.

Bajo estas consideraciones, es importante la modificación de las siglas de CPCT por el término Comunicación Pública de la Tecnociencia (CPT), caracterización que reconoce la imbricación entre ciencia y tecnología con la asociación de elementos híbridos en un mismo actor-red (Latour, 2001; Woolgar, 1991) llamado tecnociencias.

De acuerdo con esta propuesta, es necesario complejizar los procesos de CPT mediante un modelo que incluya las fases descritas por la TA-R: movilización, alianzas, convencimiento de colegas y medios de comunicación (Latour, 2001), además de considerar la creación de nuevos conceptos para facilitar su circulación entre públicos heterogéneos (Capriotti, 2013).

Así, gracias a la flexibilidad de estas redes sociotécnicas, el conocimiento ya no se produce en un centro, sino que en el proceso se incluye a una gran cantidad de elementos que contribuyen a las fases de producción, comunicación, definición, estabilización e institucionalización del conocimiento científico y tecnológico. Entre estas fases entretrejidas, es particularmente importante la labor de los medios de comunicación, pues

moldean la representación pública de la ciencia y condicionan la aceptación de sus construcciones mediante la apertura de controversias (Latour, 2001, p. 126).

De esta manera, es posible confirmar en esta investigación lo planteado por Latour (2001), pues de acuerdo con la visión tradicional de la producción de la ciencia y la tecnología, éstas han sido concebidas históricamente de manera separada por lo que se ha dividido artificialmente al conocimiento especializado y el de los legos cuando en realidad se trata del mismo *continuum*.

Por eso, para realizar acciones de CPT en México, se presenta la necesidad de cuestionar continuamente -desde la filosofía, la historia, la sociología del conocimiento y otras disciplinas y saberes- la definición de comunicación como un proceso lineal y unidireccional, y sustituirla por una visión interdisciplinaria que fomente el diálogo entre todos los participantes, mediante una concepción amplia, incluyente y flexible que permita la construcción de conocimiento desde y hacia varias direcciones.

Con la ampliación de estas concepciones, ya no se reduce a la ciencia a un conocimiento teórico de la realidad con fronteras interminables -como lo señalaba la visión científicista-, sino que se reconoce que su práctica depende de que aumenten o disminuyan sus conexiones, de modo que una discusión más conectada -incluso con sus detractores- redunde en un mayor alcance del conocimiento a través de políticas de públicas incluyentes.

Por ello, desde las políticas comunicativas implementadas en el país resulta crucial que el actor que anteriormente se consideraba una masa amorfa denominada público,

aumente su participación gracias a las herramientas tecnológicas, las cuales, junto con una noción de comunicación como creación de comunidad, consideren a los públicos como nodos que se asocian con otros actores en redes constructoras de conocimiento.

Así, la democratización de las tecnociencias no representa la meta final, sino un camino que forma redes y comunidades -mediante la comunicación-en la medida que sus actores se conectan y reconectan constantemente. En otras palabras, el resultado ideal de estos procesos será mantener un diálogo continuo entre científicos, políticos y colectivos, para fomentar en México una ciudadanía científizada que contribuya, con su participación, a la generación de soluciones de los problemas relevantes para sus comunidades.

Por eso, en esta investigación se concluye, acorde con la TA-R, que las sucesivas traducciones (Latour, 2001, pp. 111-112) requieren redefinir constantemente los términos mediante negociaciones en las que participen todos los involucrados. Estas traducciones se realizan a través de nodos en asociados en redes performativas donde si un actor falla o desaparece, intervienen otros actores para suplir las desconexiones del circuito principal, reconectando por otros caminos la circulación al combinar funciones en híbridos para alcanzar metas compuestas.

De esta manera uno de los objetivos del MCRT es mantener abiertas las vías de comunicación e incluir como participantes del conocimiento tanto a especialistas como a legos en un diálogo alternado sin privilegiar *a priori* a uno u otro, sino como actores en la

toma de decisiones informadas y críticas sobre las controversias tecnocientíficas presentes en el escenario regional, nacional y global.

De esta manera, entre los cambios propuestos en la implementación de modelos comunicativos se considera recomendable:

1. Evitar concebir a la ciencia y a la tecnología de acuerdo con la concepción heredada y la visión dominante de la divulgación, puesto que presentan un desfase respecto a los nuevos escenarios de producción y comunicación del conocimiento.
2. Redefinir y actualizar elementos epistemológicos presentes en las teorías de la comunicación a fin de ampliar la visión de los actores que tienen capacidad de comunicar ciencia y tecnología.
3. Implementar modelos reticulares de comunicación a través de las políticas comunicativas para ganar participación y alcance entre diversos actores.
4. Reconocer que un modelo de comunicación basado en la TA-R: el MCRT, es uno de los modelos que, a nivel local, permiten descentrar el humanismo moderno y poner en circulación el conocimiento tecnocientífico de una manera democrática entre diversos actores.

Si bien, estos son pasos favorables para democratizar los conocimientos a través de la CPT, aún falta profundizar la investigación sobre qué otros factores propician esta democratización del conocimiento, sobre todo, en una etapa donde los vertiginosos cambios exigen actualizar

constantemente las estrategias para superar obstáculos culturales, económicos, temporales y políticos.

En cuanto a las limitaciones de la presente investigación, se refieren primordialmente a la dificultad de reducir y aislar la multitud de variables en un modelo teórico que pueda englobar sincrónica y diacrónicamente un proceso complejo, como la comunicación pública del quehacer científico y tecnológico.

Otra limitación, que incluso puso en riesgo la asociación del Actor-Red -construido durante la investigación-, fue la falta de recursos económicos para garantizar la continuidad de las emisiones de *A ciencia [in]cierta*, debido a la dificultad para atraer a varios colaboradores al programa, puesto que solicitaron una remuneración a cambio de su participación en la emisión, pero fue posible comprobar que es posible suplir a este importante actor y conseguir asociar intereses mediante otras vías.

En futuras investigaciones, cabría comparar cuantitativamente los alcances y requerimientos económicos de producir ambos tipos de emisiones: *Bocados de ciencia* y *A ciencia [in]cierta*, y cómo es que, aun con escasos recursos económicos, es posible movilizar actores y agencias para generar una comunicación en red mediante otras estrategias como la motivación, el reconocimiento, la escucha atenta, el interés, el humor, la interacción y la retroalimentación.

En estos estudios, sería pertinente rastrear qué mezcla de actores facilita la creación y el fortalecimiento de redes de comunicación de las tecnociencias, para inscribirlas en

emisiones comunicativas de alcance regional que se conecten con otras redes por medio de las TIC, de manera que se ponga en común el conocimiento generado por humanos y no-humanos asociado de una manera participativa.

Además, en los escenarios actuales y por venir, es posible analizar grandes cantidades de información y comprobar el *performance* de diversos modelos de CPCT mediante ejercicios situados que muestren hasta qué punto la comunicación en red puede ayudar a consolidar la democratización del conocimiento.

Así, es posible reemplazar la promesa hecha por el ‘humanismo ilustrado’ de generar bienestar y progreso para las mayorías a través del conocimiento científico y tecnológico comunicado de forma dicotómica, antropocentrista y esencialista como ha sucedido en México hasta ahora, por una manera alternativa menos atractiva pero más realista, a través de un modelo que redefina nociones fundamentales para comunicar el conocimiento tecnocientífico de una manera compleja e interdisciplinar.

En este sentido -luego de la revisión de décadas de literatura enfocada en la discusión de la eficacia y eficiencia de los modelos de comunicación pública de la ciencia y de la tecnología-, se reconoce que actualmente “[...] los discursos sobre las actividades científicas son cada vez más numerosos, complejos y contradictorios” (Laigle, 2012, p. 32), por lo que se requieren más producciones comunicativas que generen contenidos “entendibles, frecuentables y disfrutables” (Laigle, 2012, p. 33) para la mayor parte de la población.

Por eso, se debe considerar a la construcción del conocimiento como un proceso eminentemente interdisciplinario y con una definición construida desde la concurrencia de diferentes saberes que permiten la participación de diversos actores provenientes de contextos variados para generar redes heterogéneas que pongan en circulación diferentes conocimientos a través de redes performativas ya que:

Sin lugar a dudas una característica clave de la ciencia en red es la interdisciplinariedad. [...], como resultado de las interacciones en red, supone también un cambio en la concepción del conocimiento, que deja de entenderse como algo principalmente sustantivo, frente a una concepción más relacional fruto de una negociación entre diferentes perspectivas” (López, 2016 en Romero y Sánchez, 2014, p.31)

De manera similar, queda clara la vocación de la comunicación en red de las tecnociencias como un campo interdisciplinario que tendría como objetivo: “analizar las condiciones del paso del discurso científico hacia el discurso ciudadano, en un contexto marcado por la omnipresencia de los discursos científicos y el rol creciente de la comunicación en un espacio público abierto y competitivo” (Wolton, 1997, en Laigle, 2012, p. 32).

En este sentido, para sustituir al anterior paradigma, es necesario evitar que el conocimiento de científicos y tecnólogos produzca nuevos dogmas y, por el contrario, adoptar propuestas comunicativas que reconozcan que tanto la ciencia como la tecnología lidian cada vez más con la indeterminación, el caos, la complejidad y la incertidumbre.

Por ello, se requiere superar la ‘herencia ilustrada’ -que obstaculiza los procesos de comunicación- para aumentar la democratización del conocimiento, integrando el MCRT como un modelo viable para la comunicación tecnocientífica dirigida a los públicos variados del país, reforzado por políticas científicas y tecnológicas acordes con los nuevos escenarios.

Sin embargo, ha de reconocerse que la comunicación -por sí misma- no podrá solucionar todos los problemas, ni que la sola implementación de un nuevo modelo logrará la democratización del conocimiento tecnocientífico, pues al tratarse de un problema históricamente situado, se requieren tomar en cuenta a todos los actores para conjuntara esfuerzos por comunicar ciencia y tecnología en nuestro país.

Al unir estas experiencias, se vuelve posible interesar a una diversidad de actores a partir de una comunicación que mantenga activas sus redes y minimice obstáculos y divisiones por largo tiempo arrastrados, de modo que, en vez de distanciar el conocimiento tecnocientífico del saber común⁵¹, éste sea concebido como un continuo que se entrelaza, conecta y se enriquece al conectarse con otros Actores-Red.

Así, la circulación del conocimiento tecnocientífico, representa la sangre que mantiene viva a la civilización actual y una de las esperanzas para empoderar a los

⁵¹ Hay unanimidad en señalar que debido al ritmo de generación y comunicación de nuevo conocimiento, incluido el generado por actores no-humanos, la tradicional separación entre quienes conocen y quienes no, no puede sostenerse, pues “[...] con la especialización y diferenciación disciplinar de la ciencia, el ideal de científico generalista, ilustrado en cualesquiera materias científicas, se convierte en una entelequia y, por tanto, la divisoria entre experto y lego se desdibuja” (Lévy-Leblond, 1992; Fehér, 1990, en Alcívar, 2015).

ciudadanos al aceptar que estos conocimientos se complementan con otros gracias a una redefinición de lo que hasta ahora se ha entendido como comunicación en red.

Referencias

- Alcíbar, M. (2004a). *Controversias tecnocientíficas y medios de comunicación: el caso de la clonación humana y los raelianos en El País*. Universidad de Sevilla.
- Alcíbar, M. (2004b). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Análisi*, 43–70.
- Alcíbar, M. (2009). Comunicación pública de la tecnociencia: más allá de la difusión del conocimiento. *Zer*, 14(27), 165–188.
- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor: ciencia, pensamiento y cultura*, 1–13.
- Alvarado, M. E. (2015). *Desarrollo y concepciones de ciencia: Una mirada histórica El*

caso de la UNAM. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Sociales.

Álvarez-Buylla, M. E. (2018). *Plan de reestructuración estratégica del Conacyt para adecuarse al Proyecto Alternativo de Nación (2018-2024) presentado por MORENA*. Ciudad de México.

Aparici, R., & García-Marín, D. (2018). Prosumidores y emirecs: análisis de dos teorías enfrentadas. *Comunicar*, 26(55), 71–79. <https://doi.org/10.3916/C55-2018-07>

Arellano, A. (2015). ¿Puede la noción foucaultiana de dispositivo ayudarnos a eludir los resabios estructuralistas de la teoría del actor-red para avanzar en el estudio de la investigación tecnocientífica? *Redes*, 21(41), 41–74.

Avellaneda, M., & Pérez, T. (2009). ¿De qué ciencia hablan nuestros materiales de divulgación? *Revista Colombiana de Educación*, (56), 80–103.

Barba, M. de L. (2013). *Divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: visiones, retos y oportunidades*. Ciudad de México.

Bloor, D. (1998). *Conocimiento e imaginario social: un estudio de caso*. Barcelona: Gedisa.

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

Callén, B., Domènech, M., López, D., Rodríguez, I., Sánchez-Criado, T., & Tirado, F. (2011). Diásporas y transiciones en la teoría del actor-red. *Athenea Digital*, 11(1).

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2015). Ley de ciencia y tecnología.

Canales, A. (2012). *La política científica y tecnológica en México. El impulso contingente en el periodo 1982-2006*. (UNAM). Ciudad de México.

- Capriotti, P. (2013). *Planificación estratégica de la Imagen Corporativa*. (IIRP, Ed.) (4a ed.). Málaga.
- Castells, M. (2009). *Comunicación y Poder*. Barcelona: Alianza.
- CONACYT. (1976). Plan Indicativo de Ciencia y Tecnología 1976. Ciudad de México.
- CONACYT. (1978). Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982. Ciudad de México.
- CONACYT. (1984). Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad 1984-1988. Ciudad de México.
- CONACYT. (1990). Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994. *CONACYT*.
- CONACYT. (1995). Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000. Ciudad de México.
- CONACYT. (2001). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006. Ciudad de México.
- CONACYT. (2016). Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2016.
- CONACYT. (2017). Metodología de la comunicación pública de la ciencia. Ciudad de México: Conacyt.
- CONACYT. (2018). Convocatoria de apoyo a proyectos de comunicación pública de la ciencia, la tecnología y la innovación 2018. Ciudad de México: Conacyt.
- Cuevas, A. (2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(10), 67–83.
- Daemmrich, A. (2017). Invention, innovation systems, and the Fourth Industrial Revolution. *Technology and Innovation*, 18(202), 257–265.

- Day, M. (2019). El concepto de red en Manuel Castells y Bruno Latour. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 69–76.
- Dayan, D. (1997). *En busca del público*. Barcelona: Gedisa.
- Dellamea, B. (2001). *La formación de divulgadores y democratizadores de la ciencia y la tecnología: Un desafío para los países en desarrollo*. Quito.
- Domènech, M., & Tirado, F. (1998). *Sociología Simétrica. Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (M. Domènech & F. Tirado, Eds.). Barcelona.
- Domínguez, S. (2006). Las representaciones sociales en los procesos de comunicación de la ciencia. Ciudad de México.
- Domínguez, S. (2009). Popularizar la ciencia: consideraciones sobre la “otredad” y sus implicaciones éticas. *AGO. USB Medellín*, 53–67.
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Akal.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- Escudero, A. (2018). Redefinición del "aprendizaje en red" ante la cuarta revolución industrial. *Apertura. Revista de Innovación Educativa*, 10(1).
- Escudero, A., & Farías, D. (2015). La noción de ciudadanía en los libros de texto de educación básica. Análisis desde la teoría del actor-red. *Sinéctica*, 1–23.
- Fioravanti, C., & Velho, L. (2010). Let's follow the actors! Does Actor-Network Theory have anything to contribute to science journalism? *Journal of Science Communication*.
- Franco, J. (coordinador). (2015). *Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes problemas nacionales. Ciencia y tecnología: una mirada ciudadana. Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología* (1era ed.). Ciudad de México: UNAM.

- Frankenberg, L., Galvis, C., & Álvarez, M. (2012). Apropriación social de la ciencia, modelos de comunicación pública aplicados a las TIC: un análisis comparado Colombia-México. En Y. Sandoval, A. Arturo, L. Eloy, C.-A. Julio, & A. Ignacio (Eds.), *Las tecnologías de la información en contextos educativos: nuevos escenarios de aprendizaje* (pp. 33–54). México: Instituto de Comunicación Digital-ICODI- de la Universidad Metropolitana de Monterrey (México) y el Grupo de Investigación en Comunicación, Organización y Política -COP- de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Medellín (Colombia).
- Freire, P. (1998). *¿Extensión o comunicación?: la concientización en el medio rural*. Ciudad de México: Siglo Veintiuno Editores.
- Fuentes, R., & Vidales, C. (2011). *Fundaciones y fundamentos del estudio de la comunicación*. Monterrey, México: Gobierno del Estado de Nuevo León/CAEIP.
- García, M., Cerezo, J., & Luján, J. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- González, E. (2011). La “carga teórica” en la observación y la elección de las teorías científicas. En S. Arellano & E. González (Eds.), *Estudios de filosofía, política, ética y epistemología*. Santiago de Querétaro.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. En *49th Hawaii International Conference on System Sciences Design* (pp. 3928–3937). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Herrera-Lima, S., Christopher, E., Jaqueline, G., Luisa, G., Joaquín, G., Alejandra, J., ... Viesca, A. (2012). *De la academia al espacio público: Comunicar ciencia en México*. (S. Herrera-Lima & C. Orozco-Martínez, Eds.). Guadalajara.

- Herrera Lima, S., Orozco Martínez, C. E., & Quijano Tenreiro, E. (2016). Comunicar ciencia en México: tendencias y narrativas, (Julio), 294.
- Hintz, E. (2011). The post-heroic generation: American independent inventors, 1900–1950. *Enterprise Soc*, 12(4), 732–748.
- Hobsbawm, E. (1975). *La era del capital 1848-1875*. Barcelona: Crítica Grijalbo Mondadori.
- Hobsbawm, E. (2009). *La era de la revolución 1789-1848*. Barcelona: Crítica Grijalbo Mondadori.
- INIC. (1970). Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología 1970. Ciudad de México.
- Katz, E., Ali, C., & Kim, J. (2014). *Echoes of Gabriel Tarde: What we know better or different 100 years later*. Pennsylvania: USC Annenberg Press.
- Katz, E., & Lazarsfeld, P. (1955). *Personal Influence*. Nueva York.
- Kreimer, P., Vessuri, H., Velho, L., & Arellano, A. (2014). Ciencia y tecnología en América Latina: miradas, logros y desafíos. En P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho, & A. Arellano (Eds.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Laigle, G. (2012). Les modeles de communication publique des sciences: paradigmes, problemes, enjeux. *Sciences de l'information et de la communication*.
- Latour, B. (1987). *Science in action: how to follow scientist and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press.

- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Latour, B. (2007). *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Lewenstein, B. (2003). Models of public communication of science and technology. *Public Understanding of Science*, 99–105.
- Lino, M. (2017). Comunicación de la ciencia en México, el menosprecio de públicos y privados. *Revista Digital Universitaria*, 18(6), 0–14.
- Loaiza, C. (2005). *Modelo estratégico de comunicación para la divulgación de la ciencia que impulse políticas públicas a favor de la ciencia y la tecnología*. UNAM.
- Lozano, M. (2005). *Hacia un nuevo contrato social: La popularización de la ciencia y la tecnología*.
- Lozano, M., & Sánchez-Mora, C. (2008). *Evaluando la comunicación de la ciencia: una perspectiva latinoamericana*. (M. Lozano & C. Sánchez-Mora, Eds.). Ciudad de México: UNAM.
- Martínez, F. (2000). La concepción heredada de la ciencia y la tecnología.
- Martínez, V., & Cervera, A. (2012). Instituciones clave para el fomento de la cultura científica en México. *Revista Congreso Universidad*, 1(1), 1–9.
- Matías, G. (2012). El concepto de mediación técnica en Bruno Latour. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 2(1), 56–81.
- Mattelart, A., & Mattelart, M. (1997). *Historia de las teorías de la comunicación*. Barcelona: Paidós.
- Mazón, J. T., Mora, A. M. S., & Arredondo, N. C. (2000). *Antología de la divulgación de*

la ciencia en México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Mendoza, D. (2013). *El papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico y su reducción a aplicaciones tecnológicas*. Iteso.

Mendoza, D. (2015). El papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico y su reducción a aplicaciones tecnológicas. En S. Herrera-Lima, C. E. Orozco-Martínez, & E. Quijano (Eds.), *Comunicar ciencia en México. Discursos y espacios sociales* (p. 261). Guadalajara.

Merton, R. (1942). *La estructura normativa de la ciencia*. Madrid.

Miranda, J. (1997). *¿Dónde están los científicos? textos sobre políticas de ciencia y tecnología en México durante el periodo 1989-1994*. Santiago de Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro. Universidad Pedagógica Nacional.

Negrete-Yankelevich, A. (2008). *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. CEIICH/DGDC.

Olivé, L. (2000). *El bien el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Paidós.

Olivé, L. (2013). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Olivé, L., Lazos, L., Suárez, R., Tagüeña, J., & Velasco, A. (2013). *Ciudadanía, comunicación y apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Ciudad de México.

Orozco-Martínez, C. E. (2013). Sin embargo, se mueve. La divulgación de la ciencia en México. En H. Méndez Fierros & F. Cuamea Velázquez (Eds.), *Universidad, ciencia y Cultura: evaluaciones para un saber colectivo*. (Universida, pp. 77–110). Baja

California: Universidad Autónoma de Baja California.

- Orozco-Martínez, C. E. (2016). Las políticas públicas de la comunicación de la ciencia en México. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología 1970-2010. En S. Herrera-Lima & C. Orozco-Martínez (Eds.), *De la academia al espacio público: Comunicar ciencia en México*. Guadalajara: ITESO.
- Piña, J. (2017). Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta: el riesgo del espectáculo de la producción y el acceso al dato. Hacia otra ciencia ciudadana. *Liinc em Revista*, 47–58. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3765>
- Pineda, A. (2013). *Construcción de modelos emergentes para comunicar ciencia-tecnología e innovación. Análisis semántico-pragmático*. Universidad del Zulia.
- Pineda, A., & Molero, L. (2012). Concepción semiótica de la tecnociencia en Bruno Latour. Apuntes para una comunicación pública. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, (3), 11–33.
- Popper, K. R. (1934). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Puchet, M., & Stezano, F. (2013). *Gobierno y gobernanza de la CTI*. Ciudad de México.
- Quintero, A., & Molero de Cabeza, L. (2016). Propuesta de un modelo emergente y dual para la comunicación tecnocientífica pública. *Quórum Académico*, 13(2), 177–199.
- Raigada, J., & Gaitán, J. (1995). *Metodología general: conocimiento científico e investigación en la comunicación social*. Madrid: Síntesis.
- Ramírez, D. (2015). Gabriel Tarde y los estudios sobre difusión de las ideas. En J. Ramírez & R. Vizcarra (Eds.), *Repensar a los teóricos de la sociedad II* (Vol. 2, pp. 79–94). Ocotlán: Universidad de Guadalajara.
- Restrepo, J. C. (2013). Perspectivas contextuales a la problemática ética de la ciencia: las demandas tecnocientíficas actuales. *Revista Lasallista de Investigación*, 10.

- Rodrigo, M. (2005). Modelos de la comunicación. (U. A. de Barcelona, Ed.), *Aula Abierta, Portal de la Comunicación InCom-UAB*. Barcelona.
- Romero, E., & Sánchez, M. (2014). *Ciencias Sociales y Humanidades Digitales Técnicas, herramientas y experiencias de e-Research e investigación en colaboración*. (E. Romero & M. Sánchez, Eds.). Tenerife: Sociedad Latina de Comunicación Social.
- Sánchez-Mora, C., Reynoso-Haynes, E., Mora, A. M. S., & Parga, J. T. (2015). Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession. *Public Understanding of Science*, 24(1), 38–52.
- Santos, B. (1992). A Discourse on the Sciences. *Review*, 15(1), 9–47.
- Sarah, T. (2013). A brief history of science popularization. En T. Sarah (Ed.), *Communicating Popular Science: From Deficit to Democracy* (pp. 37–47). London: Palgrave Macmillan UK.
- Schnaider, R., & Zarowsky, M. (2004). *Comunicación para principiantes*. Buenos Aires: Era Naciente.
- Sereno, K., & Mortensen, D. (1970). *Foundations of Communication Theory*. Nueva York: Harper y Roy.
- Shamos, M. (1988). La lección innecesaria. La ilustración científica para todos es una meta hueca. *The Sciences*, 28(4).
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois: University of Illinois Press. <https://doi.org/10.2307/3611062>
- Solís, L., Magaña, M., & Muñoz, H. (2016). *Manual básico de video para la comunicación y el periodismo de ciencia*. (L. Solís, Ed.). Ciudad de México: UNAM, CONACYT, SOMEDICYT.
- Tirado, F., & Domènech, M. (2005). Asociaciones heterogéneas y actantes: el giro

- postsocial de la teoría del actor-red. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, (Noviembre-Diciembre), 1–26. <https://doi.org/10.1525/jm.2010.27.4.435.JM2704>
- Tonda, J. (2018). *30 años de divulgar la ciencia y la técnica Somedicyt*. (Somedicyt, Ed.). Ciudad de México: Somedicyt.
- Vara, A. M. (2007). El público y la divulgación científica: Del modelo del déficit a la toma de decisiones. *Química Viva*, (2).
- Venturini, T. (2010). Diving in magma: How to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, 33–36.
- Villa Soto, J. C., & Blazquez, N. (2013). Interdisciplina. *Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.*, 216.
- Woolgar, S. (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Antrophos.
- Zincke, C. R. (2008). ¿Sistema, campo de lucha o red de traducciones y asociaciones? Tres modelos para investigar la ciencia social y un intento de integración. *Persona y sociedad*, 22(2), 9–52.

Anexos:

Anexo I. Glosario con conceptos clave de la TA-R.

Concepto	Definición
Actor-Red.	Se compone de muchos elementos en forma de red. Un Actor-Red, en el caso de la ciencia, es el todo que está formado por documentos, personas, becas, científicos, pipetas, dinero y cualquier elemento que conforma las entidades que constituyen la ciencia (o cualquier otro objeto, en otro caso). Se trata de un

actor cuya actividad consiste en interconectar elementos heterogéneos, y a la vez es una red capaz de redefinir y transformar aquello de lo que está hecha. Los actores tienen valor performativo y no ostensivo. Un actor se considera como tal cuando está asociado a otros actores, y esa asociación permite que circule una agencia. Si esa asociación desaparece, la agencia se interrumpe y el actor se disipa en la red. Siempre y cuando el actor actúe -es decir, realice un acto performativo-, el grupo existe.

Agencia.

Es la capacidad de un actor para actuar en la red. También es su capacidad para recibir actuaciones desde distintos puntos de la red. Por eso, un Actor-Red será considerado como tal en tanto recibe y emite agencias. Algunos Actores-Red tienen más actividad en la red porque son blancos móviles que reciben muchas agencias. Tradicionalmente se ha creído que sólo los humanos tienen capacidad de agencia. Los actores no humanos también la tienen, en tanto son susceptibles de recibir varias agencias. Los actores no-humanos actúan porque otros actores les hacen actuar. Pero esta agencia se transforma y transforma a la red.

Caja negra.

Hecho científico cerrado o clausurado (temporalmente). En realidad, es una práctica colectiva. Mientras funciona, ésta no se discute. Pero cuando una de las asociaciones de elementos que forman la caja negra se pone en cuestión, se debilita y pasa de ser algo sólido e incontrovertible, a mera apariencia. Es decir, se reabre a través de controversias.

Ciencia.	Caja negra que proviene de la herencia del racionalismo, para el cual el conocimiento cierto no tiene causa; en cambio, el conocimiento falso, sí (sociología del error).
-----------------	---

Ciencia estricta.	Ciencia elaborada que -de acuerdo con Latour- responde a una ciencia ajena a la sociedad y a una sociedad ajena a la ciencia. También es llamada ‘ciencia elaborada’, al ser considerada por las comunidades científicas el producto terminado y cajanegrizado.
--------------------------	---

Ciencia en acción.	Complementa a la ciencia estricta. De acuerdo con la TA-R, es la ciencia que entra en acción antes de que sus productos se conviertan en cajas negras cerradas y estabilizadas en forma de productos, o hechos. Se practica en los laboratorios y sitios de controversias donde aún no se considera al hecho científico como un hecho cerrado.
---------------------------	--

Colectivo.	Conjunto de múltiples actantes que interactúan y consiguen aportar una definición compartida para un mundo común.
-------------------	---

Cuasi-sujeto y cuasi-objeto (híbridos).	Se refieren a una posición híbrida que, en un momento dado, apunta a lo social, y en otro, a lo natural (casi-sujeto o casi-objeto), pero no es un sujeto ni es una cosa.
--	---

Descajanegrización.	Consiste en dotar de importancia a todos los actantes que forman parte de un proceso; es decir, no estudiar el producto terminado, sino también cómo se ha llegado a él.
----------------------------	--

Enrolar.	Cuando unas entidades se supeditan a otras (en términos de poder), sumando a otras a sus intereses.
-----------------	---

<i>Ethos.</i>	Conjunto de normas que teóricamente guiarían la conducta de los miembros de una institución.
Mediación (tecnología de).	Traducción, composición, reversibilidad de la cajanegrización. Es pasar por diversas traducciones, agregando algo en cada etapa.
Principio de simetría generalizada.	Las mismas causas pueden explicar tanto el conocimiento científico correcto, como el erróneo. Requiere tomar en cuenta que cualquier entidad es resultado de sus relaciones con otras entidades.
Tecnología (<i>techné</i>).	La esencia de la tecnología es la mediación, incluyendo la traducción. La tecnología no es un proceso final. Es un conector con mayor durabilidad que sus creadores.
Tecnociencia.	De acuerdo con el pensamiento de la TA-R, no hay diferencia entre ciencia y tecnología, pues ambas están imbricadas en el nudo gordiano conocido como ‘tecnociencia’.
Traducción.	Procedimiento a través del cual los actores (humanos y no-humanos) transforman la agencia y producen cambios en la red. Las traducciones hacen posible que elementos heterogéneos se asocien y se transformen entre sí.

Fuente: Adaptado de Escudero y Farías (2015) y de Pineda y Molero (2012).

Anexo II. Declaración de Morelia, octubre del 2011

[...]Declaramos el compromiso de impulsar las acciones que a continuación se enuncian:

1. Solicitar a los tres niveles de gobierno la adopción y el desarrollo de políticas públicas orientadas al impulso de la divulgación de la ciencia.
2. Promover que las instituciones de educación superior, los centros de investigación, las academias, las asociaciones, el consejo nacional y los estatales de ciencia y tecnología, se pronuncien y contribuyan al desarrollo de dichas políticas públicas.
3. Presentar ante legisladores propuestas para que la divulgación de la ciencia se considere una política de Estado.

4. Promover la elaboración de un *Programa Nacional de Divulgación de la Ciencia la Tecnología*, así como programas estatales basados en las necesidades y características de cada entidad, previo diagnóstico.
5. Impulsar ante las comisiones de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados federal y estatales, y de Senadores, presupuestos para la realización de diversos programas de divulgación, con un plan estratégico y con metas a corto, mediano y largo plazos.
6. Contribuir al diseño de prácticas de divulgación de la ciencia, la tecnología e innovación, adaptadas a todos los públicos, sin exclusión, promoviendo la participación ciudadana y el pensamiento racional y crítico.
7. Propiciar la profesionalización de la actividad de divulgador de la ciencia, como parte de los programas de estudio de las carreras afines, reforzar los posgrados existentes y crear otros nuevos.
8. Impulsar la investigación en comunicación de la ciencia, así como la evaluación, como elementos clave para comprender y mejorar la proyección de la ciencia hacia la sociedad.
9. Apoyar una política editorial diversa, con libros, periódicos, revistas, páginas electrónicas y otros medios.
10. Establecer nuevos marcos de colaboración con los medios masivos de comunicación, a fin de alcanzar espacios de interés común que permitan que el conocimiento científico generado en México llegue más y mejor al gran público.
11. Generar y difundir un directorio de agencias mexicanas y latinoamericanas de noticias científicas, a través de las cuales se divulgue la creciente producción científica y tecnológica de las universidades y los centros de investigación de los países latinoamericanos.
12. Reforzar los vínculos entre asociaciones y redes nacionales y de Iberoamérica, cuyo objetivo principal sea la socialización del conocimiento.

Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt)

Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán (COECyT).

Octubre del 2011, Morelia, Michoacán.

Anexo III. Estructura del Conacyt en el 2019



Fuente: *conacyt.gob.mx* (2019).