



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
POSGRADO EN CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**“Elementos para la construcción de un modelo de
comunicación de la ciencia”**

T E S I S

para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Sociales y Humanidades

presenta

Nemesio Chávez Arredondo

Comité tutorial: **Dr. Mario Casanueva López**
Dra. Violeta Aréchiga Córdoba
Dr. Maximiliano Martínez Bohórquez
Sinodales: **Dra. Ma. del Carmen Sánchez Mora**
Dr. Ernesto Márquez Nerey

Ciudad de México

Enero 2016

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
¿Quién comunica la ciencia?	
La comunicación	
Contenidos de la tesis	
CAPÍTULO I. LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y SUS PRODUCTOS	13
Comunicar ciencia	
Los productos de la CC	
CAPÍTULO II. APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE EN LA ICC	24
Introducción	
La investigación en comunicación de la ciencia (ICC)	
Comprensión pública de la ciencia o <i>public understandig of science</i> (PUS)	
Los públicos son cruciales para la ICC	
Un área específica de ICC: Lingüística, el análisis del discurso y su evolución	
La ICC desde las ciencias duras, dos ejemplos	
Orígenes de la ICC en México	
La Somedicyt y la ICC en México	
Problemas y perspectivas de la ICC	
CAPÍTULO III. UN MARCO ESTRUCTURALISTA	59
La concepción semanticista	
La concepción estructuralista	
Estructuralismo para un modelo de CC	
CAPÍTULO IV. EL MODELO Y SUS ELEMENTOS	71
Introducción	
Los componentes de las acciones comunicativas	
El tema	
El objetivo	
El medio	
El público	
Los componentes en la estructura de la acción comunicativa	
Refinamiento del modelo	
Los sistemas distribuidos	
ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	125
APÉNDICE	137
BIBLIOGRAFÍA	143

INTRODUCCIÓN

A fin de sumar elementos para el avance de la reconstrucción de una teoría sobre la comunicación de la ciencia (CC)¹, el objeto sobre el que se enfoca la presente investigación, inscrita en consecuencia dentro del campo de la investigación sobre comunicación de la ciencia (ICC), es la forma y circunstancias en que se realiza una acción, se genera un producto o se crea un mensaje² en el ámbito de la comunicación de la ciencia.

Haciendo uso de herramientas e ideas propias de los sistemas distribuidos (Barwise y Seligman, 1997; Song y Bruza, 2001; Bruza y Song, 2001) y algunas de la filosofía de la ciencia (Suppe, 1977; Balzer, Moulines y Sneed, 1987; Díez y Moulines, 1999; van Fraassen, 2008; Cartwright, 2008; Lorenzano, 2013; Glymour, 2013; Gärdenfors y Zenker, 2013) y con apoyo de evidencia empírica producto de la práctica de la CC, esta investigación plantea algunos elementos pertinentes para realizar una modelización del fenómeno de construcción de acciones de CC a través de una caracterización general de las diferentes formas en que el conocimiento se recrea y modula, se transforma y resignifica al comunicarse.

La idea de proponer un modelo que dé cuenta de los aspectos más relevantes de los procesos que ocurren en las acciones de CC surge directamente

¹ Como veremos a lo largo de estas páginas, no existe una teoría de la CC propiamente dicha, y si bien esto permite una vasta riqueza y amplitud de enfoques, temas y objetos de estudio, también deja muchas indefiniciones y debilidades que impiden un desarrollo robusto del campo, de aquí la necesidad de reconstrucción.

² Para la práctica de la CC, la creación y circulación de un mensaje implica que vaya depositado sobre algún producto, cuya realización requirió a su vez haber decidido una acción comunicativa. Por esta razón, a lo largo de este texto, estos tres conceptos (acción-producto-mensaje) aparecen a menudo como equivalentes.

de la experiencia práctica de haber realizado profesionalmente esta labor durante casi treintaicinco años de manera ininterrumpida en la elaboración de muy distintos tipos de productos. Es pues ineludible en este punto reflexionar académicamente sobre este fenómeno desde la construcción misma de sus realizaciones.

¿Cómo se hace la comunicación de la ciencia? ¿Cómo organizar en una estructura teórica los procesos empíricos que se reflejan y plasman en la producción de mensajes concretos de CC? ¿En qué términos y con qué instrumentos dar cuenta sistemática de lo que ocurre en una práctica con manifestaciones tan diversas?

¿Quién comunica la ciencia?

Como veremos más adelante a lo largo del desarrollo de este texto, el elemento crucial tanto del fenómeno como del modelo de CC es el agente encargado de crear la comunicación. Hay muchos tipos de comunicadores de ciencia y cada cual, además de la práctica específica en que se desenvuelve, se ha formado como consecuencia de una trayectoria propia (Bonfil, 2002; Bauer, 2006; Feinstein, 2015; Bucchi y Trench, 2014).

El comunicador de ciencia en general no se dedica profesionalmente al análisis académico y la publicación sobre su práctica, principalmente la realiza. Esto no significa que no reflexione sobre su labor y la caracterice de cierta manera (que generalmente no corresponde punto a punto con los enfoques de estudio hechos desde la investigación que no parte de la experiencia surgida de la práctica). En los hechos existe un divorcio, una brecha clara entre los resultados

de la ICC y la utilidad y efecto que puedan tener en la CC (Miller, 2008). Así que esta parte de nuestra argumentación se apoya en buena medida en la reflexión sobre la evidencia empírica que el mismo comunicador de ciencia obtiene directamente de su práctica: las cavilaciones y aportaciones académicas que le inspiran los hechos cotidianos de su profesión. La voz de los comunicadores de ciencia prácticos suele lucir ausente en la literatura sobre ICC.

Aunque el punto de partida de una carrera en CC puede ser la formación en ciencia o el adecuado manejo del conocimiento científico, en los hechos también hay perfiles que inician más bien en la disposición hacia el manejo del lenguaje (por ejemplo comunicadores que parten de la escritura en la pesquisa de cómo puede ésta usarse en los variados rumbos de la CC) o en la proclividad hacia el manejo de los medios (comunicadores formados en artes o en ciencias de la comunicación). El desempeño de cada uno (o combinaciones) de estos perfiles profesionales depende de una dosis importante de la vocación y los talentos previos puestos en juego, pero son también capacidades adquiribles, aunque sólo hasta cierto grado, por medio de la práctica.

Dadas a su vez las múltiples subdivisiones de estas tres rutas de acceso hacia la profesión de CC (la ciencia, la comunicación o el lenguaje), ocurre en la práctica una amplia gama de tipos profesionales de comunicadores formados en distintas vías que, de acuerdo a sus desempeños particulares y dependiendo de su formación e intereses, se abocan a atender circunstancias específicas de comunicación por caso (Miller, 2008).

La especialización profesional en comunicación de la ciencia en México ha tenido apenas desde finales del siglo pasado un desarrollo en cuanto a su

instrucción y formación basadas en programas formales y sistemáticos. Antes de esto, los comunicadores de ciencia profesionales se han formado cada cual un poco a su manera respondiendo a motivos y circunstancias personales, y por lo mismo muy diversas (Márquez, 2002; Sánchez *et al.*, 2015).

¿En la práctica, qué saberes y habilidades conforman o deberían conformar el perfil de un comunicador de la ciencia? ¿Qué capacidades más o menos indispensables se requieren para la práctica de esta labor? ¿Qué rasgos son notorios en el desempeño de los comunicadores de ciencia profesionales?

Al menos dos: contar con el conocimiento y poder comunicarlo.³ Poder comunicarlo implica tener un objetivo, manejar un medio y conocer un público.

1. No puede comunicarse lo que se desconoce, y mientras más se conozca al respecto, mejor se comunicará. Una base imprescindible (no así suficiente) para comunicar eficazmente en cualquier circunstancia de CC es conocer con cierta profundidad sobre la materia científica en juego, es decir, lo suficiente como para seguir preguntándose e informándose sin obstáculo infranqueable sobre el particular.

Esto depende al final del estilo de estudio y aprendizaje de cada persona, y aunque hay muchos casos de comunicadores que llegan a la CC desde otras procedencias disciplinares, contar con alguna carrera universitaria especializada

³ Según nuestra propia vivencia (y la de muchos científicos –Descartes, 2011; Sagan, 1982), la interpretación del mundo vía el lenguaje de las ciencias es intelectualmente apasionante y gratificadora. Por otro lado, la compartición de este modo de saber para inspirar en el interlocutor una vivencia si no igual al menos próxima es también estimulante y satisfactorio. Comprender y compartir son pues nuestros motivos básicos visibles para cada acción de CC.

en la temática da un punto de partida muy sólido, pues mientras más se conoce de un objeto, más se tienen recursos para comunicarlo.

Es difícil generar una propuesta comunicativa interesante y de calidad si no se conoce y se aprecia el saber que está en juego con cierta hondura y compromiso intelectual, de modo que incluso emocione el fuero interno del comunicador y pueda éste entonces encauzar su esfuerzo de creación hacia las emociones del interlocutor, dado lo que la participación de éstas suma especialmente al impacto y efectividad de la comunicación (Rodrigo, 2001; Trotta, 2013; Weldon, 2014).

Aunque no indispensable en todos los casos, una formación en ciencias naturales es más que aconsejable tanto para el desarrollo creativo de los aspectos propiamente comunicativos de los procesos de CC, como para la adquisición e incorporación de conocimientos de otras disciplinas de las ciencias naturales.⁴

El aprendizaje, el entendimiento y la profundización permanente de otras fuentes de producción de conocimiento, da la oportunidad de hacer visibles las relaciones que existen entre los distintos tipos de conocimiento, mostrar estas relaciones también es parte de los contenidos que nutren los productos de CC.

2. Para poder comunicar lo que se sabe, o puede llegar a saberse, hay que tener una intención, un público y los medios para hacerlo (en su más amplio sentido de recursos, saberes, talentos y manejo de los lenguajes respectivos). En cada

⁴ En el caso de quien presenta esta tesis, estudiar biología experimental posibilitó claramente una actitud de apertura hacia, por un lado, la incorporación de otros conocimientos disciplinares relativos a la explicación de los sistemas naturales (tales como la física, la química, la astronomía, las matemáticas, la medicina, la historia de todo esto) y, por otro, el aprendizaje y desarrollo de otras estrategias de comunicación. El estudio de la vida amplía la perspectiva y los puntos de enfoque desde los cuales puede considerarse un fenómeno.

producto, acción o mensaje de CC se combinan características específicas de lenguaje, formato, género, estilo, duración, transmisión, etc.,⁵ lo que implica la concurrencia de conocimientos especializados de diversa índole, con la participación de aspectos técnicos y artísticos. La mezcla final constituye el medio específico en el que se construye y a través del cual transita el mensaje (Castells, 2009).

Si bien puede considerarse como parte del manejo de los medios, o del medio en específico, y aunque hay lenguajes más allá de los escritos, la escritura es un ingrediente de fundamental importancia en el proceso de generar acciones y productos de CC, pues es el lenguaje básico a partir del cual se organizan y presentan las ideas.

La mayor parte de las combinaciones de medios, formatos y lenguajes de comunicación requiere para su elaboración clara y su presentación adecuada, de un manejo preciso y riguroso del lenguaje escrito. Desde la confección de un libro hasta el despliegue eficaz de un guión museográfico⁶ pasa muchas veces (aunque no necesariamente) por la exigencia de una escritura correcta.

En muchos casos la ideación misma de una acción comunicativa requiere de una descripción escrita. Incluso en los medios en los que la comunicación se establece (o la información se conduce) mediante lenguajes visuales o sonoros, la

⁵ En cuanto a las variaciones, variedades y especificidades que la digitalización ha propiciado en los medios, pueden entenderse desde la práctica como evoluciones y especializaciones por supuesto basadas en los modos de hacer previos. El comunicador incorpora permanentemente a su labor las herramientas de desempeño que la innovación tecnológica pone a disposición.

⁶ Un museo o un centro de exhibiciones es un medio múltiple (un ambiente de alta complejidad comunicacional) donde pueden reunirse simultáneamente todas las formas posibles de entrega de mensajes. Para dar solución a un planteamiento museístico, incluso a una sola exhibición, es necesario atender a la multiplicidad de productos, acciones o mensajes que integran su organismo y los procesos a través de los cuales han de elaborarse cada uno de esos mensajes (Vilchis, 2012; Tlili, 2015).

escritura es vital para que el pensamiento y la imaginería creativa propia de tales lenguajes pueda narrarse y describirse en palabras, y luego realizarse con las particularidades de su lenguaje propio (Buckingham, 2005) (sin olvidar que las palabras pueden desempeñar, además, el papel de imágenes, y viceversa).⁷

Este aspecto crucial del perfil profesional, debido en principio a las facultades previas de cada comunicador,⁸ se construye, desarrolla y perfecciona en la práctica cotidiana. De entre las numerosas capacidades que deben desplegarse en este ámbito profesional, ésta es de las imprescindibles en parte importante de los medios.

En resumen: (1) Contenidos entendidos y apreciados a profundidad y (2) Medios manejados adecuadamente, cada uno con sus peculiaridades y lenguajes, y todos con su escritura exacta y precisa. Estos son los dos desempeños mínimos con los que ejercen los comunicadores en los diversos procesos de CC.

La comunicación

¿Por qué el comunicador quiere comunicar? Así como cada comunicador de ciencia tiene motivos propios para su práctica (un porqué de su labor), tiene también una idea personal de su ejercicio. ¿Qué es para cada comunicador la comunicación? La pura comunicación, sin el adjetivo de la ciencia.

⁷ Quizá una fotografía o cualquier producto puramente visual pudiera librarse de una descripción escrita previa, pero no así de una reseña o análisis crítico posterior, que es la forma concreta de comunicar y compartir su naturaleza y calificar su relevancia.

⁸ Desde el punto de vista de la creación, aquí es necesario considerar la diferencia entre la escritura como una narrativa elaborada con ideas, conceptos o palabras, y narrativas hechas con imágenes o sonidos (la radio, la televisión, los museos, el voluminoso espacio digital). Al igual que con la escritura, la capacidad para el pensamiento visual o sonoro dependen en buena medida de factores previos del comunicador, pero también pueden construirse continuamente mediante la práctica.

Para Moles y Rohmer (1991, p. 4) “Comunicación es la acción que permite a un individuo o a un organismo, situado en una época y en un punto dado, participar de las experiencias-estímulos del medio ambiente de otro individuo o de otro sistema, situado en otra época o en otro lugar, utilizando los elementos o conocimientos que tiene en común con ellos.”

Nuestra experiencia coincide en gran medida con estas afirmaciones. El término comunicación alude a hacer común (poner a disposición) algún tipo de saber, ubicarlo una persona (al menos) al alcance de otra persona (al menos). Comunicar es hacer presente (vía una acción mediada) alguna parte de la conciencia de uno (contenido temático) en algún sitio donde también se hace presente alguna parte de la conciencia de otro (públicos con los que se establecen distintos grados de interlocución), con el propósito de que esa parte de la conciencia del uno forme alguna parte de la conciencia del otro (enterarlo para algo, con algún propósito) (Garvey, 2014).

Estamos de acuerdo en la idea de comunicación como el concurrir en un mismo punto, ocupar con alguien más una misma coordenada del catálogo de explicaciones disponibles o posibles sobre los incalculables temas del universo. Coincidir en el uso de un lenguaje y una narrativa que permitan compartir un mismo conocimiento. Comunicar es verbo en plural; ni comunico ni comunica, comunicamos. En todo caso, el que comunica ha sido comunicado de la presencia y la naturaleza de quien ha de ser sujeto de su comunicación.

La experiencia práctica personal nos permite añadir un matiz: comunicar no responde a la necesidad de hacer saber algo al otro, sino a la de saber algo del

otro. Hoy día la comunicación, entendida no como un flujo unidireccional sino como un diálogo en distintos grados según el caso, tiene como condición de principio la escucha plena del otro (Cepeda, 2002; Forte, 2005; Echeverría, 2008; Monteagudo, 2013). Comunicar comienza por guardar silencio y atender con todos los sentidos para entender lo más claramente posible al interlocutor. Y aunque sea el caso que la decisión de comunicar se tome de manera unilateral o vertical, la acción debe entonces empezar al menos con la observación atenta y sensible de toda la circunstancia de comunicación, y a partir de ahí construir el saber que implica tal comunicación (el saber que la va a permitir), porque la comunicación construye saberes al aproximar versiones del mundo distintas.

La comunicación es la convivencia entre las sapiencias y las ignorancias de los interlocutores. Fruto de tal convivencia, en esa construcción de una instancia de confluencia e intercambio, se genera en cierto modo saber nuevo. La comunicación es un proceso para saber, un proceso que no únicamente acarrea conocimiento sino que también lo genera. El flujo y evolución del conocimiento (cualquiera que sea su naturaleza) se debe en gran medida a la comunicación (Secord, 2004).

Si existe una imposibilidad real de entretenerse con el sistema nervioso del otro y apreciar cómo se sienten sus pensamientos, si no es factible conocerlo a profundidad, entenderlo desde todas las visiones y hasta todos sus confines, una forma de sobrellevar la leve carga de saberse un sistema consciente aislado es la comunicación.

Contenidos de la tesis

Además de la introducción, que presenta el contenido general de la investigación, discurre sobre la naturaleza y perfil del agente comunicador y plantea una idea de comunicación para fundamentar sus argumentos, estas páginas están divididas en cuatro capítulos y una conclusión.

El primer capítulo, **La comunicación de la ciencia y sus productos**, se refiere a la definición inaprensible del concepto y a la amplia diversidad del campo práctico de la CC.

El segundo capítulo, **Aproximación al estado del arte en la ICC**, revisa someramente el estado de la investigación en comunicación de la ciencia, su diversidad de enfoques, sus desarrollos en México y sus problemas y perspectivas a futuro.

El tercer capítulo, **Un marco estructuralista**, presenta las herramientas mínimas de la filosofía de la ciencia, y específicamente del estructuralismo, seleccionadas para ayudar a construir el modelo que se plantea.

El cuarto capítulo, **El modelo y sus elementos**, reúne los conceptos e instrumentos presentados en los capítulos previos y estructura el modelo de comunicación y su funcionamiento general.

En las **Conclusiones** se analiza el modelo, sus implicaciones, su utilidad y sus posibles líneas de desarrollo, así como las perspectivas de este tipo de enfoques y modelos de estudio en el campo de la ICC.

CAPÍTULO I

LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y SUS PRODUCTOS

Comunicar ciencia

El conocimiento científico especializado, dados sus propósitos y la naturaleza de su elaboración, está cifrado en términos no entendibles de entrada para toda persona, pues su primer destinatario es un público ilustrado (cfr. Toulmin, 1953). Esto implica que para que su comunicación con los no iniciados ocurra, la ciencia (el conocimiento científico), fundamentalmente en su discurso, pero también en sus prácticas e incluso, según el caso, en el discurso que la describe o representa, ha de ser recreada (López, 1983; Ciapuscio, 1997; Cassany *et al.*, 2000; Cortiñas, 2008; Gunnarsson, 2012), sin obviar que no cualquier recreación es igualmente buena, ni que lo que puede ser óptimo o adecuado para un determinado contexto puede no serlo en otro (Besley *et al.*, 2015), o incluso ser perjudicial o contraproducente.

A la comunicación de la ciencia se le reconoce de muchas maneras y en diversas circunstancias (Bensaude-Vincent, 2010; Chávez, 2011). Da cabida a diferentes conceptos de acuerdo a las características específicas que quieran enfatizársele para reinventarla y (re)definir sus límites: divulgación (Tonda *et al.*, 2002), vulgarización (Jurdant, 1969), popularización (Massarani y Castro, 2004), alfabetización científica (Miller, 1998), comunicación pública (Sánchez *et al.*, 2015) reparto de saber (Roqueplo, 1974), comprensión pública (Cortassa, 2012), apropiación social (Hoyos, 2002), etcétera. Dada la variedad de procesos y

productos particulares de cada caso, se trata probablemente de cosas diferentes a las que se aplica la misma denominación. Ni sus objetivos ni metodologías pueden precisarse (pues son de muy diversa índole), ni su práctica definirse con certeza (¿a qué expresamente se dedica y cómo lo hace?) dada la cantidad de vertientes que puede seguir.

Comunicación de la ciencia se ha hecho desde hace siglos, asociada a la producción misma del conocimiento. Aunque la divulgación desde el siglo XX ha pasado por distintas etapas (contemplación pasiva, experimentación, reflexión, emoción, contexto, riesgo...), siempre ha ido en la dirección de impartir y compartir con distintos públicos un conocimiento producido de manera especializada, y es de esperarse que los enfoques, consideraciones, motivaciones y prácticas continúen evolucionando (Miller, 2001; Massarani y Castro, 2004).

Quizá la comunicación de la ciencia sea, junto a la historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia o la antropología de la ciencia, por citar algunas (Moulines, 1982), una hermana más de la familia “de la ciencia”, una hermana que recurre incluso a las otras para elaborar el corpus de los contenidos que maneja en sus mensajes. En tanto que la ciencia (el conocimiento y todo su contexto) es su materia prima, su objeto de estudio y de trabajo.

La CC agrupa actividades que requieren necesariamente la confluencia de disciplinas diversas, de conocimientos sobre ciencias naturales y ciencias sociales, cuando no de talentos rayanos en el arte (¿y qué más transdisciplinario que el arte?) (cfr. por ejemplo Bronowsky, 1944 y 1973) dada la calidad creativa que puede llegar a lograrse con los medios y lenguajes tradicionales y nuevos. La

profesión de comunicador de ciencia⁹ es en ocasiones más la expresión de un estado de habilidades personales que un oficio, más un arte que una disciplina y, como tal, difícil de definir pero reconocible (Davies, 2010; Chávez, 2010). Si la CC es arte, la ICC es la teoría y la crítica de ese arte (Bucchi y Trench, 2014).

Pueden encontrarse muchos ejemplos a lo largo de la historia en los que el propósito es transmitir conocimientos especializados usando estrategias y soluciones (es decir formas de CC) que reinterpretan y encauzan el conocimiento a públicos no especializados. Los diálogos (Platón, Galileo, Erasmo, Berkeley, Vives, etc.), por ejemplo, son formas discursivas usadas reiteradamente con tino para transmitir conocimientos complejos. Y en lo referente sólo a escrituras, géneros literarios o tipos de texto (como novela, cuento, dramaturgia, poesía, guión, letras de canciones, etc.), parece no haberse dejado de lado opción alguna (Fontenelle, 1990; Asimov, 1999; Averbury, 1946; Holub, 1999; Frayn, 2000; Régules, 2003; Peralta, 2013; Chávez, 1999, etc.). A esto hay que añadir las variaciones finas que introducen en la actualidad los formatos de intercambio digitales (Siricharoen, 2013; Ranger y Bultitude, 2014; Segado-Boj *et al.*, 2014).

El resumen es que siempre ha estado presente el empeño de reenfocar y recrear el conocimiento en multitud de objetos/acciones comunicantes (mensajes,

⁹ Hace apenas quizá dos décadas viene reconociéndose a la comunicación de la ciencia como una disciplina institucionalizada. Fue cuando comenzaron a crearse los primeros planes y programas destinados a la formación de divulgadores profesionales, pues hasta ese momento se formaban en la práctica procedentes de carreras universitarias diversas en ciencias o comunicación. Hoy alrededor del mundo existen ya instituciones abocadas a este propósito desde el nivel licenciatura, los cursos especializados, los diplomados y los posgrados. Los programas en general hacen confluir en diversos grados los conocimientos científicos, sus relaciones con las demás disciplinas, el manejo de los lenguajes y los medios, y los contextos políticos y sociales (véase como ejemplos en la bibliografía Massachusetts Institute of Technology, Universidad de Campinas, Universitat Pompeu Fabra, University of Otago, University of Sheffield, Johns Hopkins University, y el medio centenar de programas diversos del Directory of Science Communication Courses and Programs).

unidades informativas) pensadas y elaborados de muy variadas formas para atender necesidades específicas o problemas concretos de comunicación.

El diseño y realización de estos productos implica necesariamente tanto la concurrencia de áreas disciplinares diferentes para la elaboración de contenidos de grados de complejidad muy diversos, como la participación de habilidades y oficios diversos para la producción de los mensajes según las características del medio específico a usarse.

Esta combinación de conocimientos y desempeños, imprescindibles para la realización de todo producto divulgativo, puede además requerirse en una amplia gama de presentaciones, desde la propuesta individual hasta la que exija la concurrencia de grupos de trabajo de mayor o menor complejidad (Wilson, 1998).

La divulgación representa y negocia a la ciencia en la cultura y a través de ella. Según Gunnarsson (2012) es un proceso diverso y complejo dirigido a construir significados, un campo que va más allá de los meros hechos científicos, un proceso de mediación encaminado a resolver una incongruencia fundamental entre el estrecho significado del discurso científico y la amplitud de la cultura (Medina y Kwiatkowska, 2000; Arizpe, Florescano y Pérez Tamayo, 1995) . Es un concepto aplicable a una amplia gama de prácticas y fenómenos culturales, un concepto mucho más asociado a la práctica, y por ende a la creatividad, de lo que suelen considerar, por ejemplo, tanto el modelo de déficit como el proyecto PUS (Gunnarsson, 2012).

Por esto mismo existe la necesidad de desarrollar estructuras teóricas en torno a los procesos de CC que den cuenta de ellos de manera formal y abonen a la reconstrucción del campo de conocimiento correspondiente (Bucchi y Trench,

2014). No hay una teoría de la CC propiamente dicha. Este análisis intenta aportar algunos elementos que participen en la construcción de una parte de tal marco de referencia.

Como veremos más adelante en el capítulo dedicado al estado del arte, en el ámbito de los distintos enfoques de la ICC quedan innumerables temas y preguntas a responder. En nuestro caso caben tales como: ¿Cuáles son los componentes comunes cuya variabilidad determina la síntesis de las acciones comunicativas? ¿Cómo se armonizan los componentes para transformar y recrear el conocimiento en cada caso de comunicación?

La identificación y estructuración de tales entidades puede contribuir a la elaboración de un modelo que en algo clarifique su comportamiento y sus relaciones. Y acaso el modelo pueda tener efectos reales sobre la práctica de la CC, y no únicamente en la construcción de su teoría.

Los productos de la CC

La variedad de visiones en que desde la teoría se concibe e intenta definirse la CC tiene su origen en la multiplicidad de formas que presentan los mensajes en los productos concretos de comunicación que se realizan a diario a lo largo del planeta (Wee Hin y Subramanian, 2014).

Desde el punto de vista de la producción, si nos ceñimos a la forma final en que el usuario toma contacto con el producto comunicativo, hay genéricamente

tres tipos de productos: para la vista, para el oído y para la vista y el oído.¹⁰ El comunicador genera productos que se administran por tales vías, mismas que sirven para establecer cualquier posible interlocución.

Siguiendo este criterio, toda producción escrita o de carácter infográfico (textual-gráfico) o fotográfico es un producto visual. Consideremos que el ámbito de lo escrito pertenece al universo de lo visual (lo textual), y aunque con la aparición de los formatos en red los procesos de producción de lo escrito se han diversificado, la forma de consumo sigue siendo visual y se ha centrado en pantallas de todas dimensiones.

A través de estas mismas pantallas, queda a disposición del público una amplia tecnología de comunicación que le permite, además de la llana lectura, establecer conversaciones con bases de datos menos o más complejas adaptadas a la función que se requiere y adaptables a la que se requiera. Es decir diversas situaciones y formatos de comunicación ceñidos a una misma tecnología.

Concientes de todas las zonas de intersección y de los territorios intermedios y compartidos que abren las consideraciones previas, intentemos una breve relación (nuevamente ni completa ni final) de ejemplos concretos de productos de CC (Wilson, 1998; Bucchi y Trench, 2008), a saber:

- Las distintas revistas para diversos públicos que tratan una gran variedad de temas de ciencia. Hay desde publicaciones con mucha densidad informativa y conceptual, como *Science* o *Nature*, otras para públicos más

¹⁰ Aunque cada vez más se desarrollan acciones y productos destinados a impactar también el tacto y el olfato, especialmente en el ámbito de museos y centros de ciencias, a fin de ampliar la atención a las necesidades de comunicación de todo tipo de públicos especializados.

amplios como *La Vie*, *Scientific American* o *¿Cómo ves?*,¹¹ algunas para destinatarios más delicados y complejos como los públicos infantiles (observantes todas estas publicaciones de criterios rigurosos de calidad en forma y contenidos), hasta las más ligeras y circulantes que recurren como fórmula a destacar los aspectos sensacionalistas del sistema científico, de la ciencia y de los investigadores científicos. Cada publicación tiene un cierto nicho, y la población de cada nicho puede serlo de otros(s).

- Las revistas están constituidas de artículos y otros tipos de textos. Y cada artículo es en sí mismo una pieza única de comunicación en virtud de la especificidad de su autor o autores (ya la coautoría, como adición y edición de propósitos, es un factor que influye en la forma final del mensaje). Y por supuesto la tipología de artículos se despliega al variar los lectores y los objetivos que se tengan para con ellos.
- Los libros son el medio quizá más clásico de comunicación de ciencia.¹² El espacio que ofrece el libro ha permitido que todos los estilos narrativos y tipos de escritura puedan expresarse cuando el pretexto temático tiene que ver con la ciencia (sus conocimientos, su naturaleza, su historia, sus personajes, sus episodios, sus acciones, sus procedimientos), desde los ya mencionados diálogos, las novelas, las crónicas y las notas y los relatos de

¹¹ Sólo como dato, en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica hay una veintena de títulos (Conacyt, 2015).

¹² Para este producto tipo existen muy diversos públicos y múltiples intereses, desde por ejemplo el libro de relatos del neurólogo, o el libro sobre dinosaurios con vívidas ilustraciones dirigido a un público infantil, o las colecciones de divulgación de la ciencia escritas por grandes especialistas destinadas al lego ilustrado.

viajes, los cuentos y demás formatos breves.¹³

- Otro tipo de productos de CC son las conferencias. Son acciones audiovisuales en vivo (o diferidas si se registran y reproducen luego por otros medios) en las que puede desplegarse cualquier tema para cualquier audiencia. Pueden hacer uso de apoyos tecnológicos o limitarse a la actuación personal. Un aula escolar, un auditorio, un teatro, un ágora o cualquier otro tipo de espacio abierto o cerrado es escenario para la puesta en escena de una conferencia.
- Los museos y los centros de ciencia son otro producto de CC, una colección de mensajes entregados en un gran contenedor de medios en principio diversos pero al final reunidos, sumados y multiplicados. Un museo y cada una de sus exposiciones o despliegues son objetos de comunicación de ciencia multidimensionales y mediáticamente complejos.
- Hasta podría considerarse que un programa de educación formal escolarizada en ciencia, o las subunidades con que está armado (cursos,

¹³ Además de estar presente en revistas y libros de todo tipo, la escritura es también una herramienta fundamental para la elaboración de guiones de mensajes de ciencia en productos visuales, auditivos y audiovisuales de todos los formatos y en todos los soportes posibles: cine, radio, teatro, museos, etcétera, sin dejar de señalar que la evolución del espacio digital multiplica la creciente necesidad de guiones, pues gran cantidad de los productos que por ahí fluyen también requieren ser prefigurados en lenguaje escrito (aunque no todos, pues hay también casos donde más que el lenguaje escrito es necesaria la construcción prefigurada de los contenidos, la búsqueda de una precisión, que elimine ambigüedades). El trabajo del guionista indica los elementos de contenido y forma que constituirán un producto de audio, visual, audiovisual o polimodal. La elaboración de un guión es sólo una fase de la acción comunicativa, pero en sí misma es un proceso que da un resultado tangible: un guión que puede ser en sí mismo, incluso antes de convertirse en la realización del producto que describe (y aunque no llegue a realizarse), una pieza terminada. Claro que su lenguaje debe transcribirse en otros lenguajes durante fases ulteriores del proceso.

etapas, módulos, etc.), es un objeto de comunicación de ciencia¹⁴ (por supuesto intrincadamente elaborado, dotado de herramientas especializadas y de factura colectiva). Y hay que señalar que cada vez más la educación busca para su mayor eficiencia nuevas estrategias venidas de los espacios de la divulgación. La educación en ciencia y la comunicación de la ciencia se relacionan íntimamente. Es posible atender deficiencias en la educación científica vía la comunicación científica, y esto requiere profesionales que apoyen el desarrollo de estos recursos para la educación (Donghong y Shunke, 2008).

- Y en referencia a la indispensable instrucción en ciencia a partir de acciones de CC para audiencias especializadas, habría que desarrollar (en el plano de los productos deseables y posibles) programas o cursos para políticos, legisladores y tomadores de decisión, para atender su grave necesidad de contar con elementos académicos, teóricos y técnicos suficientes, en términos de saber científico relevante a su función, para manifestar su voz y voto de manera enterada, calificada y responsable.
- La CC toma en ocasiones la forma de campañas publicitarias encaminadas a la concientización de diferentes audiencias para la atención de alguno de los inacabables problemas de salud pública que se presentan en cualquier parte del mundo. En estas circunstancias se hace uso no de un solo tipo de producto o acción sino del catálogo más amplio para alcanzar las

¹⁴ En virtud de una política pública acorde a lineamientos económicos globales, se elaboran mensajes que se concretan como programas educativos (cantidades discretas de conocimiento científico organizado en áreas temáticas), llevados por legiones de mediadores, a través de una red de medios múltiples, destinados a la instrucción de un público masivo. La ciencia y en la cantidad que oficialmente ha de saberse.

poblaciones necesarias.

- Dentro de la suya informalidad de la CC, un producto aún más informal pero real y efectivo es una conversación entre alguien adecuadamente versado en alguna materia y alguien deficitario en ella. Podría clasificarse como una conferencia particular (cosa audiovisual) para un público integrado por una sola persona con quien ocurre la máxima cercanía y mucho intercambio de ideas en forma de preguntas y repuestas.¹⁵

En los intersticios de esta breve pero ilustrativa gama de casos hay un catálogo aún más amplio de experiencias factuales y potenciales de CC, propias y ajenas, resultado de la participación de variables aportadas por la inagotable temática, sus miradas posibles y los innumerables matices que aporta la concurrencia especiosa de objetivos, narrativas, lenguajes, medios y procesos de comunicación. De aquí resultan textos para todo tipo de lectores, productos sonoros, visuales y audiovisuales para toda suerte de reproductores, pantallas y consumidores.

¿En qué se parecen entonces estas diversas manifestaciones de la CC que puedan considerarse en un mismo conjunto? Todas se parecen, en uno u otro sentido, en que son mensajes cuya construcción requiere, como presentaremos

¹⁵ Aunque de manera más rebuscada en el argumento, igualmente puede considerarse CC el intercambio de ideas oral o escrito entre dos especialistas de una misma disciplina que trabajan en un mismo tema, grupo de investigación o laboratorio. Ambos especialistas son simultáneamente emisores, receptores y medios de los mensajes que intercambian. La densidad conceptual e informativa del intercambio es alta y el lenguaje muy cifrado, entendible sólo en ámbitos exclusivos. Conocimiento en síntesis, producto fresco de la indagación científica. Ciertamente una conversación, pero en este caso una conferencia bilateral uno a uno con un público ilustrado acotado al mínimo. (Un ejemplo extremo de acción de CC es el diálogo solitario e intenso que ha de ocurrir dentro del investigador científico para producir conocimiento. Para entenderse, seguir su argumento y poder explicarse luego hacia afuera, ha de proceder de manera estructurada y rigurosa. El conocimiento como resultado, en una primera instancia, de la interlocución, de la comunicación plenamente horizontal e instantánea consigo mismo.)

más adelante, de la confluencia de al menos cuatro componentes fundamentales y la intervención de un agente que los modula. De hecho, las modulaciones particulares de estos componentes dan como resultado las diferencias entre los productos y explican entonces la variedad de acciones comunicativas.

CAPÍTULO II

APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE EN LA ICC

Introducción

La realización de las acciones de CC y la elaboración de sus productos requiere la confluencia de saberes de las ciencias naturales (el conocimiento científico sobre el universo físico), de las ciencias sociales (el conocimiento sobre los seres humanos), de las humanidades (el conocimiento sobre el individuo) y de las artes (las formas de expresión personales). De igual manera, desde el ámbito de cada uno de estos saberes, cada cual con sus intereses, conocimientos, herramientas y métodos, puede enfocarse la ICC; si bien la mayoría de los estudios se realizan desde las disciplinas sociales (Bucchi y Trench, 2014).

En este capítulo se hace una revisión¹⁶ que ilustra la variedad de miradas que escudriñan la CC en sus múltiples aspectos. Esto con el fin de elaborar un somero estado de la investigación en la materia, y también de presentar la relación que los estudios tienen con los elementos principales que participan en la construcción del modelo de CC que se propone.

¹⁶ Esta revisión, al igual que el resto de los diálogos con otras tradiciones académicas establecidos aquí para el desarrollo de este modelo, no puede ser ni exhaustiva ni definitiva. Primero porque dada la riqueza y variedad tanto de la ciencia como de la comunicación de la ciencia, el ámbito disciplinar de la ICC no está del todo definido y es relativamente joven y sumamente amplio. En segundo lugar porque nos nuestro interés polemizar o profundizar en alguno de los enfoques en específico sino dar énfasis a los que ayuden a definir los elementos de nuestro modelo. También es necesario decir que este diálogo se establece entre observadores distintos del mismo objeto y pretende incorporar parte de la voz de los practicantes de la CC a la de los practicantes de la ICC con la intención de acolar versiones del fenómeno y abonar a la vertiente profesionalizante de la comunicación.

La investigación en comunicación de la ciencia (ICC)

En las amplias áreas de encuentro que representa la ICC ocurren muchos enfoques, tantos como los marcos disciplinares e intereses desde los cuales se analizan las acciones, los agentes, los procesos y los ingredientes que constituyen la CC. Lo que cada enfoque disciplinar observa y cómo lo observa está determinado en mayor medida por su propio programa y práctica de investigación. Como ejemplo baste citar a la lingüística y al análisis de discurso cuando se aplican al estudio de los textos de CC (Moirand 2006, Berruecos 2009).

Si los lindes históricos de la CC son difícilmente discernibles,¹⁷ también lo son los de la ICC¹⁸, y no es posible establecer con certeza un origen preciso de estas reflexiones y estudios, ni es la intención en esta circunstancia. Pero parece claro que el interés por el desarrollo científico, su consecuente comunicación (CC) y entonces el estudio mismo de ésta (ICC), en pos del aumento de la eficacia de aquélla, se acentuaron desde la segunda mitad del siglo XX como parte de los procesos asociados a la II Posguerra y a la Guerra Fría (Hartz y Chappell, 1997; Lewenstein, 1992; Bauer *et al.*, 2006).

Para finales de los ochenta del XX, Jacobi y Schiele (1988) resumieron los

¹⁷ Según Bensaude-Vincent (2010), por ejemplo, tanto la *ciencia popular* del siglo XIX (science populaire, popular science), como la *divulgación científica* característica del XX (science popularisation, vulgarisation scientifique), al igual que la *ciencia ciudadana* emergente en el XXI (science citoyenne, citizen science) representan regímenes de producción de conocimiento, y consecuentemente de CC y de ICC, cada uno con sus respectivos presupuestos e intereses. La *divulgación*, etapa anterior a la actual, se enmarcaba en un régimen de saber que tenía como valor la autonomía de la ciencia ante los estados financiadores, autonomía que contribuyó a la sacralización de la ciencia. Entonces la divulgación, entendida como rendición de cuentas por parte de la ciencia a los contribuyentes que financian la investigación a través de los estados, mantuvo contrariamente al público en situación pasiva y carente de influencia.

¹⁸ Por ejemplo, Manuel Calvo Hernando, personaje fundamental del periodismo científico español y gran admirador de la divulgación científica mexicana ("México es el país de lengua española que más en serio se ha tomado la divulgación de la ciencia", solía decir) señala (citado en Sánchez, 2010) que los primeros autores en plantear la reflexión teórica sobre la divulgación de la ciencia fueron Jurdant (1969) y Roqueplo (1974).

temas de investigación en divulgación más importantes abordados hasta ese momento (en Francia específicamente y hacia donde influyó esa tendencia) en tres enfoque generales:

- De comunicación (producción-recepción de mensajes).
- Sociológico (factores de modulación culturales, sociales y cognitivos).
- Sociolingüístico (propiedades de los lenguajes de un mensaje).¹⁹

Cuando se miran con detenimiento estos enfoques generales, se percibe que cada uno puede a su vez desagregarse en una colección numerosa de objetos de estudio específicos. Desde una misma disciplina pueden apreciarse muchos sectores discretos del proceso global de elaboración de un mensaje.

Señalaban Jacobi y Schiele (1988): “El punto común de todos los estudios franceses y de un número importante de trabajos extranjeros se sitúa en la articulación de las interacciones y las prácticas discursivas que las califican”. En este punto común se reúnen los elementos de nuestro modelo correspondientes a objetivos, medios y públicos.

Comprensión pública de la ciencia o *public understandig of science* (PUS): también una forma de ICC

También en los ochenta apareció en el Reino Unido el movimiento Public Understanding of Science tras la publicación del informe Bodmer (The Royal Society, 1985; Collins y Bodmer, 1986; Bodmer, 2010) sobre, precisamente, el

¹⁹ En nuestra propuesta, el primero de estos enfoques se refiere principalmente al estudio del componente medios, al cómo se producen y se movilizan los mensajes. Los otros dos enfoques se detienen más en la relación entre los públicos y los usos específicos de los lenguajes, lo que a su vez implica el análisis de la participación de los objetivos en la composición de los mensajes.

estado de la comprensión pública de la ciencia. Desde entonces, esta perspectiva surgida en circunstancias locales cobró auge y adquirió preponderancia y lugar protagónico como marca de ICC que da cabida a una ilimitada diversidad temática de estudios (Bauer y Howard, 2013; Ziman, 1991). Pero no sólo eso, la expresión Public Understanding of Science (PUS), o “comprensión pública de la ciencia”, que resuena todo el tiempo tanto en el ámbito de la CC como en el de la ICC, se refiere a varias entidades. Analicemos brevemente estos distintos significados para poner en claro la infinitud de vertientes de ICC que ello implica:

1.- Que el *público comprendiera la ciencia* era ya un ideal al que aspiraban los comunicadores de ciencia estadounidenses de los años sesenta, era vital²⁰ que los ciudadanos reconocieran y aceptaran la ciencia (Lewenstein, 1992). La expresión asomaba ya como idea.

2.- Luego se convirtió en nombre propio para el movimiento *Public Understanding of Science*, con sus correspondientes declaraciones y principios respecto a la relación de la sociedad con la ciencia. Para este movimiento, comprender la ciencia va más allá del simple conocimiento escolar basado en sus resultados. Comprender la ciencia es también conocer sus métodos, así como el funcionamiento de las instituciones científicas y la política dentro de las comunidades científicas (The Royal Society, 1985; Miller, 2001; Baron, 2003). En acuerdo con ello, el compromiso para el comunicador de ciencia sería entonces tanto entender como hacer entender ciencia, filosofía y política, en muy diversas medidas.

²⁰ En el contexto de la guerra fría y el desarrollo frenético de la investigación científica con fines bélicos, se requería la simpatía y el apoyo del público para justificar y encauzar la necesidad y el uso de los recursos económicos fiscales para ese propósito (Hartz y Chapell, 1997).

3.- Asociada a este movimiento surgió posteriormente la revista *Public Understanding of Science*, que recoge los trabajos escritos sobre la inagotable variedad de investigaciones y reflexiones de ICC a la que el movimiento PUS da cobijo, en principio prácticamente a todo lo habido y por haber en relación al público y la ciencia, temas tales como “Representaciones populares de la ciencia/ Sistemas de creencias científicas y paracientíficas/ La ciencia en las escuelas/ Historia de la ciencia/ La ciencia y los medios”²¹ (recuperado el 12 de septiembre de 2014, de <http://pus.sagepub.com>).

En una revisión de 465 artículos publicados de 1992 a 2010 (Bauer y Howard, 2013), los editores los agrupan, según el tipo de conocimiento, en Agricultura y vida silvestre/ Biología, biotecnología y genética/ Química/ Tierra, aire, mar y espacio/ Ambiente/ Medicina y salud/ Energía nuclear/ Física/ Tecnología/ Ciencia social/ Otros). Dentro de la Ciencia social ubican los temas relativos a comprensión pública de la ciencia (a saber: actitudes, comunicación, educación, involucramiento, historia y filosofía de PUS, metodología, museos y exhibiciones, comprensión pública, política, religión, representación, percepciones de los investigadores).²² Los conceptos subrayados son para destacar la nudosa estructura categórico-jerárquica de aspecto fractal que produce este mosaico

²¹ Los materiales relativos a “Representaciones populares de la ciencia” y “La ciencia en las escuelas” se relacionan en nuestra propuesta principalmente con el componente públicos y también en alguna medida con los contenidos. En cuanto a los de los “Sistemas de creencias científicas y paracientíficas” e “Historia de la ciencia”, la relación es más bien con los contenidos, mientras que los de “La ciencia y los medios” se presentan solos.

²² Una lectura de esta clasificación de comprensión pública de la ciencia desde la revista *Public Understanding of Science* es la siguiente: En el primer nivel están nueve categorías que se refieren a temas de contenidos científicos, una categoría a ciencia social y una más a otros. La categoría ciencia social contiene a su vez (entre una serie de subcategorías relacionadas en general con los públicos, los objetivos y los medios de nuestra propuesta) una subcategoría denominada “public understanding of science”, entre cuyas sub-subcategorías encontramos “public understanding”. Un todo que se contiene a si mismo.

temático en el que cabe todo enfoque.²³

4.- *Public Understanding of Science* es entonces también una forma de hacer CC, (aunque quizá su intención sería ser *la* forma de hacer CC). Es el catálogo amplio, abierto y creciente de todos los productos y acciones (mensajes) de CC que se elaboran a diario en el mundo, construido cada cual en su circunstancia particular y compleja de objetivos, medios, audiencias y temas. Esta gran diversidad se unifica en la intención manifiesta del movimiento PUS, y reflejada en la temática de la revista, de abarcarla y tenerla toda bajo el mismo concepto (Bauer y Howard, 2013).

5.- Finalmente, pero no después sino en paralelo con todo lo anterior, *Public Understanding of Science* es un campo de investigaciones desde las ciencias sociales (investigación en comunicación de la ciencia, ICC) con los innumerables temas y abordajes disciplinares que quedan manifiestos (desde la sociología, la historia, la psicología, la economía, la comunicación, la pedagogía, la ciencia política, la filosofía, la educación, la literatura, el arte, etc.). Estos mismos temas, y otros, también son analizados por visiones de la ICC que no necesariamente se identifican con el movimiento PUS y que también aportan temas propios.

²³ A falta de cualquier clasificación expresa, el lector de *PUS* podría elaborar una relación temática que incluyera los siguientes rubros (agrupados e identificados con los elementos de nuestro modelo que les corresponden): La opinión pública y la biotecnología/ Comprensión pública de la ciencia y comprensión pública de la investigación científica (**temas** y **públicos**), Análisis del contenido científico en la prensa popular/ Estudio de la producción de noticias sobre tópicos científicos de actualidad/ Análisis de contenidos científicos en televisión/ Género, comunicación y multimedia/ Los medios y el origen del ambientalismo/ La ciencia cuestionada en el cine/ El papel de los medios en la controversia sobre la fusión fría (**temas** y **medios**), Estudio de actitudes públicas hacia la ciencia/ Modelos de participación ciudadana en temas científicos/ La divulgación a los políticos/ Las actitudes del público hacia la ciencia en diversos países (**públicos**), Análisis de la brecha entre científicos y públicos/ Implicaciones de la educación en ciencias (**objetivos** y **públicos**), Análisis de cursos de escritura científica, La imagen como herramienta (**medios**), El debate como medio de cambio en la actitud del público (**medios** y **públicos**), Las políticas de la divulgación de temas de actualidad (**temas** y **objetivos**).

En los hechos, como forma de ICC, la comprensión pública de la ciencia (PUS) ha recurrido en gran proporción a tratar de medir, vía encuestas y entrevistas, el conocimiento, el grado de interés y la actitud de las personas hacia la ciencia (el investigador científico, la institución científica, el conocimiento científico) con el propósito de hacerse de elementos para entender y fomentar tal comprensión (Cortassa, 2012). Desde las encuestas de percepción originales que abrieron el campo, en los 50 del siglo XX en Inglaterra y Estados Unidos, estos instrumentos han evolucionado incorporando aportaciones provenientes de la epistemología social y en el marco de la teoría de las representaciones sociales, con el propósito de caracterizar, cada vez con mayor precisión, el contexto socioepistémico en que ocurren las relaciones entre los investigadores científicos (a quienes la ICC en general considera los agentes preponderantes de la CC) y los públicos, asuntos clave como, por ejemplo, cómo se construye o modifica la legitimación de la institución científica, la credibilidad y la confianza en los expertos.

Según Irwin y Michael (2003), los actuales estudios de comprensión pública de la ciencia tienden a ampliar su atención y diseñar sus instrumentos (a saber encuestas y entrevistas) hacia las relaciones entre la ciencia, la sociedad y el gobierno. Por su parte Bauer (2009) revisa la transformación del discurso de *public understanding of science* como área de actividad y de investigación social. Una de sus conclusiones más importantes es la multiplicidad de distancias entre la ciencia y la sociedad, y la naturaleza de cada una de esas diferentes distancias: las incontables audiencias.

Para la práctica de la comunicación, todos estos estudios ponen a

disposición de los constructores de mensajes (aunque poco uso hagan de ellos) algunas pistas para abordar y resolver con mayor profundidad, calidad y eficacia los componentes y consideraciones que requerirán para realizar cada distinta acción comunicativa.

Como se mostrará más adelante, para efectos del modelo de CC que se presenta, la mayor parte de las investigaciones y líneas de investigación (si no todas) que se detectan dentro de la familia de clasificaciones que despliega PUS (en la teoría, en la práctica, en la revista, etc.) pueden reclasificarse claramente como ingredientes de alguno o algunos de los elementos principales que componen el modelo: los temas, los medios, los públicos y los objetivos.

Los públicos son cruciales para la ICC

Uno de los temas más importantes que la ICC enfrenta es la necesidad de conocer profunda y empáticamente al público para aumentar la efectividad de la comunicación: entender sus valores y visión del mundo, conocer sus necesidades y problemas, no perder de vista ningún componente de su contexto. Los comunicadores de la ciencia han de trabajar mucho para promover la credibilidad de su labor acercándose lo más íntimamente posible a los públicos, hacia sus particulares territorios emocionales, intelectuales y en general culturales (Eveland, 2012; Fischhoff, 2012).

Desde el enfoque de la psicología educativa y ante el desarrollo de la temática y problemática en la investigación científica, la ICC señala que el público enfrenta desafíos igualmente crecientes: entender el conocimiento y su proceso de producción y evitar los prejuicios en el razonamiento y las concepciones erróneas.

Para identificar y atender tales puntos es necesario profundizar en las áreas de cognición epistémica, razonamiento motivado y cambio conceptual. Sinatra *et al.* (2014) señalan por ejemplo. “Es importante tomar en cuenta las actitudes, los valores y las creencias de las personas acerca del conocimiento, de la ciencia y del tema específico de que se trate, para mejorar nuestra apreciación de la comprensión que el público tiene de la ciencia”

Las encuestas son instrumentos relevantes, pero claramente insuficientes, en la ICC que indaga en qué medida y circunstancia ocurre o no la construcción intelectual que el comunicador de ciencia pretende entregar. ¿Los lectores en realidad reciben lo que los escritores científicos intentan disponerles? ¿Cómo perciben las audiencias no especializadas la información científica? (Scheufele, 2012; Bruine de Bruin, 2012). Efectivamente, los instrumentos y los parámetros de medición que se desarrollen contarán con dimensiones adicionales que informen con mayor precisión sobre los públicos y la distancia entre los objetivos y los resultados de una acción comunicativa, pero semejarán igualmente encuestas que permitan perfilar mejor a los públicos.

Los investigadores y sociedades científicas que realizan extensión de su saber y labor al público, lo hacen muchas veces siguiendo el esquema de la comunicación unidireccional, sin mucho desarrollo ni evaluación. El enfoque debe ser científico, basarse en un conocimiento empírico acerca de cómo a las personas les hace sentido la ciencia y participan en el discurso público. El público se interesará primero que nada si en algo le concierne el asunto, pero su interés también dependerá de su conocimiento, su actitud, sus ideas y sus valores (Fischhoff, 2012; Scheufele, 2012).

Como parte de la labor de la comunicación de la ciencia, es fundamental que los investigadores científicos que deciden comunicarse con los públicos para fomentar el entusiasmo ante el conocimiento, el aprendizaje y la capacidad analítica, mejoren drásticamente su desempeño para despertar el interés, establecer el diálogo y la discusión, profundizar en suma el trabajo con las audiencias y optimizar la hechura de los mensajes (Varner, 2014). Esto quiere decir por un lado que la ICC debe profundizar teóricamente en el tema de los públicos y, por otro, los comunicadores científicos (todos, pero especialmente los surgidos de la investigación, carentes de este saber práctico en comunicación) aprender de lo que revelen las investigaciones en comunicación de la ciencia relativas a los públicos e integrar este saber a su proceso de construcción de mensajes para perfeccionar su labor.

Se pregunta Feinstein (2015) si el público es capaz de participar activa y constructivamente en discusiones y decisiones políticas cuando de conocimiento especializado se trata. Se requiere una educación, una cultura científica para la democracia considerando el concepto de esfera pública. Para esto es necesario indagar a profundidad sobre la forma en que el público interpreta la información y las noticias científicas, sobre el efecto de los medios en los hechos científicos y los espacios de comunicación emergentes (Segado-Boj *et al.*, 2014; Siricharoen, 2013; Ranger y Bultitude, 2014).

Tanto para la producción del conocimiento como para su divulgación debe optarse por “una ciencia de transmisión de poder social... que permita a los ciudadanos tomar decisiones sobre su vida intelectual y su existencia colectiva” (Mendoza, 2007, p. 34). La comunicación de la ciencia tiene algunas herramientas

que pueden ayudar a alcanzar la visión democrática de formar sociedades capaces de establecer debates civiles fructíferos permeados por el saber científico (Feinstein, 2015).

Un ejemplo de área específica de ICC:

Lingüística y sociolingüística, el análisis del discurso y su evolución

Nos detenemos momentáneamente sólo con este ejemplo pues, por un lado, no es aquí la circunstancia para abordar todos ellos y, por otro, para mostrar un área de la ICC que ha desarrollado una labor constante y sistemática de indagación desde hace décadas haciendo uso de herramientas pertinentes y precisas, especialmente el análisis de discurso.²⁴ También representa un área de estudio cuyo objeto de investigación ha ido modificándose: de las lenguas y discursos especializados (estructuras sintácticas y relaciones semánticas) al uso social de las palabras (Moirand, 2006). No obstante, este solo ejemplo de enfoque de ICC igualmente revela la distancia entre los resultados de la ICC y la relación y efecto (de haberlos) que puedan éstos tener en la práctica concreta de la CC (Miller, 2008).

Moirand (2006) analiza la forma en que, a partir de la década de los ochenta

²⁴ “El análisis semiolingüístico del discurso no solamente se interesa en el sujeto individual sino también en el sujeto colectivo, testigo de un contexto histórico y social. El análisis del discurso, basándose en la teoría de la enunciación (ese ‘poner a funcionar la lengua por un acto individual de utilización’ –Benveniste, 1983, p.83), que introduce una nueva perspectiva al dejar atrás los límites impuestos por la frase, se interesa en la puesta en escena del lenguaje como una interacción, y en la articulación entre lo dicho y el espacio social en el que se inserta ese decir. Este análisis integra la semiótica por una parte y, por la otra, la lingüística. La primera, en función con su objeto de estudio localiza un sistema de signos llamado *lengua*, el cual depende de los sujetos del lenguaje inmersos en un contexto histórico, social y cultural cuya situación es la transmisión de contenidos en una comunidad. La lingüística -en tanto ciencia que estudia los signos lingüísticos, sistemas de significación y de comunicación- provee las herramientas indispensables para el análisis” (Berruecos 1998, p. 26).

del siglo XX en Francia, ha ido transformándose la divulgación de la ciencia y la técnica en su vertiente de prensa escrita diaria.²⁵ Señala que hace treinta años los discursos de divulgación (las narrativas de los objetos o las acciones de CC) conservaban la intención en línea humanista de presentar el conocimiento científico y *explicar* la ciencia. De ahí se pasó a discursos *acerca de* la ciencia y, más aún, *acerca de las relaciones entre* la sociedad y la ciencia.

Dado que el conocimiento científico está incorporado al mercado, el sector de la investigación y la producción científica profesional (y así la comunicación de sus productos y resultados) siempre ha estado determinado, y cada vez más, por la economía y la política. Además, las cambiantes herramientas tecnológicas propician nuevas instancias de contacto y formas de comunicación en todas direcciones y entre distintos interlocutores.²⁶ En este mismo sentido, el análisis de discurso:

Construye sus *corpus* a partir de la diversidad de los géneros producidos y de las situaciones encontradas al interior y en la periferia de un campo de especialización. Esto nos conduce no sólo a constituir un *corpus* sobre bases diferentes y poner en práctica categorías de análisis, sino a ‘pensar’ igualmente en un nuevo modelo de comunicación, cuando no se trata ya solamente de explicar la ciencia sino de explicar más bien el sentido social de los hechos o de los acontecimientos científicos o tecnológicos de naturaleza política (Moirand, 2006 p. 233).

Ni simple ni estática ni unidireccional ni irreversible, la comunicación construye una geometría dinámica, interdependiente, compleja, en la que participan varios actores o grupos, Wolton (2007) cuenta al menos cuatro: la

²⁵ Es importante resaltar que el medio en este caso está muy definido y su diversidad se limita principalmente a estilos y géneros.

²⁶ Son todas redes sociales en distintos tonos y matices de naturaleza comunicacional descriptible

ciencia, la política, la comunicación y los públicos, cada uno de los cuales representa un amplio espectro de opciones. La mirada lingüística (que ella misma se transforma en lingüístico-sociológica) es atraída más hacia lo que ocurre entre estos actores, hacia las relaciones discursivas que se establecen entre ellos, que hacia la forma en que están hechos los mensajes (los productos concretos).

No es la materialidad textual lo que interesa. Son las formas las que preocupan en un análisis lingüístico de los discursos 'sobre' (o 'en torno a') la ciencia en los medios (Moirand, p. 243).

Se establece de esta manera un diálogo múltiple entre los participantes (las voces de los diferentes enunciadores), un 'intertexto plurilógico' de contribuciones heterogéneas.

Las palabras arrastran con ellas las coloraciones que adquieren a lo largo de sus recorridos por estas diferentes comunidades, pero pierden, igualmente, ciertos sentidos que tenían en su contexto de origen (p. 246).

La concurrencia de discursos que atraviesan el intertexto en variados planos y dimensiones determinados por todas las evocaciones individuales, propicia la construcción de:

Una memoria interdiscursiva mediática... la construcción de las memorias colectivas (p. 254).

Así, sólo "un modelo circular" puede dar cuenta de esta complejidad de la comunicación: los medios masivos difunden un discurso heterogéneo, conformado por discursos anteriores tomados de diferentes comunidades y de diferentes mundos sociales, incluido el mundo científico, y dirigido a otras comunidades; pero este discurso heterogéneo se destina, igualmente, a aquellos que lo nutren a través de sus palabras, las cuales retoman nuevamente ciertos elementos más o

menos transformados de estos enunciados, antes de volver a pasárselos a los medios masivos de comunicación, etc. Las palabras y los discursos que se estudian circulan así a través del tiempo y a través de las diferentes comunidades que se apoderan de ellos enriqueciéndose o empobreciéndose a lo largo de sus desplazamientos. Las transformaciones semánticas y discursivas de las palabras y de los discursos que constituyen, de ahora en adelante, el objeto de investigación de un análisis sociocognitivo, buscan articular el discurso de la comunicación científica y técnica, con la memoria (lo cognitivo) y la historia social (p. 255).

Este objeto de análisis denominado CC, considerado ahora en toda su complejidad, exige la confluencia competente de saberes adicionales (novedosos) a los clásicamente manejados por la lingüística, lo que a su vez requiere la ampliación de los ámbitos de comunicación entre disciplinas: espacios de transdisciplinarización, de fundación de conocimiento.

En plena resonancia con lo antedicho, la ICC lingüística en México ha llegado también a conclusiones semejantes al plantear la necesidad de enfocar de manera más compleja el fenómeno de CC ampliando su mirada con otros conocimientos disciplinarios y experimentando su propia evolución. En una obra que aborda de manera importante la problemática del discurso de la divulgación científica en México, Berruecos (2009) describe con claridad la evolución de la mirada lingüística sobre el objeto CC:

“El discurso de divulgación involucra muchas cuestiones de orden extralingüístico que tienen una repercusión sobre la escenificación del lenguaje. Por ejemplo la identidad social de los interlocutores puestos en escena, los medios de interacción utilizados, los objetivos del sujeto que comunica, el canal empleado para transmitir el discurso, el conjunto de condiciones en que se realiza el acto de comunicación, es decir, las circunstancias situacionales en que está inmerso ese

discurso.

Asimismo, este acto de comunicación se sustenta también en el contrato de habla o de comunicación que se establece, las circunstancias de enunciación, que incluyen la delimitación del sujeto enunciador y el sujeto destinatario (el público al cual se dirige el discurso), así como las formas en que éstos aparecen dentro del discurso, la presencia de otras voces dentro del mismo, las formas que construyen la reformulación del discurso primario, las imágenes que se tienen de la ciencia, así como las representaciones sociales de la misma” (Berruecos 2009, p. 26).

Así, los estudios lingüísticos en ICC plantean una reformulación dando cabida privilegiada a toda una familia de agentes tradicionalmente considerados extralingüísticos, lo que los obliga a una profunda transformación, un enriquecimiento más allá de su propia identidad y una colaboración con todos los otros estudios a cuya competencia alude el despliegue de rasgos mencionados y que deben ser motivo de escrutinio.

Aúnese a esto que en relación a los enfoques, distintos al lingüístico, que ha tomado la ICC en México, Berruecos (1998) señala muchos puntos de abordaje: el estudio mismo de las disciplinas que son objeto de comunicación, la historia, la educación y la pedagogía, la comunicación (que a su vez se subdivide en infinidad de aspectos), la literatura, el arte. Los temas de interés abarcan una gran gama: los distintos tipos de público, la forma en que éstos reciben los productos de comunicación, la evaluación del proceso, los problemas metodológicos, los instrumentos y medios, los propósitos, intenciones y finalidades de la tarea de comunicar la ciencia en cada caso particular.

La ICC desde las ciencias duras, dos ejemplos

Si bien la inmensa mayoría de la ICC se enfoca desde las ciencias sociales, las humanidades y las artes, también se aborda desde las disciplinas denominadas duras.

Por ejemplo, para cuantificar el proceso de comprensión pública de la ciencia (la dinámica del desarrollo de opinión en una población pequeña –evaluación del efecto de la comunicación), Iñiguez *et al.* (2012) recurren a un modelo matemático que reúne características y variables esenciales de la formación de opinión, y que simula los efectos sobre la percepción de la información externa (medios y comunicadores de la ciencia) que se expande a todos los individuos socialmente relacionados en una red coevolutiva.

El modelo experimental tomó en cuenta factores internos (de las personas) y externos (medios) mediante la asignación de un parámetro-actitud individual a cada agente, y sometiendo todo a un campo externo homogéneo que simula el efecto de los medios.

Se ajustó la fuerza de campo en el modelo usando datos de encuestas de percepción científica llevadas a cabo en dos poblaciones diferentes con fines de comparación. Se interpretaron los resultados con ayuda de cálculos de campo medio simples. Los autores encontraron un valor crítico del campo más allá del cual la dinámica se desacelera considerablemente y prevalece la estructura heterogénea de la comunidad (cada cual decide lo que quiere saber y pensar).

Concluyen que los resultados sugieren que los conceptos señalados como científicos son más difíciles de adquirir que los no avalados por la ciencia, ya que quienes se oponen a tales conceptos forman comunidades cerradas que impiden

que la opinión fluya y consense.

Estos resultados rigurosamente obtenidos corroboran intuiciones y experiencias generadas en la práctica concreta de la comunicación en el sentido de que cualquier acción de comunicación de la ciencia, para garantizar en algo su efectividad debe contar con la voluntad del público de hacerla suya.

Otro ejemplo interesante de ICC desde las ciencias denominadas duras es un modelo matemático (Palacios, 1998) de un caso particular de CC consistente en una transmisión radiofónica, es decir una forma simple unidireccional de comunicación, generalizable a cualquier tipo de información. Dado un mensaje ya construido, la investigación se fija en la eficiencia del proceso de transferencia, variable que mide (a partir de la ecuación que define el vector de flujo de información) en términos del número de mensajes transmitidos. Los fundamentos conceptuales de que parte pertenecen a la teoría fisicoquímica de la transferencia (modelo de acarreadores, leyes de difusión de Fick), y a la correspondiente en términos de transmisión de información (teorías de la comunicación).

El autor reconoce que este abordaje matemático no pretende una explicación integral del fenómeno, sino concentrarse en uno de sus aspectos y sumar algunos elementos cuantitativos a los criterios cualitativos usados tradicionalmente, y desea que “sea una ayuda cuantitativa práctica para lograr una comprensión e interpretación mayor del proceso de transferencia de información científica” (p. 33).

Estos dos ejemplos fijan su atención en la forma de ponderar (con herramientas de la matemática y la física, y datos obtenidos con metodología de las ciencias sociales) qué efecto tiene la comunicación, cómo se disemina la

información de un mensaje puesto a circular, cómo se integra al imaginario público, es decir, se refieren a una parte terminal y muy específica del proceso completo de comunicación. Aunque al lado del universo de los enfoques sociales de la ICC estos casos son especialmente peculiares por su aparente aislamiento, la exploración por estas vertientes también aporta para la reflexión teórica sobre la CC y deja abierto el camino para indagaciones más profundas.

Orígenes de la ICC en México

En 1983, poco antes del informe Bodmer, del surgimiento de PUS y de la clasificación de Jacobi y Schiele acerca de los temas de investigación en comunicación de la ciencia más importantes del momento, siendo Luis Estrada director del CUCC y de la revista *Naturaleza*²⁷, ésta publicó, en el penúltimo año de su existencia, un artículo que reúne los rasgos fundamentales de una definición y un modo de hacer CC que, aunque perfectible, resultaría poco objetable, y ciertamente una aspiración con vigencia plena (López, 1983). En este texto, su autor recoge las reflexiones teóricas nutridas directamente en la experiencia de la práctica de la comunicación de la ciencia en el CUCC. Es un trabajo primordial de ICC mexicana, publicado en los últimos tiempos de la primera revista mexicana de comunicación de la ciencia.

“La divulgación de la ciencia es una de las actividades que más creatividad,

²⁷ El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), que había nacido a finales de los sesenta como Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC), fue la primera instancia formal de la UNAM planeada para enfocarse en la comunicación de la ciencia tanto en sus aspectos prácticos como teóricos. La revista *Naturaleza*, nacida como *Física* también a finales de los sesenta, fue uno de los productos elaborados por el CUCC: la primera revista de divulgación científica en México.

conocimiento e imaginación exigen a sus practicantes. Es un discurso *autónomo* y *creativo*, ni apéndice de la investigación científica ni periodismo especializado. Está más cerca de los textos literarios. Sólo un ejercicio a la vez serio e imaginativo de reescritura puede construir el puente –tan mencionado y tan esquivo– entre la ciencia y el ciudadano común” (López, 1983, p. 291).

Como resultado del estudio de la ciencia desde distintas disciplinas (la historia, la filosofía, la sociología) se produce conocimiento, se desarrollan y modifican las ideas sobre la ciencia. “Algo similar sucede en la divulgación de la ciencia: ésta debe *transformar* la ciencia de la que parte” (López, 1983, p. 293). El tipo de conocimiento que se produce en este caso es una variedad de maneras de describir los ámbitos de existencia de otras formas de descripción, pero del universo físico. La CC es una familia de saberes.

La divulgación de la ciencia es *sobre* la ciencia en un sentido diferente al de otras disciplinas. Más que estudiarla, la *recrea* o *reproduce*, la parafrasea. La *traduce* en el sentido creativo (único válido) de traducir. Es algo *sobre* el conocimiento científico en el sentido de *paralelo* a él. Es un acto más de mimesis creativa que de disección. La divulgación de la ciencia no divulga la ciencia en sí, sino otra cosa (López, 1983, p. 294).

Los conceptos que se manejan en la divulgación *no son los mismos* en un sentido estricto que los de las ciencias. En eso se finca la *autonomía* de la divulgación. Al divulgar las ideas científicas se cambia siempre el significado estricto que los conceptos tienen en el seno de su disciplina, en *su* lenguaje. Al divulgar la ciencia no se puede sino construir *otro* edificio “teórico” para hablar del original, para referirse a él (López, 1983, p. 295).

La divulgación debe utilizar todas las herramientas del pensamiento y del lenguaje natural (como son la metáfora, la analogía, la descripción, etc.) para *recrear* los conceptos del conocimiento científico (López, 1983, p. 296). La divulgación de la ciencia requiere, por un lado, de un profundo conocimiento del objeto a *recrear*, y, por otro, un hábil y seguro manejo del lenguaje de la recreación (López, 1983, p. 297).

En 1988, todavía con Luis Estrada a la cabeza, el CUCC elaboró el documento inédito denominado “Aspectos de investigación en la comunicación de la ciencia” (véase Apéndice), que recogía la experiencia y propuesta del grupo de comunicadores del CUCC y reconocía a la CC como un objeto de investigación que debe estudiarse sistemática y profesionalmente. El documento argumenta que la ICC puede dividirse en dos áreas generales:

I) Estudios de las diversas disciplinas que se comunican. Es decir, los conocimientos científicos como tales y todo aquello que las ciencias sociales, las humanidades y las artes pueden estudiarle a las ciencias naturales (sus aspectos históricos, sociológicos, filosóficos, psicológicos, estéticos, económicos, etc.), y que se convierte en parte de los contenidos apropiados de lo que se comunica.

II) Estudios de las formas de comunicarlas. Aunque en el documento esta área destaca principalmente los temas relativos a los públicos (identidad, reconocimiento, participación, efecto, reacción, retroalimentación), es de mucho mayor amplitud porque incluye de entrada todas las dimensiones del fenómeno de la comunicación: la producción, los medios, los intereses individuales e institucionales, la calidad y la estética, etc.²⁸

Estas dos áreas generales pueden desglosarse, según agrega el

²⁸ Si comparamos estas dos áreas generales de la clasificación CUCC-1988 con el primer nivel de la clasificación de la revista *Public Understanding of Science*, la primera área CUCC corresponde a las nueve categorías de *PUS* que se refieren a temas de contenidos científicos (los **temas**, uno de los elementos de nuestro modelo), y la segunda área corresponde a sus dos categorías restantes (ciencia social y otros), que contendrían en su conjunto todo lo relativo a los otros tres elementos de nuestro modelo (**públicos**, **medios** y **objetivos**). Si además comparamos la clasificación CUCC-1988 con la de Jacobi y Schiele (coincidentemente de 1988), notaremos que las tres enfoques en que está dividida esta última (de comunicación, sociológico y sociolingüístico) caben todos en la segunda área de aquella. En relación con nuestro modelo abarca igualmente todo lo relativo a **públicos**, **medios** y **objetivos**.

documento, en las siguientes actividades, a las que la ICC debe dedicarse primordialmente (formuladas más bien como objetivos, lo que a su vez da pie a diversas vertientes de investigación, cada una con su metodología particular dependiendo del marco disciplinar que exija cada objetivo y enfoque):

1.- *Descubrir nuevas facetas del conocimiento científico.* Esta actividad u objetivo pertenecería a la primera área de la clasificación binaria que acaba de describirse, es decir dentro de los estudios de las disciplinas que se comunican, y se enclavaría más precisamente en la filosofía de la ciencia. Al momento de la construcción de mensajes, estos saberes impactan en el elemento *temas* del modelo

2.- *Descubrir relaciones entre temas de distintas disciplinas.* Mismo caso que el anterior, estudios de las disciplinas que se comunican, filosofía de la ciencia. Poner en evidencia estructuras internas del conocimiento. El alcance de estas primeras dos intenciones de la ICC es más ambicioso, va más allá de impactar la CC y pretende tocar a la ciencia misma, descubrirle estructuras. Esta visión es mucho más rica al considerar no sólo la importancia del destinatario de los mensajes sino la influencia que los procesos de comunicación del conocimiento ejercen sobre la producción misma del conocimiento.

3.- *Visualizar la ciencia de manera diferente.* Se ubica en la segunda área porque la forma de comunicar la ciencia está determinada tanto por la imagen de la ciencia que tenga quien la comunica, como por la que tenga ya el interlocutor y la que quiera comunicársele.

4.- *Crear una atmósfera cultural que incluya a la ciencia.* Que la ciencia sea reconocida como parte de la cultura, quizá pertenezca a la segunda área, el enfoque de este tipo de investigaciones es claramente sociológico, casi propagandístico).

5.- *Revisar y criticar la presentación de la ciencia.* Segunda área, aquí se crean traslapes de los puntos anteriores. Es vital desarrollar con mayor profundidad la crítica sistemática y formalizada de los productos de la CC.

6.- *Analizar ante el público la información científica.* Investigar para lograr un intercambio cultural participativo. Esta es una propuesta de investigación que presupone una comunicación plenamente horizontal donde se establece una colaboración conciente entre los agentes que intervienen en la construcción de los mensajes. Aquí es muy clara la interdependencia entre todos los elementos que participan en la composición del mensaje

7.- *Discutir en términos accesibles los problemas conceptuales básicos de*

una descripción científica. Estudios de las disciplinas que se comunican, filosofía de la ciencia.

8.- *Desarrollar un lenguaje científico en español.* Segunda área: escritura y literatura, componente esencial de los medios.

9.- *Crear sistemas de evaluación acerca de la adaptación y la captación de la información científica.* Nuevamente se ubica en la segunda área y tiene que ver con los distintos estatus de los públicos a lo largo de los procesos de comunicación. La búsqueda de sistemas adecuados de evaluación y crítica en CC tiene aún muchas definiciones por alcanzar.²⁹

Los planteamientos hechos desde esa época, y desde distintos orígenes geográficos, en relación a la CC como objeto de investigación y sus necesarias o posibles rutas de desarrollo, se reconstituyen y amplían permanentemente hasta la actualidad en virtud de la riqueza del campo (Tonda *et al.*, 2002; Davies, 2010; Bucchi y Trench, 2014). Si se suman todas las aspiraciones de la ICC producto de las varias visiones aquí bosquejadas, queda pendiente, no obstante lo realizado hasta el día de hoy, la mayor parte de los estudios que abastezcan los resultados que repercutan en la práctica de la CC.

La Somedicyt y la ICC en México

También en la década de los ochenta, 1986, se fundó la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica –la principal agrupación de profesionales de CC en México. Desde entonces, en respuesta específica a sus objetivos, destacadamente los que establecen “Realizar investigación científica, técnica, social y educativa en el campo de la divulgación de la ciencia y temas afines” y

²⁹ Desde el punto de vista de la construcción misma de mensajes, es decir desde la práctica de la comunicación, los objetivos de la ICC planteados en los puntos 1, 2 y 7 están relacionados con el estudio del elemento **temas** del modelo que se presenta, los puntos 3, 5 con los elementos **objetivos** y **públicos**, el punto 4 con los **objetivos**, el 8 con los **medios**, el 9 con los **públicos** y el 6 con **todos** los elementos.

“Contribuir a la formación de divulgadores profesionales” (recuperado 13 de junio 2013 de <http://somedicyt.org.mx>), este gremio, que reúne a una completa diversidad de profesiones y academias (“divulgadores, científicos, técnicos, periodistas, profesores, comunicadores y especialistas de diversas disciplinas que residen en todos los rincones del país” –recuperado 13 de junio 2013 de <http://somedicyt.org.mx>), ha realizado una veintena de congresos nacionales³⁰ en distintas ciudades de la República Mexicana, cuya organización y estructura básica corresponden a las de un congreso académico, aunque la mayoría de los participantes son comunicadores científicos profesionales y no necesariamente investigadores formales especialistas del área en la que presentan sus trabajos (o no elegibles como tales debido a los requisitos institucionales estándares implicados).

Los temas generales de los congresos (aunque la riqueza de tópicos en la programación de cada uno siempre rebasa los límites del mero nombre) trazan una suerte de historia de las distintas acentos que la comunidad de la Somedicyt ha dado al estudio de este fenómeno, acentos que no son más que el reflejo de su propia práctica. A continuación un sumario general de la tipología de trabajos presentados a lo largo de los congresos:

- Sentido, valor e importancia de la divulgación.
- La divulgación como fuente de conocimiento.
- El papel social de la divulgación.
- Realización y producción, actores y autores.
- Los medios de comunicación.
- Los medios escritos.
- Los medios audiovisuales y digitales.
- Museos y centros de ciencia, exposiciones y actividades participativas.

³⁰ Las convocatorias, reseñas, memorias, índices y trabajos de los congresos de la Somedicyt pueden consultarse en <http://somedicyt.org.mx/actividades/congnacionales.html>

- Periodismo científico.
- Educación formal y no formal.
- Evaluación, diagnósticos y experiencias en la divulgación.
- Temáticas disciplinares: biología, medicina, astronomía, química, meteorología, física, tecnología, humanidades.
- Comunicación ambiental.
- Ciencia y cultura.
- Investigación sobre divulgación.
- La sociedad del conocimiento.
- La divulgación como política pública.
- Vinculación ciencia-industria.
- Comunicación social de la ciencia.
- Profesionalización de la divulgación.

Desde los primeros congresos se reconoció, vista la disímil categorización temática, la existencia de muy distintas formas de CC en virtud de la diversidad de autores, medios, públicos y temas. Se estableció una mirada panóptica sobre el fenómeno y se observó atentamente la dinámica de las distintas prácticas concretas de CC sin soslayar su dimensión histórica. También los vínculos con los aspectos políticos, sociales y culturales han estado siempre presentes de acuerdo a cada momento histórico.

Aunque los temas son múltiples, hay una reflexión constante de la Somedicyt sobre su propia práctica y la incidencia de la misma en beneficio de la sociedad, un interés permanente en el desarrollo de estrategias de abordaje a temas concretos considerados especialmente relevantes en la agenda del siglo XXI debidos a las dinámicas y los cambios en la sociedad.

Adicionalmente a todo esto que en los hechos desarrolla en ICC la comunidad de la Somedicyt, en la página electrónica de la asociación está publicado un documento colectivo denominado *El investigador en comunicación de la ciencia*, que señala (recuperado 4 de abril de 2013 en

<http://somedicyt.org.mx>): “La ICC permite estudiar la comprensión y actitudes del público hacia la ciencia y la tecnología, su percepción de lo que es la ciencia, la representación popular de la ciencia, las creencias científicas y pseudo-científicas, el papel de la ciencia en las escuelas, la historia de la educación científica y de la ciencia popular, la ciencia y los medios, la ciencia ficción, la política científica y el cabildeo científico, la evaluación del papel de los museos y las exhibiciones de ciencia y de los centros interactivos de ciencia, los servicios de información científica para el público, la ‘anti-ciencia’ (protesta pública en contra de la ciencia), la ciencia en los países en desarrollo y las tecnologías apropiadas.”³¹

Más adelante, el documento precisa que la investigación en comunicación de la ciencia, especialmente en su vertiente educativa, “no sólo permite desarrollar nuevos modelos y poner a prueba los ya existentes, sino que también permite adaptar contextualmente el problema al entorno social en donde este tiene lugar”.

Actualmente, una de las 11 divisiones profesionales en que la Somedicyt agrupa a sus socios con intereses y actividades profesionales afines está dedicada a la ICC. Las otras 10 divisiones corresponden a editores, periodistas, didactas, pedagogos, museólogos, gestores y creativos de índole varia.

Si sumamos la riqueza temática que puede entresacarse de las diversas formas en que esta Asociación maneja sus clasificaciones queda claro que la ICC realizada en México no es radicalmente diferente de la realizada alrededor del mundo en el sentido de la variedad temática, pero si en la cantidad de

³¹ Similarmente a las relaciones y equivalencias que hemos venido describiendo entre las temas de investigación en CC, planteadas en distintas épocas y geografías, y los elementos de construcción de nuestro modelo, el universo de temas que se entresacan de los manifiestos institucionales y los trabajos de los congresos de Somedicyt permite clasificar todos los estudios dentro de las cuatro elementos fundamentales del modelo (temas, medios, objetivos y públicos).

investigadores e investigaciones, y por lo mismo en la necesaria profundización de cada aspecto (Sánchez y Biro, 2010).

La formalización, la profesionalización, el reconocimiento académico y la certificación institucionalizada tanto de la CC como de la ICC, entendidas y plasmadas en las reflexiones teóricas propias y extranjeras ya desde hace décadas, han experimentado un impactante retraso en México debido a una resistencia sistemática al reconocimiento de la naturaleza académica de este campo de conocimiento. El derrotero recomendable para encaminar esta inercia pasa en cualquier geografía por el fomento con recursos materiales de la formación universitaria integral en la práctica y en la investigación en CC (Davies, 2010).

Problemas y perspectivas de la ICC

Hay investigación en comunicación de la ciencia que analiza a la CC como factor de desarrollo, es decir desde el punto donde concurren lo político, lo económico y lo social. Bajo esta óptica, la CC debe fomentarse como componente clave de las políticas de investigación científica en cualquier país, concluyen estos enfoques (Wolton 2007, Anaya 2002, Miller 2001, Baron 2003). Ya no es en nada un asunto optativo, sino indispensable para “hacer de Europa la sociedad del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo” (Roffi *et al.*, 2007, p. 80), aspiraciones aplicables en cualquier otra región del planeta. Se requiere invertir más en CC y replantear sus herramientas y estrategias. Asimismo se necesita una integración real de unas y otras disciplinas. La comunicación debe ser más horizontal, desaparecer la diferencia entre productores y usuarios del conocimiento.

Por su parte Pasveer (2007) señala que en Europa la CC se ve afectada por las tendencias en la producción científica y tecnológica. El recurso que implica el aumento permanente de la inversión pública en ciencia se ha convertido en un mercado que gana quien mejor defienda la utilidad de sus proyectos. De esta manera se reducen las posibilidades de realización de ciertos tipos de investigación fundamental que no demuestren ser claramente redituables. En apariencia, la ciencia no es una entidad aislada y autónoma, sino una construcción social que implica cada vez más el involucramiento público y en general los intereses que van más allá de la universidades. Pero paradójicamente, producto de tal apariencia, para la comunicación de la ciencia: 1) Aunque pretenda aplicarse el modelo constructivista, se sigue practicando el de entidad aislada y autónoma (torre de marfil), que lleva a la superficialidad y a la trivialización. La normatividad de la producción científica queda intocada, pues la comunicación de la ciencia no tiene un efecto relevante en la forma en que se genera el conocimiento científico. 2) Aunque se diga que el público es el meollo del asunto la cobertura no se amplía y la comunicación sigue siendo hacia una élite. 3) Se considera que lo que determina el proceso de adquisición de conocimiento es el valor del producto, siendo que el contexto es lo verdaderamente determinante (Pasveer, 2007).

Desde la sociología y la comunicación D'Andrea (2007) insta a desarrollar modelos nuevos de CC basados en premisas distintas a las de la rebasada PUS, modelos de componentes múltiples determinados por una CC poblada de actores diferentes que ocurre en categorías distintas, modelos de amplio alcance que consideren seis tipos de comunicación: entre pares, entre disciplinas, con otros

actores (p. ej. administradores o técnicos), con grupos sociales, con políticos y con el resto del público.³² Dado que las instituciones y actores importantes de la producción científica evolucionan no es recomendable, y quizá contraproducente, separar la comunicación al público, de la comunicación que se desarrolla en el proceso de investigación.³³

Bufon (2007) insiste en la necesidad de una mayor integración entre las personas y la ciencia, y entre las diferentes comunidades científicas. Igualmente plantea la necesidad de ampliar el impacto de la CC a un mayor número de sectores e instancias. Sugiere una serie de acciones específicas para tal integración: Vincular la educación superior a las instituciones de investigación/ Reforzar el fondeo y la evaluación/ Propiciar la internacionalización/ Generar programas de investigación integrativos/ Fomentar la investigación local y regional/ Promover la comunicación científica transdisciplinaria/ Crear esquemas de educación para la industria/ Mejorar la comunicación educación-empresas-comunidades. Esta visión considera todos los aspectos y factores del fenómeno, desde la existencia de recursos materiales y la generación de programas institucionales, hasta la producción de mensajes y la formación de profesionales en la materia.

Roffi *et al.* (2007) ponen el acento en una serie de recomendaciones generales dirigidas concretamente a la práctica, la formación y la

³² En este análisis, estos seis *modelos* cabrían en el *modelo* general que se propone, y de hecho conviven en la práctica cotidiana de la CC, dependiendo de la necesidad de comunicación que deba atenderse. El elemento de nuestro *modelo* a cuya variación se refieren estos *modelos* son fundamentalmente los públicos.

³³ A nuestro entender, tanto la comunicación al público como la que se desarrolla entre pares o disciplinas caben en el concepto amplio de comunicación de la ciencia que presupone el modelo que aquí se presenta. Queda claro que la intención, el medio de intercambio, el público y la cantidad y densidad de los contenidos diferirán en cada caso.

profesionalización académica de la comunicación de la ciencia:

- Indicar los riesgos asociados a la ciencia (de la investigación y de la tecnología).
- No separar a la comunicación científica interna (la que ocurre en la investigación) de la externa (para otros públicos).
- Mostrar la normatividad, burocracia, innovación y producción del conocimiento.
- Usar datos cuantitativos en la comunicación. Conocer a los públicos. Innovar en la comunicación.
- Visualizar el efecto de la CC en la dinámica del mercado.
- Poner de manifiesto el papel de la CC en la política y el papel de las ciencias sociales en la CC.
- Referirse a los ámbitos locales.

Integrar las ciencias naturales y las sociales en los programas de investigación.

En el coloquio “La ciencia de la comunicación de la ciencia” (*National Academy of Sciences*, 2012), que versó sobre el estatus de la ICC (especialmente en psicología, decisiones, comunicación masiva, comunicación del riesgo, comunicación de la salud, ciencia política, sociología y comunicación de ingeniería, tecnología y medicina), se plantearon las siguientes aspiraciones explícitas generales a futuro para el desarrollo de la investigación en comunicación de la ciencia:

- 1.- Estrechar los lazos entre investigadores de ICC.
- 2.- Mejorar la comprensión de las relaciones entre la comunidad científica y el público.
- 3.- Integrar los distintos tipos de conocimientos disciplinares que confluyen en la

CC y establecer las bases científicas para lograr una CC efectiva.

4.- Desarrollar institucionalmente una ciencia de la comunicación de la ciencia basada en evidencias.

Como en muchas de las visiones teóricas amplias sobre la CC, el encuentro también hizo especial énfasis en que hay que conocer íntimamente a las audiencias (públicos) y tener siempre presente el carácter mediático del fenómeno. Diría Moirand (2006, p. 242), “Se trata de una mediatización de los hechos científicos y técnicos”.

Debido más a la transformación estructural de los sistemas de comunicación que a una modificación sustancial de la orientación dominante, desde hace más de tres décadas la tendencia es que la mayoría de los científicos consideren relevante su presencia en los medios y su deber profesional responder a los periodistas, pero también consideran que deben comunicarse con el público sólo en el espacio de lo público y no en la arena de la comunicación científica interna (Peters, 2013). En lo tocante, pues, al periodismo científico, nada asegura que, gracias al desarrollo de las redes sociales, de las comunidades de saberes o de intereses, etc., se cierre la brecha entre la comunicación científica interna y el público.

En el contexto francés, aunque ha habido una reconfiguración permanente de las relaciones ciencia-sociedad (es decir las categorías usadas para describir las comunicaciones entre los productores de conocimiento y la sociedad) y de hecho existe una re-caracterización constante del público (Moirand, 2006), y a pesar de los esfuerzos por desarrollar una ciencia ciudadana o participativa a través de una comunicación bidireccional (que usa diversas herramientas de

interlocución como cafés científicos, debates públicos, conferencias de consenso, jurados ciudadanos, talleres y foros híbridos), la idea de que exista un cambio radical o giro paradigmático hacia lo participativo es muy cuestionable (Bensaude-Vincent, 2013).

Una evidencia ilustradora de esto último es la presencia e importancia como objeto de estudio que la ICC le ha dado al concepto de modelo de déficit de manera constante durante al menos las últimas tres o cuatro décadas. Ya en 2006 Bauer *et al.* decían que a 25 años de investigación en Public Understanding of Science el intercambio de ideas seguía empantanándose alrededor del concepto de déficit; y cinco años después Cortassa (2011) se refería incluso al tedio que ocasionaban las discusiones en torno al tema. El ir y venir de la idea de déficit, su abolición y resurgimiento, parecen ser motivo más de la ICC que de la CC. El punto resulta ser más ideológico que teórico (Schiele, 2008).

Puede considerarse a C. P. Snow —autor del libro *Las dos culturas* (1959)— como introductor de la idea de déficit al referirse al preocupante distanciamiento entre científicos y humanistas debido a la insuficiencia de conocimiento científico de los humanistas (Schiele 2008 y Jurdant 1996). Pero una cosa es el indefinido modelo de déficit,³⁴ cargado de innumerables atributos (que termina casi siendo

³⁴ Los investigadores en CC (confróntese por ejemplo Greco, 2004, o Leach *et al.*, 2009) definen al modelo de déficit, no a la idea, con laxitud y en general, como conjunto de motivos, perspectivas, objetivos, estrategias, agendas políticas, actores, recursos, repertorio de actividades, así como argumentos justificadores, que conlleva cada acción de CC.

En la literatura de ICC no se encuentra una definición útil del modelo. Las de Pitrelli (2003) y Bucchi (2008) señalan incluso (entre características evidentes como que todo mundo necesita saber ciencia, que el público carece de suficiente conocimiento científico, y que todos resultarían beneficiados si se zanjara tal brecha) elementos denigratorios: que la ciencia es para inteligencias superdotadas, que al público ignorante y pasivo puede dársele una versión de los hechos científicos mediante una operación vertical, unidireccional, pedagógica y paternalista. O la visión de Trench (2008) de que el modelo de déficit es preponderante y se encuadra, ideológica y

equivalente al modo particular de proceder de cada entidad comunicante), y otra el déficit mismo, es decir, la asimetría o “desigualdad objetiva en el tipo de conocimientos” entre los interlocutores (Cortassa, 2010), misma a la que se refiere Jurdant (1973) como relación complementaria entre interlocutores, condición inherente a la comunicación.

Los déficits o carencias de conocimiento estarán siempre presentes (Irwin, 2006) y toda comunicación busca abatirlos. El comunicador de ciencia en general debe precisamente aliviar en alguna medida el déficit de conocimientos científicos. La CC tiene entre sus fines comunicar información sobre su objeto fuente, a todas luces un fin constitutivo (Marcos y Calderón, 2002). No es que la idea de déficit siempre regrese, sino que nunca se va, porque el déficit no puede irse y es la razón de ser de la CC.

Y esto destaca una reflexión importante acerca de la falta de comunicación entre la ICC y la CC. ¿Qué tanto, se pregunta Miller (2008), los practicantes de CC están conectados con la literatura relevante de ICC? Y tras efectuar una encuesta informal encuentra que más de la mitad de los comunicadores, de su pequeña muestra inglesa razonablemente extrapolable, nunca lee, por ejemplo, *Public Understanding of Science* o *Science Communication*, las publicaciones más prestigiosas y de mayor cobertura en ICC. Los comunicadores no consumen la literatura que da cuenta de los diversos estudios sobre su práctica pues no les es utilidad para esta misma.

¿Se debe esto a que los parámetros o entidades teóricas utilizados para

filosóficamente, en una tecnocracia científicista. No hay un modelo de déficit que sirva de referencia precisa para algo.

estudiar la CC no corresponden a sus prácticas? ¿Qué necesitarían los comunicadores de ciencia que les dijeran las investigaciones? Que ofrecieran análisis de prácticas reales dentro de la diversidad/complejidad de la CC (un continuo de visiones y actividades que no se contraponen). Que los investigadores en CC hicieran divulgación de su saber y sus hallazgos a los comunicadores de ciencia.

La ciencia se aleja del público por la carencia de un fondo sobre el cual instalarse, por la falta de manejo adecuado de las nuevas tecnologías y la llana falta de interés del público. La rápida evolución de los medios ha propiciado la pérdida tanto de recursos humanos como de infraestructura. Por tanto el debate público en ciencia se ha ceñido más a la lógica de los medios que al valor y contenido de la información (Peters, 2012; Schwartz y Woloshin, 2012).

La ciencia social empírica no ha logrado establecer la base para cerrar la distancia entre la ciencia y el público (Scheufele, 2014). La ICC es un esfuerzo de construcción teórica sobre la CC, no está claro que la CC se beneficie de las miradas analíticas que la estudian. La teoría que dé mejor cuenta de y a la práctica de la CC será aquella que potencie las formas en que se organiza y se vehicula la información, ello implica investigación en las áreas relacionadas con las narrativas creativas en los diferentes lenguajes, a mayor potencia mayor arte. Es necesario que la *práctica de la CC* sea tratada como una entidad académica integrada autónoma, con líneas de investigación propias, distintas de aquéllas (sin sustituirlas sino complementándolas) que estudian *aspectos de la práctica de la CC*: la escritura, el cine, el diseño, la comunicación, la filosofía, la sociología, la educación, etcétera. La teoría y la práctica de la CC deben enseñarse juntas,

conociendo, compartiendo e integrando sus lenguajes. Todo programa de formación en CC debe poder enseñar a contar historias atractivas y creativas (Davies, 2010).

Como señalan Bucchi y Trench (2014), la ICC tiene innumerables líneas de desarrollo actuales y potenciales, pero es fundamental agruparlas en torno a un profundo cambio de perspectiva: pasar de pensar que la ciencia y la sociedad son cosas separadas y diferentes, a entenderlas indisolublemente unidas. Esas líneas abarcan audiencias, medios, calidad y evaluación, apertura de espacios y contextos de comunicación, relaciones y afinidades con las artes, con las humanidades y la cultura en general. El enfoque cultural integral puede ayudar a la ICC a entender la naturaleza y la convivencia permanente entre las distintas formas de CC.

Una intención oculta de esta tesis va en el sentido de fomentar una práctica de CC de mayor y creciente calidad (en los contenidos, los lenguajes y las artes implicadas). Para ello se requiere que la ICC participe abasteciendo los conocimientos especializados que pueda aportar a tal propósito. Cada enfoque de la ICC ofrece ya algunos pocos resultados, pero es necesario que se establezca una cercanía más íntima en todos los aspectos.

Así como el comunicador debe aspirar a manejar la más vasta riqueza de información, debe también aspirar a conocer todo lo que de ICC le sea posible y contribuir asimismo a nutrir tal conocimiento, debe ser investigador y productor de conocimiento además de agente de construcción de mensajes. Las tendencias de formación de los comunicadores de la ciencia deben encaminarse a una trayectoria unísona teórico-práctica desde las primeras fases de la formación

universitaria (el enfoque cultural integral mencionado líneas arriba). Si el comunicador de ciencia ha de meterse en las entrañas de la ciencia para hacer su trabajo, el investigador en comunicación de la ciencia debe meterse en la entrañas de la comunicación de la ciencia. Con el tiempo podrían ser el mismo.

CAPÍTULO III

UN MARCO ESTRUCTURALISTA

En la búsqueda de herramientas de apoyo para proponer un modelo sobre cómo funciona la elaboración de una acción o producto comunicativo, creemos pertinente conocer en forma general el tipo de entidades y las relaciones que las concepciones semanticistas y en especial la escuela estructuralista toman en cuenta para acercarse a la visión integral de una teoría. Esto por la pertinencia del enfoque modelo-teórico y la utilidad que ha mostrado para la filosofía de la ciencia.

Quede claro que mientras el estructuralismo se refiere a la búsqueda de la naturaleza de las teorías empíricas, aquí esperamos que pueda ofrecernos una guía para la búsqueda de un modelo que explique cómo ocurre la realización de un acto de comunicación de contenidos científicos.

En este sentido nuestra aproximación constituye un nuevo tipo de extensión de las herramientas e intuiciones básicas que para el *análisis* de las teorías empíricas plantea la concepción estructuralista. Más que un *análisis* estructural de un modelo, aquí se propone la construcción estructural de un modelo. No se trata tanto de un ejercicio filosófico o científico, sino más bien de uno técnico, sin exclusión de aspectos de los otros dos. Considero que revisar y entender las notas fundamentales de este desarrollo filosófico, construido con base en modelos y encaminado a clarificar su estructura al análisis de modelos teóricos, resulta más que pertinente al propósito de esbozar la construcción un modelo de comunicación de la ciencia.

La concepción estructuralista en filosofía de la ciencia: una concepción semanticista

La familia de concepciones semanticistas o modelo-teóricas en filosofía de la ciencia tiene como tesis fundamental que es más adecuado identificar a las teorías mediante sus modelos (Giere, 1992; Grandy, 2003; Morrison y Morgan, 1999). En términos generales, la manera en que se presenten los modelos carece de importancia particular y sus diversas postulaciones no excluyen los aspectos que se resisten o escapan a una formalización detallada y completa. En palabras de dos destacados miembros de las concepciones semanticistas:

“Las teorías son entidades extralingüísticas que pueden describirse o caracterizarse por cierto número de formulaciones lingüísticas diferentes” (Suppe, 1977, p. 221).

“De acuerdo con la concepción semántica, presentar una teoría es presentar una familia de modelos. Esta familia puede ser descrita de varios modos, mediante enunciados diferentes, en diferentes lenguajes, y ninguna formulación lingüística tiene ningún estatuto privilegiado. Específicamente no se atribuye ninguna importancia hacia la axiomatización como tal, e incluso la teoría puede no ser axiomatizable en ningún sentido no trivial” (van Fraassen, 1989, p.188).

“Mientras que una teoría puede tener muchas formulaciones diferentes, su conjunto de modelos es lo importante” (van Fraassen, 2008, p. 309).

La concepción estructuralista de las teorías empíricas (o estructuralismo), a diferencia de otras escuelas semanticistas, añade que los modelos³⁵ deben ser considerados en el sentido lógico (Tarski, 1951), es decir como estructuras

³⁵ Una revisión detenida y aclaradora de las reflexiones y usos en torno al concepto de modelos ocurridas en el campo de la filosofía de la ciencia a lo largo del siglo veinte puede consultarse en Casanueva, 2005.

semánticamente interpretadas, y no como anteriormente (dentro de las tradiciones positivista y popperiana), a semejanza de las matemáticas, mediante sus axiomas (enunciados sintácticos sin interpretar) (Balzer, Moulines y Sneed, 1987; Díez y Moulines, 1999; Lorenzano, 2013; Glymour, 2013). Aquí, el énfasis puesto en los modelos descansa en la convicción de que no es conveniente que las teorías se identifiquen con el conjunto de las oraciones que las describen en algún lenguaje, e.e., sus formulaciones lingüísticas, pues las teorías se refieren a lo que dicen acerca del mundo, no a cómo lo dicen.

A diferencia de otros semanticistas, los estructuralistas usan recursos y herramientas lógico-matemáticas para acercarse al ideal de la claridad y la precisión conceptuales. En especial usan la teoría informal de conjuntos, la teoría de categorías y la topología. No obstante, si bien las propuestas estructuralistas se amparan en herramientas matemáticas y prefieren usarlas, no las consideran un elemento indispensable.

Vayamos un poco más lento, el estructuralismo³⁶ ocupa una posición destacada pues ha aportado un útil instrumento para identificar, estudiar y reconstruir conceptualmente las teorías, y ofrece la posibilidad de un análisis más detallado y fino de sus aspectos conceptuales (Cartwright, 2008).

“El programa busca proveer de las representaciones exactas de la estructura lógica de una teoría empírica, y lograr las reconstrucciones rigurosas de sus cambios y de sus condiciones de aplicación a fenómenos empíricos” (Gärdenfors y Zenker, 2013, p. 1040).

³⁶ El tratamiento detallado puede revisarse en Sneed, 1971; Stegmüller, 1976; Balzer *et al.*, 1984, 1987, 2000; Moulines, 2002.

La concepción estructuralista considera a las teorías como familias de modelos, a los que presenta de manera semi-formal usando ideas y métodos de la teoría matemática de modelos expresados en el lenguaje de la teoría de conjuntos. Lo que sigue es una presentación informal y necesariamente incompleta de las tesis de la concepción estructuralista de las teorías científicas.

Esencialmente considera que las teorías son conjuntos de modelos, y que los modelos son estructuras (matemáticas) que intentan representar pedazos acotados de la realidad y pueden visualizarse como series de conjuntos (abiertos y entrelazados con otros) de entidades y de relaciones de varios tipos entre tales entidades (Díez y Lorenzano, 2002). De esta manera los modelos teóricos son vistos como tuplas ordenadas que incluyen dominios y relaciones entre ellos ($m = \langle D_1, D_2, \dots, D_k, R_1, R_2, \dots, R_n \rangle$). Tales dominios y relaciones deben acatar las restricciones estructurales y funcionales que exija cada teoría, pues la estructura que subyace a cada teoría científica ha de hacerse explícita mediante el análisis. Las restricciones son incluidas como postulados expresados mediante el lenguaje de la teoría informal de conjuntos, herramienta metodológica muy apropiada para el caso pues sus predicados hacen referencia a elementos, propiedades y relaciones, términos suficientes y convincentes en los que la ciencia puede ser dicha (Sneed, 1971; Díez y Moulines, 1999).

A fin de dar cuenta de la estructura y dinámica de las teorías empíricas, la concepción estructuralista establece una serie de agrupamientos y distinciones tanto en el interior de los modelos que conforman una teoría, como entre ellos. En algunas ocasiones las distinciones se aplican a términos individuales, en otras

a estructuras más complejas que incluyen determinados dominios y relaciones, articulados entre sí, de acuerdo a la teoría en cuestión.

Una aportación fundamental de la concepción estructuralista es la distinción entre términos T teóricos y términos T no-teóricos, la cual como el nombre lo indica es una distinción entre términos relativa a cada teoría (Balzer y Moulines 1980; Balzer, 1985; Schurz, 2014). Al interior de los modelos de cada teoría (T), se puede diferenciar entre los *términos T no-teóricos*, aquéllos que existen de manera previa a la teoría y con los cuales se describen los sistemas del mundo a los que la teoría quiere aplicarse, y los términos propios de la teoría o *términos T teóricos*, aquéllos que no tienen sentido fuera de ella, que se postulan para explicar los datos o fenómenos a los que se refiere la teoría. Aunque relacionada con la vieja distinción entre términos observacionales y términos teóricos, la distinción estructuralista no es asimilable a ella, una clara diferencia entre ambas es que la antigua distinción es semántica, se refiere al significado de los términos en tanto que la distinción estructuralista es funcional, se refiere a cómo se comportan los términos dentro de una teoría; un término que sea T teórico en T puede no ser T' teórico en T' (Balzer y Moulines, 1980).

Esta distinción entre términos encuentra su reflejo en una distinción entre modelos. Una estrategia de la concepción estructuralista es desmenuzar los modelos efectivos de las teorías en varias subestructuras o subregiones que, por así decirlo, forman modelos más pequeños. El primer tipo de modelos lo constituyen las estructuras que describen los sistemas empíricos a los que pretendemos aplicar la teoría T y que conforman, por así decirlo, su base de contrastación. En otros términos, son las descripciones de aquellas porciones de

la realidad que, *prima facie*, se suponen regidas por las leyes y constricciones de la teoría T (Gähde, 2002; Lorenzano, 2012).

Las teorías empíricas versan sobre el mundo, pero no sobre todo el mundo. Lo primero que debe hacerse para comprender una teoría T es determinar de qué aspectos de la realidad pretende hablar (Stegmüller, 1976; Balzer *et al.*, 1987; Moulines, 2002). Aceptando la tesis de la carga teórica de las observaciones, diremos que tales sistemas se caracterizan con un determinado vocabulario que se encuentra cargado de teoría, pero de *otra* teoría distinta a T. Así, la identificación de estas estructuras se realiza en términos T no-teóricos, pues la aplicación de los términos T no-teóricos no presupone la validez de las leyes o restricciones de una teoría (condición exigida para evitar que la teoría se autojustifique y entonces deje de ser empírica). En la jerga teórica del estructuralismo este tipo de modelos se denominan Modelos Potenciales Parciales o Mpp (Balzer *et al.*, 1987; Moulines, 2002).

Para ilustrar el caso, consideremos el ejemplo paradigmático de los estructuralistas: la Mecánica Clásica de Partículas (MCP). Los modelos de tal teoría se construyen empleando los siguientes conceptos primitivos: partículas, tiempo, espacio, posición, masa y fuerza. Sólo los dos últimos son MCP teóricos. Los sistemas a los que pretende aplicarse la MCP deben poder describirse en términos de partículas, posiciones, velocidades y aceleraciones, siendo los dos últimos conceptos definibles en términos de la 1ª y 2ª derivadas de la posición (Gärdenfors y Zenker, 2013). Si un sistema no cumple estas características carece de sentido tratar de aplicar ahí la MCP. Dicho en otros términos, los conceptos: “partícula”, “tiempo”, “espacio” y “posición” bastan para construir el marco

conceptual de la cinemática galileana, que es el marco sobre el que se monta la mecánica newtoniana.

Bajo esta línea de argumentación, el siguiente tipo de modelos son aquellos que se obtienen al “adicionar” los términos T teóricos a las estructuras determinadas por los modelos potenciales parciales (Mpp). En nuestro ejemplo, estarían constituidos por aquellos sistemas en los que, junto a la descripción en términos de la cinemática galileana, tiene sentido utilizar los conceptos fuerza y masa (que son MCP teóricos) para caracterizarlos (McKinsey *et al.* 1953; Balzer *et al.*, 1987, 2000). En términos estructuralistas estos modelos se denominan Modelos Potenciales o Mp.

Finalmente una última adición sobre los Mp, la ley fundamental de la teoría, nos permitirá construir los M, es decir los modelos “efectivos”, “factuales”, o simplemente modelos, de T (Balzer *et al.*, 1987; Díez y Lorenzano, 2002). En nuestro ejemplo, la restricción en cuestión es el segundo principio de la MCP (para cada partícula y en cada instante de tiempo, la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre dicha partícula es igual al producto de su masa por su aceleración). Así, los modelos de la MCP son aquellos que: (i) pueden ser descritos en términos de la cinemática galileana, (ii) admiten ser caracterizados en términos de masas y fuerzas actuando sobre tales masas y (iii) satisfacen la segunda ley de Newton.

Cabe añadir que la *ley fundamental* representa un esquema general de funcionamiento (causal) del mecanismo propuesto por la teoría. Dicha ley integra y relaciona todos los conceptos postulados por la teoría, y es de naturaleza tan general que, en términos clásicos, no corresponde a una ley propiamente dicha, sino más bien a un *esquema de ley*, dado que no plantea restricciones empíricas

(Sneed, 1971; Gärdenfors y Zenker, 2010). Ejemplificando, el segundo principio, tomado por sí solo, no plantea restricciones al movimiento pues, mientras no se restrinja el número y naturaleza de las fuerzas, cualquier movimiento de los cuerpos puede ser “explicado” por la ley “ $F = ma$ ” si se postulan las fuerzas adecuadas. Para que el esquema de la ley fundamental quede instanciado y cargado de contenido empírico la teoría plantea constricciones adicionales conocidas como *leyes especiales o propias* que, en conjunto con la ley fundamental, sí se obligan con determinados estados de cosas (Stegmüller, 1979; Moulines, 1982).

Siguiendo nuestro ejemplo, la segunda ley junto con la ley de gravitación universal, no es compatible con cualquier órbita planetaria. Si, por ejemplo, la gravedad fuese inversamente proporcional al cubo (y no al cuadrado) de las distancias, las órbitas serían espirales y no elipses. De esta manera, la conjunción de ambos tipos de leyes sí presenta restricciones empíricas, pues no es compatible en todas las instancias.

Además de nuestras distinciones entre tipos de términos y tipos de modelos, se debe considerar una distinción adicional entre el tipo de vínculos que se establecen entre los modelos. Básicamente consideramos dos tipos de vínculos, los internos a las teorías y aquellos que establecen puentes entre las teorías. (Balzer *et al.*, 1987; Gähde, 2002; Glymour, 2013).

Siguiendo el ejemplo, la masa asignada a un determinado objeto es algo que se mantiene constante a lo largo de los diferentes modelos de la teoría. Por ejemplo, la masa asignada a la Tierra en el caso del sistema Tierra-Luna debe ser la misma que la que se asigna en el caso de otro sistema donde también aparezca

la Tierra, por ejemplo el sistema Tierra-Sol o el sistema Tierra-satélite, o el sistema de lanzamiento de un misil dentro de la Tierra. Todos ellos son modelos de la MCP pero no en todos ellos aparecen las mismas entidades, la ligadura de la masa me dice que la masa de un objeto permanece constante con independencia del modelo de MCP (Moulines, 1982; Casanueva, 2005).

Los vínculos o puentes interteóricos conectan modelos de diferentes teorías. Por ejemplo, los modelos de la genética clásica pueden entrar en contacto con modelos de la citología considerando que durante la división celular los genes son portados por los cromosomas. Este postulado constituye un principio puente entre genética y citología, y sobre la red que ese entramado teje se monta la teoría cromosómica de la herencia (Casanueva, 2003).

Desde un punto de vista diacrónico, las teorías (redes de elementos teóricos organizados por relación de especialización) son estructuras (imágenes en movimiento) que se extienden y transforman en el tiempo como sucesiones de redes teóricas (imágenes fijas). A medida que evolucionan, las teorías conservan determinados elementos constantes; en particular el núcleo de tales redes permanece sin cambios a lo largo de la evolución (Sneed, 1971; Balzer *et al.* 1987; Moulines, 2002, 2011; Zenker y Gärdenfors, 2014).

Uso del estructuralismo para construir un modelo de CC

La visión estructuralista nos alerta sobre la minuciosidad y cuidado necesarios para identificar y caracterizar las entidades y relaciones que pueden participar en el modelo y nos encara a la necesidad de utilizar instrumentos adicionales para

ahondar en las características de los componentes, las relaciones y el tipo de concierto que debe lograrse entre ellos cuando se despliega una acción de comunicación de ciencia.

No es la intención aquí presentar el modelo en el lenguaje de la teoría informal de conjuntos (como habitualmente ocurre, aunque no siempre, en el estructuralismo), sino en un lenguaje natural haciendo analogía de las distinciones entre los términos y tipos de modelos que reconoce el estructuralismo. Tomar como parangón esta visión nos obliga al menos a la tarea de encontrar análogos a los términos T teóricos, aquellos propios del modelo, lo privativo o esencial a la comunicación de la ciencia.

El interés de esta tesis es la aportación de elementos para plantear un modelo de funcionamiento de la construcción de acciones o productos de comunicación científica. Conocer en forma general la refinada visión estructuralista (las entidades y relaciones a tomarse en consideración para poder acercarse a una visión integral de una teoría) nos inspira y sugiere un camino, no para el análisis de una teoría, sino para el planteamiento de tal modelo (uso poco común, aunque no ajeno, de un instrumento filosófico).

Una teoría se enfoca en ciertos sistemas discretos del mundo los cuales le interesa explicar (los segmentos de realidad que le incumben). Nuestro modelo se enfoca en el cómo han de construirse acciones de comunicación, esa es su parcela; quiere dar cuenta de las acciones y productos con contenido científico en el sentido de cómo debe procederse para que sean realizados. Análogamente esto correspondería a sus modelos potenciales parciales (Mpp), es decir, una amplia variedad de acciones de comunicación a realizar (mensajes posibles),

descritos en términos (T no-teóricos) de estar constituidos de componentes que han de tomarse necesariamente en cuenta para su elaboración.

Esas acciones-productos-mensajes (complejos y variados) pueden llegar a ser si existe un agente que gestione el concierto o armonización entre los componentes. Este agente puede ser individual o colectivo y debe atender y seguir los procesos asociados con la elaboración del mensaje y las relaciones y flujos de información entre los componentes. El agente es real, existe. No es un agente trascendental dialogante. Tiene propiedades definidas en lo que respecta a formación, intereses, contextos, restricciones e historia. Reconocer que posee tales propiedades es lo que da pauta a cargar de teoriedad al agente, y entonces hacerlo equivalente al término que permite la postulación de un mecanismo causal explicativo (agente causal constructivo).

Después de recorrer varios caminos, encontramos que, aunque ya en uso previo al modelo, el término agente equivale en este caso al término T teórico en virtud de las propiedades que se le asignan en el modelo: modular la manifestación o expresión de los distintos componentes que constituyen los mensajes. La introducción del término agente con este uso (que no es previo al modelo) representa una restricción, pues acota la posibilidad de existencia de las acciones de comunicación a aquellas en las que precisamente el agente interviene para concertar los componentes de los mensajes. Estas constituyen el equivalente a los modelos potenciales (M_p) que resultan de la restricción incorporada por el agente como término T teórico.

La forma específica de comportamiento de cada agente, es decir, su forma específica de modulación de los componentes, introduce la correspondiente ley

fundamental, lo que representa un esquema general de funcionamiento (causal) del mecanismo propuesto por el modelo, un mecanismo no explicativo sino constructivo (para realizar). Esta última adición de la ley fundamental sobre los Mp es lo que permite construir los modelos “efectivos”, “factuales”, o simplemente los M. (Todo producto de CC para realizarse debe reunir ciertos componentes cuya armonía es gestionada por un agente real).

Para acercarse a la visión integral de una teoría, las concepciones semanticistas, y en especial la escuela estructuralista, despliega un enfoque modelo-teórico que ha resultado de pertinencia y gran utilidad para la filosofía de la ciencia. Como mencionamos al principio del capítulo, entender los aspectos fundamentales del estructuralismo, construido con base en modelos y encaminado al análisis de modelos teóricos, resulta más que pertinente al propósito de esbozar la construcción un modelo de comunicación de la ciencia, pues si bien el estructuralismo se refiere a la naturaleza de las teorías empíricas, aquí nos ofrece una guía para la búsqueda de un modelo de realización de acciones de comunicación con contenidos científicos.

CAPÍTULO IV

EL MODELO Y SUS ELEMENTOS

Introducción

Conviene comenzar recalcando que el modelo de CC que se presenta está constituido por diversos elementos. Uno de tales elementos es lo que hemos llamado la acción comunicativa en sí misma (producto o mensaje), la cual se constituye a su vez de la reunión de componentes gestionada por un agente.

Los componentes de las acciones comunicativas

En general las acciones de CC se manifiestan como un producto, que a su vez implica un mensaje. Una acción comunicativa en el ámbito especializado de la CC puede entenderse también como un conjunto de componentes (o una composición de partes) que responden en principio cada uno a sus reglas propias, pero cuyo comportamiento se ve determinado por los demás componentes.

¿De qué partes están constituidas las acciones comunicativas, qué requiere un mensaje para ser? ¿Cuáles son los componentes que el agente comunicador debe hacer concurrir, poner en diálogo y modular en la hechura del mensaje?

Desde el punto de vista de la producción, el comunicador al abordar su labor creativa debe tener resuelto (y entonces haberse preguntado sobre) ciertos factores del mensaje: De qué se va a tratar (conocer el tema), con qué propósito se hace (tener un objetivo), cómo se hará llegar (manejar el medio) y para quién es (entender al público). Esta serie de preguntas sobre el objeto a producir se las

plantea el comunicador de manera natural y sirven para definir las condiciones de realización de su producto.

Este grupo de preguntas pertenecen a una larga tradición de herramientas para conocer sistemáticamente todas las circunstancias (obtener la información más completa) de un objeto o una situación a fin de describirlo plenamente con veracidad. La referencia más próxima es la del periodismo que recurre a la fórmula qué, quién, cuándo, dónde, porqué y cómo para describir y reportar un hecho noticioso. Pero conjuntos de preguntas semejantes con distintos fines se han planteado en muchas circunstancias históricas (Robertson, 1946). La investigación científica en su sentido más amplio recurre a versiones ligeramente distintas de las mismas. En lo que procede nos referimos a dos autores (Laswell, 1948, y Wolton, 2007)³⁷ que se acercan al campo específico de la comunicación y que resultan claros para introducir los componentes que sirven, y la forma en que sirven, a nuestra propuesta.

Desde un enfoque preponderantemente sociológico, Wolton (2007), por ejemplo, se refiere a estos componentes como los actores o grupos que participan, es decir las comunidades implicadas en las acciones de CC (los distintos segmentos de población que intervienen en el fenómeno), y cuenta al menos cuatro: la ciencia (los investigadores, las instituciones, el conocimiento), la política (todo lo relativo principalmente a la toma de decisiones sobre la utilización de recursos públicos para la materia), la comunicación (producción de mensajes,

³⁷ Nos basamos en sólo dos autores para la definición de los componentes de construcción de los mensajes en el modelo dado que (i) no es nuestra intención confrontar las muchas tesis que puedan encontrarse al respecto en el campo de la comunicación y (ii) en virtud de que los conceptos que proponen coinciden notoria y puntualmente con los surgidos intuitivamente de nuestra práctica.

comunicadores profesionales, medios y tenedores de ellos) y los públicos (la vasta diversidad de audiencias).

Laswell (1948) presentó hace cerca de siete décadas lo que hoy se conoce precisamente como fórmula o paradigma de Laswell, que consiste en un método para elaborar una descripción de un acto de comunicación, cualquiera que este sea. Es un instrumento que separa un producto de comunicación ya realizado en sus componentes, y lo revela desagregando sus partes.

El procedimiento consiste en aplicar al objeto de estudio, denominado acción comunicativa, las siguientes cinco preguntas: “¿Quién dice, qué, en qué canal, a quién, con qué efecto?” Esto establece al menos cinco posibles abordajes de análisis y descripción.

Quién dice. Se refiere a los factores humanos particulares o institucionales relacionados con la decisión y la elaboración del mensaje. Responde a la pregunta sobre la naturaleza del emisor de la comunicación, que puede ser desde un individuo o un grupo de trabajo hasta una institución. En cualquier caso, quien decide el acto de comunicación introduce en él ingredientes de su propia dimensión ideológica y sociológica, agrega especialmente una intención, un **para qué** al ejecutar la acción.

Qué. Da cuenta del contenido informativo que porta el mensaje, la forma y dimensión específicas en que se encuentra arreglada la información temática en el producto.

Qué canal. Tiene que ver con todo lo relativo a medios. Los “canales” a que se refiere Laswell eran ya muchos en la época en que presentó la fórmula, pero muchos menos comparados con los que ahora resultan de la multiplicación y

diversificación explosiva de los medios en décadas recientes debido sobretodo a la digitalización de voz, datos e imágenes. Los medios han cambiado profundamente en cuanto a cantidad, formatos, lenguajes, estilos, inmediatez, accesibilidad, interlocución, personalización. Aunque subdividiéndose más menudamente en esta época, todos pueden seguir considerándose vías de flujo, medios concretos a través de los cuáles toma forma la comunicación del mensaje; desempeñan la misma función pero cada cual con sus particularidades técnicas y tecnológicas, con sus saberes propios.

A quién. Íntimamente relacionada con la evolución de los medios está la diversificación y especialización de los públicos, debida a una penetración más afinada y precisa de las audiencias.

Qué efecto. Esta cuestión plantea la medida del impacto de la acción comunicativa, el análisis de la respuesta que se logra.³⁸

Para Laswell (1948) las acciones comunicativas están constituidas entonces por: alguien que las efectúa, un contenido, un medio, un público y un efecto. Su enfoque analiza un producto ya realizado, describe en sus componentes un mensaje o un acto ya consumado valiéndose de estas cinco preguntas que se le plantean al producto. El crítico o investigador en comunicación hace uso de ellas para detectar, identificar y describir los componentes de un mensaje. A diferencia, Wolton (2007) identifica los componentes de la acción comunicativa como las

³⁸ En la propuesta que presentamos, más que al análisis del efecto conseguido, nos referimos al efecto que quiere conseguirse, es decir, en esta parte del proceso se plantea la reflexión sobre los objetivos que desean alcanzarse, sobre las intenciones de poner en movimiento la acción comunicativa. Mientras que el análisis de los efectos se relaciona más con la evaluación, la definición de los objetivos hace lo propio con la planeación. Propósitos buscados y efectos producidos son componentes de la acción comunicativa que se corresponden, pero que se observan en distintos momentos de la misma.

distintas comunidades de personas que actúan en el fenómeno completo. No obstante, sus ámbitos presentan una clara simetría:

Wolton	Laswell
la ciencia	quién dice y qué dice
la política	quién dice y qué efecto
la comunicación	el canal
los públicos	para quién

Pero el fenómeno comunicativo también puede observarse desde dentro, es decir, desde los componentes como entidades necesarias para la elaboración del mensaje, no como características detectables en el mensaje ya elaborado.

Desde el punto de vista de la práctica del comunicador (es decir la vertiente que concierne al modelo de esta propuesta), el trabajo concreto de la comunicación de la ciencia (la acción del ejecutante encaminada a producir un mensaje) requiere contar por supuesto con la presencia del agente, más o menos complejo, que pone los componentes en juego, pero requiere además tener claramente resueltos en su diseño y definidos puntualmente en su realización los cuatro componentes indispensables en cada caso. Cada componente representa a su vez un conjunto de opciones, cuyas combinaciones llevan a una gama de resultados diferentes. A continuación se presenta cada componente y la simetría que guarda con los conceptos correspondientes de los dos autores que venimos citando.

Wolton	Laswell	Componente
la ciencia	quién dice y qué dice	el tema
la política	quién dice y qué efecto	el objetivo
la comunicación	el canal	el medio
los públicos	para quién	el público

Mientras que los mensajes ya realizados se estudian para ver cómo están integrados en sus componentes, el comunicador piensa los componentes en términos de tener que ser diseñados, y entonces estudia a profundidad (o al menos así debe hacerlo) los rasgos precisos de estos cuatro componentes (tema, objetivo, medio, público) para propiciar una comunicación eficaz.

En nuestro modelo, el quinto ingrediente de la fórmula de Laswell (el **quién** dice), no aparece como componente de la acción comunicativa, sino precisamente como el “agente término teórico del modelo” (individual o colectivo) que propicia la interlocución entre los componentes, que da carácter y dimensión a cada uno y establece el concierto que debe existir entre ellos.

El agente comunicador se pregunta cómo han de llevarse a efecto las cosas, decide sobre la naturaleza precisa de los componentes, los pone en contacto unos con otros para que establezcan un acomodo y una adecuada convivencia de lenguajes, una expresión modulada con respecto a los demás.

Puesto que los contenidos, los medios y los públicos pertenecen en principio al *exterior* del agente, donde más plenamente puede quedar plasmada su influencia es en el objetivo del mensaje, en la intención específica de llegar a una audiencia.

El término teórico del modelo presupone un comunicador ideal u omnímodo

(una sumatoria de comunicadores reales) capaz de ejecutar cualquier tipo de acto comunicativo, habilitado para operar cualquier tipo de modulación (sabedor de todo tema, manejador de todo medio, conocedor de todo público y perseguidor de cualquier objetivo). En el comunicador ideal se sumarían todas las capacidades especializadas que le permitieran abordar cualquier necesidad de comunicación.

En la práctica existen especialidades y circunstancias de comunicación diversas y por lo mismo distintos comunicadores de ciencia, especialistas en cada ramo, que desarrollan un estilo particular de modulación, algún rasgo distintivo. Más aún, cada uno el resultado de intereses particulares, de una trayectoria de formación y especialización singular en virtud de las razones que los mueven y las herramientas de las cuales se hacen.

El tema

Es necesario comenzar por decir que la CC comparte con comunicaciones de otras temáticas componentes constructores de los mensajes. En principio cualquier mensaje deberá contar con objetivos, medios y públicos. El tipo de información, la naturaleza del conocimiento que conlleva, en este caso conocimiento científico, es lo que en definitiva determina que las acciones emprendidas o los objetos producidos sean considerados como CC, independientemente de que en su construcción participen también otros tipos de conocimiento.

El conocimiento científico es producto de la actividad de investigación científica profesional y sistemática que ocurre en instancias académicas tales como las universidades y los institutos de investigación a lo largo y ancho de todo

el mundo. Tal conocimiento se produce siguiendo ciertas normas y directrices que permiten a los profesionales dedicados a ello ofrecer un determinado grado de solidez y certidumbre relativa a sus producciones.

Dentro de los campos de la investigación científica profesional que cumplen con estas exigencias hay una infinidad de líneas de trabajo en un no menor número de áreas y disciplinas de especialización. Aunque esta forma de producir conocimiento tiene altos estándares de fiabilidad, dado que permanentemente está sujeta a la mutua vigilancia y supervisión de los involucrados en ella, es decir a la revisión por pares, eso no implica que no esté en constante cambio y crecimiento, de modo que a medida que va ampliando sus alcances igualmente va descubriendo nuevas rutas e interrogantes a abordar, y esto por supuesto también es una virtud y garantiza la inagotabilidad sobre sus expectativas de producción y sus resultados.

La ciencia, los conocimientos científicos contenidos en los objetos y acciones de comunicación de ciencia, puede presentarse de muchas maneras y en infinidad de cantidades o dosis. Puede haber un mensaje que consista de una explicación pormenorizada de algún tema abordado con todo el rigor de la indagación científica, con muchos detalles y datos duros, o puede otro mensaje consistir apenas en un sencillo dato que se hace expreso mientras el resto del conocimiento que justifica ese dato queda implícito y no es necesario exponerlo para los propósitos de ese mensaje en específico. Una campaña de salud, por ejemplo, dado su alcance, se basa sin duda en una gran cantidad de información científica, pero sólo una pequeña parte de ella se requiere socializar, poner en común, comunicar para los efectos de instrucción o convencimiento que deseen

lograrse.

Del amplio universo del conocimiento científico, las diversas necesidades de mensajes toman sólo parcelas delimitadas, y en cada parcela pueden practicarse distintos niveles de inmersión y abarcamiento, profundidad y amplitud, en respuesta directa a las condiciones que a su vez solicitan los otros elementos de construcción de los mensajes. En ocasiones la información científica es plenamente protagónica y evidente y en otros casos es velada y sutil. En medio de estos extremos posibles se dan todas las dosificaciones que responden a las distintas circunstancias que requiere la construcción de un mensaje dado. ¿Qué tanta ciencia, en qué proporción, requiere contener un mensaje para caer en la categoría de CC? ¿Qué monto mínimo de información científica otorga identidad a un mensaje de CC?

El tema que se aborda, que pretexto la acción comunicativa, es un punto de partida crucial. Hay tantas áreas y sectores en el universo del saber científico en virtud de su tamaño y transformación constante, que la sola selección de un tema entre tantas disciplinas distintas determina ya profundamente las características del resultado final.

Como en el caso del medio, la intención o el público, puede existir la circunstancia de la selección libre o asignada del tema, esto también es determinante en el trabajo del individuo o grupo comunicador encargado de llevar a efecto tal tarea. En uno y otro caso, la selección final de los elementos de construcción del mensaje podrá ocurrir secuencial o simultáneamente. La intermodulación entre los elementos puede ser más rígida o más flexible en cada caso.

Aún cuando las posibilidades de información científica comunicable son prácticamente ilimitadas, en la práctica concreta de la CC pueden detectarse ciertas áreas temáticas genéricas que se abordan en los distintos objetos y acciones de comunicación.

¿Qué tipos de conocimientos en general se abordan en la CC? Revisemos brevemente a manera de ilustración tres medios con acentos y líneas temáticas diferentes pero reveladores de la compleja y complementaria riqueza del objeto de estudio. El índice jerárquico de colaboraciones de la revista *Public Understanding of Science* expone los siguientes temas principales (Bauer y Howard, 2013):

- Agricultura y vida silvestre
- Biología, biotecnología y genética
- Química
- Tierra, aire, mar y espacio
- Ambiente
- Medicina y salud
- Energía nuclear
- Física
- Tecnología
- Ciencia Social
- Otros

El índice temático de la revista *¿Cómo ves?*, una publicación consultada principalmente por estudiantes universitarios, presenta una estructura más enfocada hacia la información de las distintas disciplinas científicas, pero sin soslayar los enfoques sociales, humanísticos y artísticos implicados en la CC (recuperado el 17 de julio 2013 de <http://www.comoves.unam.mx>):

- Antropología
- Arqueología
- Paleontología

Astronomía
Física
Geofísica
Geografía
Geología

Biología
Bioquímica
Biotecnología
Genética
Ecología
Zoología

Ingeniería
Matemáticas
Medicina
Salud
Química
Tecnología

Ciencia y arte
Ciencia y literatura
Ciencia y sociedad
Psicología
Economía
Historia de la ciencia

La revista *Science Communication* tiene contenidos de ciencias sociales, ingeniería, medicina, ciencias físicas y naturales. Sigue tres grandes líneas editoriales (recuperado 13 septiembre de 2013 de <http://www.sagepub.com/journals/Journal200892/title>):

1) Comunicación dentro de las comunidades de expertos y profesionales (p. ej., cómo los científicos e ingenieros usan las tecnologías de comunicación; la problemática de la revisión por pares en las revistas de investigación; el uso de la información científica en la corte; cómo los resultados de la investigación influyen en la regulación del gobierno).

2) Comunicación con públicos ajenos a las comunidades técnicas (p. ej.,

análisis de contenidos científicos en la TV comercial; la actual economía en los museos de ciencia; la evolución de la ciencia en los medios; análisis de contenidos raciales y de género en las revistas de ciencia).

3) Políticas de comunicación en ciencia y tecnología (p. ej., enlace entre la política pública y los parámetros de creación del conocimiento; evaluación de los programas de fomento de la comprensión pública de la ciencia).

También ha publicado algunos números especiales con temáticas variadas:

Propiedad intelectual en el contexto de internet
Legislación y justicia ambiental
Perspectivas feministas sobre CC
Medicina e ingeniería en el contexto global
Comunicación ambiental
Periodismo científico sobre zoológicos, acuarios y centros de ciencia
Economía y ética globales
Comprensión sobre la información en salud

Hay que recalcar que estos tres ejemplos (las revistas *Public Understanding of Science*, *¿Cómo ves?* y *Science Communication*) son solamente ilustrativos de la compleja y diversa presentación de temas y de jerarquización en los productos de CC. Podrían elegirse más ejemplos, cualesquiera otros, y el resultado sería similar: Ninguna estructuración de los temas de los productos de CC despliega alguna sistematicidad que agote ya sea el ámbito de la ciencia (C), de la CC o de la ICC.

A esto se aúna que el desarrollo del conocimiento mismo (C), y en consecuencia su impacto constante sobre la comunicación (CC) y su estudio (ICC), no cesa, además de que los tópicos que se destacan en cada momento

dependen de las contingencias temporales de su época: los temas de interés van cambiando al paso de la historia. Respecto a la ICC la comunidad de CC son notoriamente reflexivos sobre su propia actividad.

Antes de terminar este vistazo sobre la participación de la temática en las acciones comunicativas, habría que decir que además de la información concerniente a los contenidos disciplinares del conocimiento científico, en la CC es fundamental dar cuenta de los procesos que llevaron a la obtención de ese conocimiento, a narrar las maneras en que proceden las personas y las instituciones en los distintos momentos históricos para producir tal conocimiento (Biro, 2002). La contextualización histórica del conocimiento se considera una herramienta fundamental para entender la forma de pensamiento y la senda de reflexiones que sigue la creatividad y la generación de los saberes de la ciencia.³⁹ Dar cuenta de este tipo de datos no pertenece estrictamente al ámbito de las ciencias naturales, sino más bien al de las ciencias sociales. De aquí se desprende en general que toda comunicación de las ciencias naturales va aparejada del despliegue de informaciones procedentes del ámbito humanístico y social. La comunicación del conocimiento científico implica casi indisolublemente la comunicación de otros tipos de conocimiento, también científico.

A mayor conocimiento y manejo del tema en cuestión, y de las esferas de conocimiento con que se relaciona, mayores las posibilidades de lograr re-parcelarlo y acotarlo y darle la presencia y el plano precisos en virtud de los

³⁹ Quizá esto se deba a la influencia de la así llamada revolución historicista en filosofía de la ciencia. Kuhn y el resto de los historiadores y filósofos de la ciencia pertenecientes a este movimiento lograron un espacio para los procesos históricos en el análisis y en la comunicación del conocimiento (Kuhn, 1983; Hanson, 1978; Lakatos 1983). Podría decirse que la tesis que demanda un papel para la historia se ha incorporado al imaginario colectivo.

determinantes que dicte la conjugación del resto de variables participan. La amplitud y profundidad exactas de la información se inspira en el perfil del público, la infraestructura que se tenga para efectuar la interlocución con él y la intención que se tenga para operar la comunicación.

Más aún, una de las razones por las que existe la comunicación de la ciencia es el hecho de la dificultad de comprensión de su lenguaje y sus formulaciones especializadas (Marcos y Calderón, 2002). En este mismo sentido, las ciencias sociales y las humanidades también presentan aspectos igualmente difíciles de entender y apreciar, por ello es necesario que sean comunicadas y compartidas con los distintos tipos de públicos. Hace falta un abordaje más amplio y masivo de la comunicación de este tipo de ciencias, lo que ampliaría el concepto de comunicación de la ciencia a comunicación del conocimiento, cualquiera que sea la temática que tome y la forma de producción que siga.

En resumen, ni la producción del conocimiento científico ni su comunicación pueden separarse del resto de las manifestaciones y actividades del ser humano, por lo que la temática y los contenidos de los mensajes de CC se enriquecen constantemente con toda la información que se le relaciona: su historia y desarrollo, sus actores, agentes, personajes y héroes, su importancia para los individuos y la sociedad en general, su coordenada en el universo de conocimiento, su dependencia de las formas de pensamiento e ideologías imperantes, sus aspectos económicos y filosóficos.

Quedan nuevamente en evidencia la multidimensión y la interrelación temática de la CC y de la ICC. Los rangos de variación sobre las temáticas corren paralelos a la ciencia, a la comunicación de la ciencia y a la investigación sobre la

comunicación de la ciencia. Adicionalmente cada uno puede estar tratado a varios niveles y la reflexión sobre ellos no sólo es directa sino que sobre cada uno hay una meta-reflexión.

Toda esta información participa en la modulación de los contenidos de un mensaje, los que a su vez determinan, junto con los demás elementos de su construcción, la naturaleza y la forma final del mensaje.

El objetivo

Preguntas fundamentales y permanentes: ¿Para qué es o para qué sirve la CC, hacia el cumplimiento de qué propósitos debe encaminarse? ¿Qué se quiere, qué fin se persigue, qué objetivo pretende alcanzarse, con qué propósito se construye un mensaje? ¿Cuál es la intención de echar a andar una acción de comunicación de conocimiento científico? ¿Qué variedad de fines podrían querer lograrse?

Como en toda acción comunicativa en que fluye un valor como la información, pueden existir intenciones incluso aviesas como manipular, engañar, desinformar, controlar. Démoslas por vistas y consideremos sólo aquellas que persiguen un fin en principio razonable, propósitos más generales o más específicos de toda índole sobre la CC elaboradas en su mayoría no desde el espacio de la investigación académica sino desde la práctica misma de la comunicación en sus diversos aspectos, medios, temas y estilos (de ahí su particular valor empírico).

Existe una gran variedad de razones. Lo primero a considerar es que los motivos pueden ser desde personales y de gran amplitud (responder a la necesidad individual del autor o comunicador) hasta colectivos, institucionales y

puntuales (cumplir en equipo con la encomienda de una autoridad superior de elaborar un tipo específico de acción comunicativa). En medio de estos dos extremos puede haber tantas intenciones como comunicadores, pretextos o necesidades de comunicación existan. Incluso las razones de cada comunicador manifieste pueden ser complejas y ajustarse a cada circunstancia específica.

A continuación una variada pero consistente serie de razones para hacer CC. La particularidad de esta selección es que está mayoritariamente (aunque no exclusivamente) compuesta de CC profesionales (muchos de ellos hispanoparlantes⁴⁰) antes que de ICC profesionales, y cuya voz poco se escucha en la literatura ICC, aunque sea su labor el objeto de estudio de la ICC. Estos objetivos constituyen razones de hecho, articuladas las más de ellas por hacedores de productos de CC desde la misma la certeza y el mismo lenguaje que usan para comunicar.

En la introducción de su libro *Cosmos*,⁴¹ Sagan (1982) escribe sobre sus intenciones al realizar la serie de televisión y escribir posteriormente el libro. En muchos aspectos, sus motivos coinciden con los objetivos de la mayoría de los comunicadores de ciencia, aunque por supuesto hay matices y diferencias en la particularidad de cada individuo:

- Afectar tanto el corazón como la mente.

⁴⁰ También hay que mencionar que buena parte de las opiniones mostradas aquí fueron inicialmente vertidas por sus autores en la *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México* (Tonda *et al.*, 2002), de la que este sustentante fue editor científico y tuvo entonces ocasión de observar colaborativamente la maduración de estas ideas y participar en la corrección de su formulación escrita.

⁴¹ Es interesante señalar que en su forma mediática este producto fue primero serie de televisión y luego libro. El caso muestra cómo un guión (un producto de suyo terminado) propicia la elaboración de un producto audiovisual primero y otro visual después (texto e imágenes fijas), y cómo en este recorrido se van transformando los lenguajes y los formatos.

- impactar tanto visual como musicalmente.
- Difundir algunas de las ideas, métodos y alegrías de la ciencia.
- Relatar la historia de la astronomía y de la ciencia.
- Discutir sobre el origen de la vida.
- Hacer conciencia sobre el lugar que ocupa la especie humana y el planeta Tierra en el universo.

Otro reconocido comunicador científico, Stephen Jay Gould (1998), afirma rotundamente: “No puedo pensar en una tarea más importante en nuestras campañas por mejorar la ‘comprensión pública’ de la ciencia que la eliminación del mito de que la ciencia traerá sólo destrucción a nuestra Tierra verde y placentera, de la idea de que la ciencia es monolítica, incomprensible, inhumana y básicamente nociva.”

Y los objetivos y razones de diversos autores para hacer y dedicarse a la CC se formulan de distintas pero semejantes maneras. “Subsanar el distanciamiento que se crea respecto al resto de la cultura debido a la complejidad de los conceptos y al lenguaje especializado de la ciencia. Subvertir el poder, democratizar el conocimiento, reintegrar la ciencia a la cultura, compartir el placer de conocer, destacar la importancia de la ciencia, generar vocaciones, rellenar los huecos de la enseñanza formal, tener informado al público, mejorar la calidad de vida, combatir el fanatismo y la superchería y humanizar la ciencia. Hacer partícipe a la gente de dos valores fundamentales: el conocimiento racional y el pensamiento crítico como formas de liberación de la humanidad” (Sánchez, 2002, p. 307).

En caso de que exista la libertad plena en cuanto a la selección de todos o

cualesquiera de los demás componentes constructores del mensaje, está claro que el propósito que se persiga modulará proponderantemente la naturaleza de tales elementos, la dinámica del proceso de la acción comunicativa y las características del producto final. Ha de establecerse un equilibrio modulado entre los elementos del mensaje en la medida en que quiera eficientarse su efecto y alcance.

Al comunicar ciencia, puede quererse simplemente compartir lo que se sabe (el conocimiento que se tiene, la comprensión que se ha logrado) para despertar en otro la atención sobre lo que es del interés propio. Conducir la mirada ajena hacia el tema para ganarle simpatía. Mostrar todo lo interesante que es cierta forma de pensar las cosas y entender el mundo. “Comunicar al prójimo una porción de la actividad humana en la que no está involucrado. Transmitir, a quien le interese, algunas de las más básicas experiencias que conlleva la condición de habitar este tiempo” (López, 1983, p. 296). “Transmitir una imagen de la realidad, un modo de pensar acerca de ella, a un público que, por cuya actividad o cuyo entorno, no le es accesible esta visión” (García, 2002, p. 181).

Mostrar la forma en que procede el tipo de pensamiento que propicia la producción de conocimiento científico. Esto considerando que hay diversas formas de producción de conocimiento y de interpretación del universo. “Distribuir el conocimiento científico como riqueza cultural, mostrar cómo se elabora, dar los elementos para que el público pueda integrarlo a la cultura” (Estrada, 2002, pp. 150-151). “Comunicar la ciencia sin desvirtuarla, sin momificarla ni mitificarla. Transmitirla viva y cambiante como es. Rescatar el valor que tiene sembrar una idea” (López, 1983, p. 297). “A través de la divulgación de la ciencia se le da a

conocer al público no especializado cómo se lleva a cabo el quehacer científico, así como sus resultados. Contribuir a formar una cultura científica en la población y el aprecio social del valor de la ciencia para el desarrollo de nuestro país” (Chamizo, 2002, p. 87). “Crear en la sociedad la conciencia de todo lo que implica el trabajo científico. Enseñar a analizar los problemas de la vida diaria en forma objetiva y cooperativa. Enseñar a las personas a ser intelectualmente independientes” (Gánem, 2002, pp. 175). “Desarrollar en los niños habilidades y destrezas tanto para el trabajo científico como para la vida cotidiana” (Fernández, 2002, p. 152).

Puede pretenderse que quien reciba el mensaje no sólo se interese intelectualmente en él, sino que le cause una experiencia emocional, que lo conmueva como ante una razón artística. “Experimentar placer” (Sabugal, 2002, p. 300). “Compartir aquello que la ciencia tiene de asombroso y apasionante” (Bonfil, 2002, p. 38). “Disfruto los encuentros con jóvenes, hablar con ellos y descubrir sus rostros plenamente emocionados. Así debería ser el aprendizaje: explorar el mundo que nos rodea y plantearnos preguntas sobre él.” (Weldon, S., recuperado 26 marzo 2014 de <http://speakingofscience.juliegould.net>).

La intención puede ser tan sólo revelar, sorprender y divertir, que todo conocimiento es divertido y aprender algo siempre es un motivo. Este argumento es mencionado por muchos comunicadores contraponiéndolo al de la CC como enseñanza. “Compartir con el público el placer de nuestra pasión por la ciencia sin otro propósito que deleitarlo. Producir textos para que en el verano los vacacionistas se entretengan leyendo al lado de la alberca” (Régules, 2002, p. 273). “Despertar el interés por el conocimiento científico en distintos grupos para

poner a su disposición una actividad más a disfrutar” (Rivaud, 2002, p. 294). Autores como Changeux, Yaguello y Pelt se apartan declaradamente del propósito de educar o enseñar y aceptan la flagrante intención de interesar y divertir (Mortureux, 1988). “A cualquier lugar que voy siempre encuentro un público muy entusiasta y deseoso de saber lo que hemos aprendido sobre nuestro lugar en el universo.” (Trotta, R., recuperado 19 nov. 2013 de <http://speakingofscience.juliegould.net>).

En momentos será necesario defender a las instituciones productoras de conocimiento científico ante ataques ideológicos o cuestionamientos irracionales. En incontables ocasiones, por ejemplo, se ha tachado a la ciencia como responsable de un sinnúmero de calamidades y situaciones indeseables. “Incitar en los públicos, actitudes, conductas o creencias en favor de la ciencia” (Ísita, 2002, p. 213).

Despertar vocaciones para que se formen y sumen nuevos practicantes de disciplinas de importancia fundamental para el desarrollo. Promover el aumento del número de profesionistas dedicados al desarrollo científico en el marco de la sociedad de la información. “Incrementar las reservas de mentes capaces de desarrollar conocimientos, oferta y demanda de matrícula hacia carreras científicas y técnicas” (Ísita, 2002, p. 213). “Propiciar el descubrimiento de vocaciones científicas entre los jóvenes” (Rivaud, 2002, p. 294). “Es un campo muy amplio donde una gran variedad de personas pueden encontrar un nicho único. Realmente lo disfruto y me conecta con la gente.” (Williams, C., recuperado 15 dic. 2013 de <http://speakingofscience.juliegould.net>). “Evitar seguir

atrasándonos más con respecto a los países desarrollados” (Herrera, 2002, p. 210). “Complementar la educación formal. Formar una opinión de calidad sobre el quehacer de la ciencia” (Sayavedra, p. 319). “Lograr un proceso de educación social continua” (Fierro, 2002, p. 162).

Democratizar por el conocimiento. Que las personas se eduquen en el conocimiento y la cultura científica, elementos indispensables para su formación integral como entidades ambientales y sociales. “Poner a disposición de la humanidad, por justicia elemental, los resultados del conocimiento científico como bien intelectual e instrumento de bienestar. Contribuir a desarrollar el pensamiento racional y objetivo en contraposición al lamentable pensamiento mágico” (Bourges, 2002, p. 51).

Habría situación o individuo en que se tenga como meta poner a disposición de las personas los elementos de cultura científica necesarios para que puedan atender sus derechos y responsabilidades como humanos y como ciudadanos. Darles algunos elementos de poder. Esto tiene que ver con las herramientas de los ciudadanos en su desempeño público. “Propiciar que la sociedad se forme una opinión sólida sobre la responsabilidad social y ética de la ciencia y sus usos, e incida en el rumbo que se dé a la ciencia y sus aplicaciones” (Bermúdez, 2002, p. 31).

Los individuos no sólo deben tener acceso al bien común del conocimiento científico sino incorporarlo a su saberes y ejercerlo y reincorporarlo al espacio del bien común. “Informar al público de los avances científicos y tecnológicos. Proporcionar el contexto político, social y cultural de esos nuevos conocimientos y sus posibles repercusiones. Contribuir a crear un pensamiento científico que

aliente la conciencia crítica de la población para que pueda influir en la política científica, con el propósito de lograr el desarrollo integral del país” (Anaya, 2002, p. 15). “La verdadera razón de la divulgación de la ciencia es que los individuos de una sociedad democrática necesitan saber más cosas sobre el mundo que les rodea, y algunas de las respuestas más sencillas, poderosas e imaginativas están en la ciencia” (Chimal, 2002, p. 95).

Dotar, a quienes han sido facultados para participar en la toma de decisiones económicas y políticas, del suficiente saber científico relevante a su función, esto con el fin de que puedan ejercer su representación y manifestar su voz y voto de manera enterada, calificada y responsable. “Quitar la tosca venda del aldeanismo de los ojos de quienes en México nos conducen y piensan que la ciencia de avanzada es la que se hace en otros países” (Méndez, 2002, p. 267). “Evitar que la mezcla combustible de ignorancia y poder nos explote en la cara” (Valek, 2002, p. 341).

Poner a disposición del público herramientas para ejercer supervisión sobre los desarrollos científicos privados. Ante el inobjetable valor de la información, cada vez más los programas y los resultados de la investigación científica profesional son productos determinados por la dinámica del mercado. La organización de la producción en los laboratorios de investigación científica se aproxima cada vez más a los modelos de negocios que tales mercados requieren. “Vigilar las aplicaciones de la ciencia” (Mendoza, 2002, p. 269).

La inversión privada establece líneas y agendas y guía la comercialización de la investigación y el conocimiento científico. Y la comunicación y la puesta a disposición del público de tal conocimiento también están en semejante medida

dictadas por la misma fuerza económica. En esta circunstancia, al público se le considera más como un consumidor que como un destinatario de la comunicación, lo que lo compromete a guardar una mayor atención hacia la calidad del producto consumido. “Mantener informado al público en general del desarrollo de la ciencia y la tecnología, y prepararlo para los cambios que pueden enriquecer o afectar su vida dependiendo del empleo de las mismas” (Castro, 2002, p. 72).

Si en algún momento la CC tuvo la vocación de compartir la riqueza del saber, o luego fue su propósito lograr para la labor científica la aceptación y el reconocimiento por parte del público, en el actual estado de cosas debe servir incluso para “potenciar el escrutinio público de los desarrollos científicos privados” (Bauer, 2008).

La CC sirve también para entender que la ciencia forma parte de la cultura, así como para enriquecer esa parte de la cultura. “Propiciar una interacción menos abrupta entre lo que pasa en los laboratorios y las aulas y el espacio común de los sustantivos y adjetivos” (López, 2002, p. 227). “Convertir la ciencia en cultura” (Mendoza, 2002, p. 269). “Fomentar la cultura científica de la población” (Reynoso, 2002, p. 280). “Crear una cultura científica entre la población en general con el objeto de que pueda opinar con mayor conocimiento de causa sobre diversos problemas típicos de nuestra época” (Rivaud, 2002, p. 294). “Tender un puente entre la investigación científica y la población. Volver a la ciencia parte de la cultura” (Trigueros, 2002 p. 334). Poner de manifiesto las relaciones entre la ciencia y la sociedad (Bermúdez, 2002, p. 23).

Parece haber poca duda en cuanto a la importancia del componente científico para la formación integral de una persona y una sociedad. La apreciación

y provecho de distintos tipos de conocimiento proveen de mayores posibilidades de desempeño como individuos y comunidades. El espíritu profundo del pensamiento científico desemboca irremediabilmente en la reflexión sobre el papel del ser humano en el universo. “Despertar la curiosidad y, con ella, la libertad creativa y racional del individuo. Vivir una vida mejor, más sana y menos sujeta a los errores producto de la ignorancia. Fomentar la esperanza. Diversificar nuestro interés en relación con lo público. Incrementar la cultura general y el ejercicio pleno de nuestras facultades intelectuales” (Sabugal, 2002, p. 300). “Inculcar la cultura deseable en los futuros ciudadanos. Dotar de herramientas para vivir mejor, más plenamente y más felices, para aprender a disfrutar todo lo que nos ofrece el mundo que nos rodea” (Herrera, 2002, p. 208). “Ampliar la información y el conocimiento. Fomentar la curiosidad y la imaginación. Desarrollar actitudes analíticas y críticas en las personas. Contribuir a que el ser humano sea más humano” (Zamarrón, 2002, p. 352). “Hacer de este mundo un lugar más habitable y con rostro más humano” (Bermúdez, 2002, p. 28). “Desestimar la existencia de las fronteras políticas y sociales. Devolver al ser humano la profunda dignidad de saberse la parte del universo que piensa y canta” (Gánem, 2002, p. 176).

Propiciar el espíritu de grupo, el interés comunitario y la conciencia y participación social, en un época en que el individualismo y la sola sobrevivencia campean en el paisaje humano. “Establecer puentes permanentes de interacción entre los diferentes sectores de la sociedad” (Castillo, 2002, p. 69). “Crear un verdadero puente intersocial que refuerce la unidad nacional y el sentimiento comunitario” (Sabugal, 2002, p. 301).

“Integrar al individuo al mundo contemporáneo. Elevar el nivel de cultura de la población. Acortar la brecha educativa respecto a los países desarrollados. Incrementar la visión integral del mundo mediante los distintos saberes. Propiciar la formación de investigadores científicos” (Zamarrón, 2002, p. 351). “Permitir al ciudadano acceder a formas inteligentes y reflexivas del consumo de información científica, hacer accesible a su sentido común el lenguaje incomprensible del investigador científico” (Jara, 2002, p. 226).

El periodismo científico, como forma de CC, es un universo en sí mismo y cumple sus propios matices en términos del tipo de la investigación y presentación que requiere. “El propósito del periodismo de ciencia es proveer información oportuna acerca de avances de las ciencias e interpretarlos dando cuenta de la metodología de las investigaciones y de la forma en que ésta incide sobre el contexto en el que se dieron los hallazgos y sobre aquél en que habrán de desarrollarse las posibles aplicaciones” (Cruz, 2002, p. 106).

Cabe aquí referirse también a lo señalado por Jurdant (1996, pp. 201-209) sobre los motivos de Bernard Le Bovier de Fontenelle con sus textos en el siglo XVII (*Conversaciones sobre la pluralidad de los mundos*), más en términos de desarrollar un estilo literario que de practicar algún tipo de CC. También hace notar que los *Diálogos...* y los *Discursos...* de Galileo, tomados en ocasiones como ejemplos de divulgación, aunque presentados en el lenguaje del pueblo, no parecen más destinados a las masas que a convencer a sus pares académicos y colegas acerca de sus argumentaciones.

Al igual que con toda empresa humana, los diferentes fines y propósitos no son éticamente neutros o necesariamente valiosos y pueden estar en conflicto,

pero el punto es que sean cuales sean, es mejor que sean claros y explícitos desde un principio, para mejor armonía con el resto de los componentes de un acto comunicativo.

Para concluir, como reflejo de mi experiencia personal, debo señalar que puede haber y hay convivencia y complementariedad entre los distintos propósitos, y éstos pueden ser tan ambiciosos y densamente presentados como: conocer las necesidades, saber las opiniones, establecer diálogos, delinear conjuntamente los asuntos, establecer agendas, negociar significados. Esto no agota la lista de intenciones posibles sobre un mismo tema, y es claro que cada una exigirá una narrativa propia, una adecuada conjunción de medios y lenguajes cuyas versiones se multiplican a su vez al integrar al bosquejo del modelo el factor de los públicos. Nada ni nadie escapa a los beneficios prefigurados en la sumatoria de todos estos propósitos. Ni el individuo (en su carácter social y en su fuero interno de saberes y emociones), ni la investigación, los investigadores científicos, la sociedad, la industria, la economía, el país o la naturaleza misma (dado que la CC es también para saberse parte del universo, identificarse con la vida y sorprenderse, solazarse y responsabilizarse ante ello).

Todo el mundo sabe ciencia, aunque sea un poco, y aunque no lo sepa. Como necesita saber todo un cúmulo de conocimientos de otra naturaleza, todo el mundo necesita saber ciencia para ser humano (cualquiera y toda cosa que eso signifique). Entendido eso, sólo le quedará compartirlo⁴².

⁴² Todo ser humano debe tener acceso a las diferentes formas de conocimiento que como género ha desarrollado. La información tiene valor, el conocimiento es un valor. Saber cada uno de nosotros cómo los demás perciben y entienden el mundo es conocimiento. Y hay muchas formas de conocer, una de ellas las ciencias naturales. De modo que para todo estrato social y para todo

El medio

Los medios de comunicación pueden clasificarse en una gran variedad de taxonomías dependiendo del criterio que se siga (Watson, 2008; Thompson, 1998; Williams, 2003). En nuestra circunstancia particular, en la que el medio es un ingrediente fundamental del modelo para la construcción de un mensaje, lo relevante es destacar su naturaleza en tanto que forma de hacer llegar un contenido, y esto alude directamente a los sentidos fisiológicos o principales puertos de entrada por los que arriba todo mensaje o acción comunicativa: la vista y el oído (Sartori, 2012; McLuhan, 1996).

Con esta consideración, puede plantearse una división básica o taxonomía mínima que fundamenta su criterio en el hecho de que las realizaciones de la comunicación lo son para ser, esencialmente, vistas (visuales), oídas (auditivas) o vistas y oídas simultáneamente (audiovisuales) (Cruz y Lewis, 1994). Todo otro criterio de clasificación de los medios de comunicación (cobertura numérica, instrumentación y tecnología implicada, tipo de narrativa, estrategia pedagógica,

fin práctico sería recomendable que las personas tuvieran entre sus haberes una idea de este tipo de conocimiento.

Todos los individuos deberían saber que hay varias formas de pensar y producir conocimiento, entre ellas la investigación científica, saber qué produce y cómo lo hace. Deberían conocer la relevancia que todo ello tiene en su propia existencia. Tanto el entendimiento del universo vía el lenguaje de las ciencias, como la compartición de todo el saber que tal visión implica, es intelectualmente apasionante y gratificador. Mientras mejor y más integralmente conozca el ser humano de sí mismo y del espaciotiempo que ocupa, mejor será su oportunidad. La CC se encarga en parte de ello.

Todo el mundo necesita saber ciencia, como necesita saber todo un cúmulo de conocimientos de otra naturaleza. Lo mejor que puede hacerse con el mucho o poco conocimiento que se tenga (científico o de otra índole) es compartirlo. Comprender y compartir los alcances del pensamiento y la creación de los seres humanos, y que esto contribuya a una vida más plena y satisfactoria, son nuestros motivos manifiestos para cada acción de CC. El otro no será mi semejante si no logro comunicarme con él a todos los niveles, para lo cual es necesario entender compartidamente visiones, conocimientos y lenguajes.

segmentación y opciones mercadológicas, forma de los contenidos, fijeza o movilidad) puede reducirse en principio a esta taxonomía básica (Bauer y Gaskell, 2000).

Visuales. En esta clasificación mínima, los medios escritos (que comprenden todo tipo de textos, en géneros, formatos y estilos diversos, puestos a disposición principalmente en impresos y pantallas) son medios visuales (fueron hechos para ser vistos, y desde luego interpretados en términos de la sintaxis del idioma particular en que se presenten) (Messaris, 1998, Sartori, 2012). Sus imágenes (objetos a mirarse) son palabras y frases, párrafos que construyen argumentos cargados de incontables posibilidades de contenidos (sin olvidar que históricamente fueron antes dibujos representativos de ideas que palabras representativas de sonidos). El usuario de las escrituras (Richardson, 1990) o los textos recorre con la vista, en cierto orden secuencial, páginas o ventanas como quien mira y lee detenidamente una figura más simple o más compleja, o una serie de ellas.

Si a la escritura (lenguaje verbal escrito representativo de la realidad) se le añaden otras componentes visuales (como fotografías, dibujos, ilustraciones, esquemas, gráficas, tablas, recuadros) entregado todo el conjunto también en impresos o pantallas de todos tamaños (Livingstone, 2004), tendremos entonces escritos ilustrados, textos con imágenes o imágenes con textos: anuncios espectaculares, publicidad de todo tipo, libros escolares, historietas (que tuvieron su propio auge veraniego en términos de número de lectores hacia la segunda mitad del siglo XX), novelas gráficas (Sabin, 2001), libros electrónicos simples e incluso infografías donde se pone de manifiesto la íntima relación entre la

visualidad de las palabras y la de las imágenes con resultados no en pocas ocasiones pictóricamente artísticos.

La fotografía, o todo tipo de ilustración fija (también una obra maestra de la pintura, por supuesto) es un medio visual que, para honrar su declarada aspiración a decir y expresar mucho más que cientos o miles de palabras (cumplir más funciones y llenar más huecos), sobrevive sin recurrir a ellas. La fotografía es sola, fija y callada, pero al mismo tiempo ni guarda silencio ni se queda quieta. En virtud de que la sensación visual de movimiento se elabora en el cerebro, quizá la fotografía fija sea una forma extrema de cine lento y acallado (Mitchell, 2005).

Y otro medio visual es precisamente el cine, o cualquier otro tipo de producción en video, que nos es presentado como una sucesión rítmica de imágenes fijas. Pero es sólo visual cuando prescinde de cualquier elemento sonoro, llámese música o palabras audibles, cuando ha sido ideado para tocar exclusivamente la mirada, como en los principios del cine, cuando era mudo y ni siquiera llevaba un acompañamiento musical en vivo. Como en el caso de la foto fija, el cine mudo, en otro sentido de la expresión, no es callado (Monaco, 1977).

Si se extiende esta manera de mirar los medios de comunicación, el trabajo que realiza un mimo puede considerarse como una acción comunicativa exclusivamente visual, basada en el movimiento, de naturaleza directa y viva (Bennett, 1997). Podrán añadirse etiquetas si es presenciada por una sola persona, si es grabada para transmitirse por otro canal en otro momento a otro tipo de audiencia, pero su naturaleza primordial seguirá siendo visual.

Extendiendo aún más el argumento, una exposición en un museo, al aire libre o en cualquier otro escenario *ad hoc*, también puede considerarse como un

mensaje visual, construido adicionalmente de textos, imágenes de distinta naturaleza, objetos de toda índole y cualquier otra solución que se imagine (Messaris, 1998; Mitchell, 2005).

Auditivos. Los mensajes pensados y contruidos para ser exclusivamente oídos (sonoros o sólo-audio) tienen su principal nicho en la radio, aunque con las tecnologías más recientes al nicho de la radio se accede mediante una computadora (considerados podcasts y demás nominaciones pertinentes) y no necesariamente a través de un aparato de radio en el sentido clásico (Nyre, 2008). Además de que la estructura de los mensajes auditivos es distinta de los mensajes considerados para ser leídos y vistos, existe una amplia variedad de formatos dentro de los ámbitos de la radio (Nyre, 2007). Así como hay muchas maneras de narrar cuando se recurre a soluciones visuales para elaborar mensajes, también las hay en la misma proporción cuando debe hacerse uso sólo de herramientas sonoras (Bauer y Gaskell, 2000), y en cada medio, pues en todo caso se requiere un guión, han de escribirse de manera diferente. La escritura debe describir con la máxima precisión la forma final que debe adquirir un mensaje dependiendo del medio por el que llegará a su destino.

Otros ejemplos de medios auditivos son el teléfono, donde un mínimo de dos voces interactúan si se trata de una conversación, e incluso pueden darse monólogos comunicativos a través de este medio. Una conferencia para ciegos es un medio estrictamente sonoro, y la misma conferencia ante un público de no ciegos puede tener que pensarse y narrarse de distinta manera aunque sea del mismo tema y tenga la misma intención. Las acciones fonográficas, la música y las canciones son objetos comunicativos sonoros (Peralta, 2013; Balle 1991),

mensajes cargados de contenidos que pueden escucharse en un concierto en vivo (con lo que se transforma en un medio audiovisual) o apreciadas solitaria y diferidamente en cualquier momento a través de cualquier tipo de reproductor que se desee.

Audiovisuales. Para los medios audiovisuales, incuestionables dominantes en el actual espectro de la comunicación, han de generarse mensajes en cuya construcción participen soluciones generadas para ser simultáneamente vistas y oídas (Watson, 2008; Wolf, 1987, Balle, 1991). La televisión, el cine, los videos, las conferencias presenciales con o sin apoyos o herramientas tecnológicas, los multimedios interactivos, las exposiciones en los museos con elementos sonoros, los museos completos, los conciertos, los videos musicales, las charlas de café, las persona a persona presenciales o mediadas tecnológicamente, son todas medios audiovisuales pues están pensados y elaborados con elementos para ser vistos y oídos. La naturaleza de los elementos visuales de los medios audiovisuales puede tener incontables matices, mientras que la de los elementos auditivos puede ser más acotada, pero unos y otros elementos deberán ser creados, ideados, imaginados o pensados para ser luego plasmados en una escritura, una guía, un guión, que pueda ser leído interpretado y realizado por las mismas o por otras manos y dé como resultado la cristalización del mensaje para ser recibido por los sentidos del público (Thompson, 1998; Williams, 2003; Watson, 2008).

No obsta decir que hay diferencias en el tipo de pensamiento capaz de elaborar un discurso basado en palabras (a leerse o escucharse, a verse u oírse) a uno basado en imágenes, en objetos, en situaciones o en sonidos. La autoría de

cada uno de estos discursos puede ser producto del trabajo de un solo individuo o requerir la participación de varios, lo que imprime una complejidad mayor al análisis del medio y lo convierte en algo que puede considerarse todo un proceso.

Baste ejemplificar esta argumentación con la anécdota de medio de comunicación de ciencia que se relata en el prólogo del libro *La comunicación pública de la ciencia. Hacia la sociedad del conocimiento* (Fayard, 2004). Ahí se da cuenta de un proceso de comunicación en vivo, dialógico, interactivo, presencial, interpersonal, audiovisual, permanente, creciente, entre el peluquero (que plantea una serie de preguntas, desde su curiosidad y su ignorancia) y su cliente (poseedor de algunos conocimientos científicos). Tras algunos meses el peluquero termina elaborando y ahondando en sus propias reflexiones y construcciones, e incluso redactándolas en una libreta con escritura muy básica.

El medio es un determinante crucial para la integridad final de un mensaje, ya sea que la decisión sea previa sobre el tipo de medio que vaya a usarse, o deba seleccionarse con toda minucia en razón de lo que, a su vez, guíen los otros componentes constructores del mensaje.

Cada medio encajona a su manera el proceso en virtud de sus procedimientos propios, su sintaxis y su modo de producción. Cada medio tiene sus dimensiones y su tiempo, exige su propia escritura, y a veces más de una escritura dependiendo de la multiplicidad del medio (Cruz y Lewis, 1994). (Para construir, por ejemplo, cada parte, espacio o unidad informativa de una página o de una sección de una revista -impresa, radiofónica, televisiva-, se requerirá una modulación, un modo de hacer particular.) Acorde al punto de entrega final del mensaje u objeto comunicativo, tendrá que ser la escritura específica con que

deberá elaborarse y mostrarse, la cual que puede incluir lenguajes con signos verbales, con imágenes o con sonidos.

Aunque ciertamente la escritura es una herramienta fundamental que permite organizar y comunicar con fidelidad las ideas y un punto de partida común para la proyección y realización de cualquier acción u objeto comunicante (Richardson, 1990), lo audiovisual (los lenguajes que incorporan discursos sonoros y visuales a la construcción de mensajes), y más estrictamente lo visual, juega el papel principal en la comunicación hoy día. Las migraciones y metamorfosis que la escritura ha de acometer y sufrir para tratar de mantener vivos y al mismo tiempo reelaborar los significados de los conceptos en otros cifrados comunicantes (fundamentalmente visuales), son también variables que determinan la forma final de los mensajes y por supuesto son terreno sobre el que hay que andar e indagar.

Como ya hemos mencionado, cada medio impacta los sentidos de distinta manera (Cruz y Lewis, 1994). Hay acciones presenciales y distantes. Hay transmisiones vivas y diferidas. Cada medio tiene características que determinan cómo ha de ser pensada e imaginada su realización, cómo habrá de escribirse su guión, cuál es el proceso de producción, cómo se distribuye el mensaje.

El medio no es exactamente una base física, un aparato o un sistema. O no únicamente. Es eso y más. No sin exageración podría considerarse que la acción comunicativa, todo el proceso, es toda ella el medio, desde el punto de origen mismo de la decisión de comunicarse hasta la realización de la acción o producto que resulte y la respuesta que éste genere. El esquema puede ser más simple (unidireccional e irreversible) o más complejo (multidireccional y reversible) pero el proceso equivaldrá al medio, con lo que el concepto de éste, por la

retroalimentación y el intercambio, se dinamiza y enriquece.

La variedad de medios es amplia y sigue creciendo dado el constante desarrollo de las herramientas digitales (Segado-Boj, 2014). Hay acciones de comunicación que hacen uso de diversos medios simultáneamente, hay medios que contienen a otros medios, y hay medios tan múltiples como un museo (Vilchis, 2012; Tlili, 2015, Hopper-Greenhill, 1998), que puede dar cabida a todos los medios (por supuesto exposiciones, con o sin elementos sonoros, conferencias, sesiones de cine y video, folletos y hojas de sala, audios comunes o individualizados, dramatizaciones y teatro, conferencias para distintos públicos con capacidades y edades diversas).

Textura fina de los medios: Géneros, formatos, estrategias. Cuando los medios o procesos de mediación se analizan y desmenuzan en partes aún más delicadas y finas aparecen por ejemplo los géneros cuando se trata de medios basados en lo verbal escrito (Bauer y Gaskell, 2000). De esta manera lo escrito puede subdividirse en entidades como artículos, cuentos, novelas, reportajes, crónicas, notas, manuales, aforismos, guías, tuits, eslogans, columnas (Richardson, 1990). De igual manera, los productos sonoros o audiovisuales pueden presentar gran variedad si se atiende tan solo a una dimensión como el mero metraje. Incluso los productos que son presentados como series terminan portando en su estructuras variedad en el uso de estrategias aún más precisas, como por ejemplo el uso de metáforas y analogías tanto verbales como visuales.

Al igual que con los objetivos, cabe señalar que la elección de los medios no es neutra y conviene que sea explícita desde el principio, pues todos estos detalles, cada vez más delicados, aunque sean o no tomados en consideración de

manera consciente al momento del proceso de construcción de un mensaje, terminan formando parte de su estructura final y de su efecto y consecuencias en su particular audiencia.

El público

Los destinatarios de los mensajes, los blancos de la intención, son los protagonistas del proceso y determinantes en la composición de los mensajes. Los públicos son la razón de ser de la comunicación y quienes más modulan la factura del producto comunicativo (Allor, 1988; Einsiedel, 2003; Wolf, 1987; Bowman y Willis, 2003). Dependiendo de la circunstancia y el caso pueden funcionar como meros receptores o convertirse en interlocutores.⁴³

Todas las personas, todos los ciudadanos, son audiencias potenciales para la comunicación del conocimiento científico. Se comunica ciencia para todos los públicos posibles, y tal variedad es difícil de cuantificar en primera instancia (Hopper-Greenhill, 1998). Incluso los investigadores, los productores profesionales de conocimiento científico, consumen información en áreas que no son de su especialidad. “Salvo un irrisorio número de investigadores, todo el resto de la comunidad científica se mantiene informado gracias a la divulgación” (Cereijido, 2002, p. 75). Los comunicadores de ciencia mismos construyen sus saberes, en no pocas ocasiones o circunstancias, a través de procesos o productos de CC.

⁴³ Una de las acepciones del concepto modelos de comunicación de la ciencia se refiere a los diferentes grados de diálogo (Cortassa, 2012) que se establecen entre los agentes actuantes en cada caso de comunicación. Las dosis diversas de diálogo e intercambio que pueden vislumbrarse, y de hecho hacerse presentes entre los actores de la comunicación, construyen una gama de casos (no modelos) que transita de la relación plenamente vertical (deficitaria, unilateral, acotada y temporal) a una plenamente horizontal (ilimitada, permanente, complementaria y participativa). Cada grado en esa variedad de pendientes representará un grupo de casos del modelo general, determinado en gran medida por la intención y el público interlocutor.

Si se da razón y atención a todos los posibles *para qué* de la CC que se han expuesto en la sección previa, entonces todos somos blanco posible de algún mensaje o acción comunicativa cuyo contenido sean conocimientos científicos. La rica taxonomía de públicos es resultado a su vez de la combinación de diversas variables.

Una primera puntualización es que no todas las audiencias tienen los mismos sentidos. los mensajes se hacen para sentidos determinados. La mayoría de los comunicadores elaboran la mayoría de lo mensajes para atender el sentido de la vista (inclúyase la lectura de lo verbal escrito -si la lectura se hace en voz alta se añade otro matiz) y el sentido del oído, juntos o separados.

Pero hay también audiencias que no cuentan con el sistema de recepción de lo visual para las que deben diseñarse y construirse los mensajes adecuando y recreando con precisión los lenguajes. Además del acento en lo auditivo, para un público carente de la vista cobran absoluta relevancia sentidos como el tacto y el olfato. Así, los desarrollos básicos (Bowman y Willis, 2003) tendientes al perfeccionamiento de los efectos inmersivos en la virtualidad se usan en actualidad para, por ejemplo, incrementar la espectacularidad de la exhibición cinematográfica.

Esta clasificación primaria de audiencias basada simplemente en canales de percepción, se despliega arborescentemente al ir añadiendo variables (Cruz y Lewis, 1994).

Otro determinante principal es la edad, la que conlleva características tales como los modos y capacidades de raciocinio y entendimiento, así como el interés y los conocimientos previos con que se cuentan. La variable edad, muchas veces

adosada, aunque no siempre, a la formación escolar, y por tanto a los antecedentes contextuales y saberes ya adquiridos, desempeña un papel primordial y obliga a la minuciosa atención de los diferentes lenguajes y niveles de comprensión determinados por los distintos grados de maduración y actitud de las personas.

Los conocimientos previos de cada individuo y de cada colectividad son prácticamente únicos y representan un punto básico a considerar para la toma de todas las decisiones relacionadas con la construcción de un mensaje (Livingstone, 2005). No existe un instrumento que pueda cuantificarlos con precisión y constituyen la cultura específica o especialización de la audiencia (Miller, 1998). Un experto en ciertos temas puede ser plenamente ignorante de otros temas y formas de pensamiento fuera de su ámbito profesional, todos los cuales le serán un descubrimiento.

En cierta medida las audiencias adultas presentan menor diversidad en comparación con los públicos infantiles, que representan en si mismos una rica gradación y exigen un mayor y más delicado desempeño de los comunicadores para lograr construir mensajes que los alcancen con eficiencia.

En los niños, los conocimientos previos relacionados con la edad pueden ser muy distintos de un año a otro. En general los niños más pequeños responden bien a los impactos preferentemente perceptuales, los medianos están más capacitados para establecer relaciones causales y para los mayores pueden plantearse estrategias que tengan que ver con la realización de experimentos (Fernández, 2002). Es necesario que el comunicador esté plenamente enterado y sensible a esta circunstancia, y aún así quizá deba decidir no abordar situaciones

para las que no tenga todas las herramientas adecuadas, pues muchas veces el efecto de una forma de realizar un mensaje puede resultar completamente alejado de la intención.

Para comunicarse o informarse contribuye mucho el querer hacerlo. Las edades de las audiencias también están relacionadas con la disposición y apertura para involucrarse en un proceso de comunicación. Hay circunstancias en las que los públicos no tienen la más mínima relación o conocimiento del tema o la ciencia en general, o incluso le son resistentes, y entonces ha de ganarse el acceso a su interés de manera gradual y sutil, y otras en que para el comunicador será necesario establecer una complicidad abierta y franca con una audiencia perceptiva y participativa, siempre a fin de lograr resultados más profundos.

Otro aspecto variable de gran importancia a considerar es el tamaño del público al que se enfrenta un comunicador. En la práctica hay muchos grados de individualidad y masividad. La cantidad de público con quien se intercambia puede ir desde un solo individuo (alguien con quien se charla) hasta algún tipo de muchedumbre (un auditorio pleno). Y dependiendo de la circunstancia, esto matiza las características del mensaje en cada caso específico (Rudock, 2007; Wolf, 1987).

Cuando la audiencia está constituida por una sola persona, por ejemplo, con quien se interactúa de manera directa, presencial y sincrónica, con quien se intercambia de uno a uno en el mismo tiempo y el mismo espacio, la conversación misma va diseñando y ejecutando la narrativa de la comunicación. Lo mismo ocurre, aunque sin presencialidad, si pensamos en el ejemplo de una conversación telefónica (con o sin video de por medio, lo que introduce otro matiz)

donde el número de interactuantes es mínimo y la circunstancia muy íntima.

Hay mucha diferencia (haciendo referencia a la particularidad del medio visual escrito) cuando se escribe un libro para un público numeroso de rostro incierto, que cuando se escribe para una sola persona cuya mirada se conoce (Richardson, 1990). El tamaño del público está íntimamente relacionado con la penetración del medio que se utilice, y por estas dimensiones variables adquirirá sus características específicas la estructura de cada mensaje.

Existe el vago concepto del público general, al que más bien habría que referirse como heterogéneo o mixto (Rudock, 2007; Livingstone, 2005). Existe también la tendencia a considerar que el público general, por ser común y abarcativo es sencillo de enfrentar. Pero precisamente por su naturaleza heterogénea y mixta, y por la diversidad de receptores a impactar, exige la construcción de mensajes polivalentes que tengan efectos reales en diversas jerarquías y dimensiones, combinaciones complejas de ingredientes activos que al mismo tiempo no antagonicen ni se anulen mutuamente.

Hay circunstancias en que el público está presente y en otras no (Alasuutari, 1999). Las distancias en cada acción (quienes intercambian frente a frente o quien mira diferidamente un documental, por ejemplos extremos) son diferentes y están construidas en cada caso por varios segmentos que se miden con unidades distintas (cada acción comunicativa es un sistema distribuido). Franquear cada una de esas distancias plantea al comunicador modulaciones en el uso en los lenguajes implicados (Siricharoen, 2013; Segado-Boj, 2014).

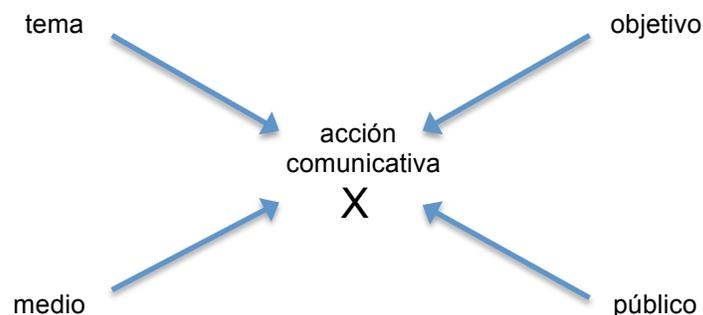
En ciertos casos, el público al que se enfrenta el comunicador no le será del todo conocido y hasta puede resultarle una sorpresa. Piénsese en una conferencia

pública en que el ponente no se sabe a ciencia cierta cuál será la composición de la audiencia hasta tenerla ante sí. En tal caso será incluso necesario ajustar al momento y sobre el proceso las modulaciones que requiera su presentación para afinarla como acción comunicativa en curso.

La introducción y toma en cuenta de cada variable nueva relativa a la naturaleza de las audiencias va multiplicando la diversidad de públicos y la necesaria diversidad de soluciones a las necesidades de CC, que se multiplica todavía más cuando se incorporan a la ecuación los otros componentes que intervienen en la construcción de las acciones de comunicación de ciencia: los temas, los objetivos y los medios.

Los componentes en la estructura de la acción comunicativa

Una vez descritos y detallados hasta cierto grado los cuatro componentes más importantes a considerar desde la práctica de la construcción de mensajes, podemos presentar un primer diagrama de acción comunicativa con cuatro vértices significados por sus componentes que confluyen hacia un centro que representa el producto o mensaje de la acción comunicativa (X).



Desde un punto de vista de la concepción estructuralista de las teorías empíricas, este esquema representa la estructura de los Mpp del acto de comunicación de la ciencia. En ellas se plantea el contexto adecuado sobre la construcción de un acto de CC. Puede considerarse que el diagrama de arriba representa la pregunta acerca de cómo deben articularse las peculiaridades de nuestros objetivos, públicos, medios y temas para constituir una acción comunicativa. En el diagrama se fijan los alcances y el ámbito de predicación de nuestro modelo y asimismo constituye el territorio de contrastación contra el que habrán de evaluarse sus bondades o desaciertos.

Como ya vimos, cada uno de estos cuatro vértices representa un sí mismo una amplia gama de posibilidades, y cada una de ellas puede generar a su vez un subconjunto determinado por la incorporación de otros criterios a las variables. Las distintas opciones de cada componente influirán mutuamente sobre los comportamientos de las opciones de los otros componentes.

A la hora precisa de la construcción de un mensaje en específico, cada componente aportará sus propias determinaciones y esto se reflejará en la composición final que adquiera el producto. Esto implica que todos los componentes operan de manera simultánea y coordinada generando una estructura completa, un sistema en el que viaja información de distinta naturaleza en diferentes direcciones creando flujos que gobiernan y modulan el comportamiento de todo el sistema y su expresión final.

El siguiente paso consiste en la adición de los “términos teóricos” es decir de

aquellos elementos que se postulan a fin de garantizar la solución del problema, y que en nuestro caso, una vez localizados, resultan casi triviales, nos referimos a la necesaria inclusión del comunicador (sea un individuo o una institución), que es el orquestador de la relación entre los componentes. La inclusión del agente al modelo representa los Mp de nuestro modelo.

La forma específica de comportamiento de cada agente, es decir, su forma específica de modulación de los componentes, introduce la correspondiente ley fundamental, lo que a su vez permite construir los modelos “efectivos”, “factuales”, o simplemente los M (lo que se realiza en este caso).

Para concluir sólo queda enunciar la acción del comunicador en un acto de habla. El comunicador, simplifica, contextualiza, ajusta o, para decirlo en un único término modula los temas y el discurso a fin de adecuarlos a los objetivos, medios y públicos, pero también, aunque en menor medida, puede operar en sentido inverso, modificando los últimos para adecuarlos a los primeros.

A fin de cuentas el modelo puede enunciarse en los siguientes términos: X es una acción de comunicación de ciencia (concretada en un producto que porta un mensaje) si y sólo si existen cuatro componentes o brazos y un agente que gestiona su interacción, es decir modula su presencia y manifestación en el mensaje.

Refinamiento del modelo

¿Cómo es posible explicar esa interacción modulada entre componentes de tan disímil naturaleza? La comunicación de la ciencia, lo hemos venido diciendo, y queda claro por la diversidad de enfoques disciplinarios requeridos tanto para su

realización como para su estudio, es un ámbito transdisciplinario por estar construida de distintos saberes que se entrecruzan formando una red que trasciende los límites entre esos saberes. Es una mirada creadora de asuntos en la coincidencia de contenidos y procedimientos llegados de disciplinas diversas.

Esta transdisciplina trata sobre asuntos (construye mensajes) elaborados con saberes provenientes de diversas disciplinas más una conjunción de herramientas y prácticas. En este espacio de aunamiento se vislumbran fenómenos cuya plena caracterización no está inscrita en los recursos disciplinares individuales (Köppen, 2005). Lo que obliga a generar nuevos lenguajes.

La relación natural entre transdisciplina y sistemas distribuidos se manifiesta con evidente claridad en trabajos como los de Casanueva y Méndez (2010), donde precisamente su intención es elaborar una explicación de la transdisciplina siguiendo el enfoque y las herramientas que ofrecen los sistemas distribuidos.

Consideramos que seguir esta pauta nos dota de una estructura no sólo para hablar de la CC como transdisciplina sino también para visualizar la vía por la que se relacionan y fluye la información entre los componentes que explican la construcción de los mensajes.

El diagrama, el planteamiento y las consideraciones presentadas líneas arriba resultan de aplicar las nociones estructuralistas y de recuperar las notas más pertinentes de la experiencia práctica. Así se recuperan los elementos principales del modelo, pero es necesario efectuar un refinamiento del mismo para mostrarnos con mayor claridad los flujos de información entre los componentes.

Por esta razón hemos decidido inspirarnos en las ideas de Barwise y Seligman (1997) en lo referente a sistemas distribuidos para hacernos de una herramienta adicional y profundizar en las relaciones y comportamiento de los componentes de los mensajes.

Los sistemas distribuidos

Dicen Barwise y Seligman (1997) que en virtud de que “no existe una ciencia de la información que se acepte” universalmente, se proponen establecer sus bases: “extraer lo esencial para entender el flujo de información”.⁴⁴ Refieren que el punto de partida para la construcción de su planteamiento tuvo mucho que ver con su intento de abundar sobre una teoría del conocimiento propuesta por Dretske (1987),⁴⁵ en la cual tal autor aporta una solución a la discusión sobre la relación entre creencia verdadera y conocimiento, señalando que el concepto que los enlaza es la información: “Una persona **sabe** que p , si **cree** que p , y su creencia que p (o los eventos en su mente responsables de tal creencia) lleva la **información** que p ” (Barwise y Seligman, 1997, p.10).

⁴⁴ “La información ha estado siempre en torno nuestro, saturando el universo. Hoy hay nuevas formas de extraer esa materia prima para generar nuevos productos y embarcarlos a mercados crecientemente hambrientos” (Barwise y Seligman, *op.cit.*, p. 4). En nuestro modelo, los componentes tipo de los mensajes son regiones saturadas de información.

⁴⁵ Basada a su vez en conceptos de la teoría matemática de la comunicación de Shannon (1948), que enfoca la información como mercancía definida por las relaciones entre distintos eventos, el conocimiento como creencia causada por la información y la percepción como entrega de la información para su procesamiento conceptual mediante mecanismos cognitivos. “Los teóricos de la comunicación la consideran como una red compuesta de procesos distintos, no determinísticos e interdependientes cuyo comportamiento conforma una distribución de probabilidad. Un *canal* es una parte de la red responsable de la dependencia probabilística entre dos de los procesos componentes, denominados la *fuentes* y el *receptor*. De la distribución de probabilidad pueden analizarse las cantidades de flujo de información de la fuente al receptor, el ruido en el canal, la capacidad del canal y demás. La idea básica es que la cantidad de información asociada a un evento está determinada por qué tan improbable es que haya ocurrido, y así, por el recíproco de la probabilidad de que ocurra” (Barwise y Seligman, *op.cit.*, p. 14).

¿Qué es la información? ¿Cómo los objetos, las situaciones y los sucesos (en nuestro modelo los componentes de las acciones comunicativas) pueden portar y llevar información? La respuesta es que lo que está fuera de la experiencia de alguien (en nuestro modelo el comunicador, que hace fluir entre ellos la información que portan los componentes que construyen el mensaje) está relacionado mediante leyes con lo que está dentro de su experiencia. La regularidad de la relación hace posible el conocimiento. La experiencia de alguien y los objetos remotos de su conocimiento forman un sistema distribuido sometido a regularidades,⁴⁶ de cuya existencia depende que las partes del sistema se mantengan unidas, de modo que hay un flujo de información entre unas y otras, y “esa información puede usarse para planear y actuar exitosamente” (Barwise y Seligman, 1997, p. 9).

La construcción de un mensaje es un sistema distribuido, cuyas partes constituyentes, en virtud de su naturaleza y la forma en que están interconectadas por el comunicador, permiten el paso de información. El que la información se conduzca no depende de las propiedades de los componentes del sistema (la acción comunicativa en construcción) sino de las relaciones entre ellas.

Si se considera entonces que cada transición y etapa se enfocan desde un modelo diferente, es necesario preguntarse a cada paso qué información transita y cómo

⁴⁶ En el ejemplo de una lámpara de baterías (Barwise y Seligman, *op cit.*) como sistema distribuido (embebido a su vez en un sistema mayor con otras dimensiones y niveles –el accidente y el rescate), sus componentes (foco, interruptor, baterías, gabinete) están ensamblados de manera tal que el funcionamiento de la lámpara es aproximadamente predecible (no necesariamente del todo –y no necesita serlo para que la información fluya, aunque la regla general es que cuanto más complejo y aleatorio es un sistema, menos información fluye a su través), es decir que presenta regularidades; hay una relación sistémica (la mera posición relativa, por ejemplo) entre los componentes.

lo hace. Responder cómo ocurre esto exigiría abordar y explicar todas y cada una de las transiciones implicadas en la estructura completa. Para esto son necesarios conocimientos de todos los campos que concurren (disciplinas, técnicas y artes disímiles, cada uno con particulares y variados principios teóricos y formas de explicación). “La información nos es una propiedad sintáctica de las oraciones; se requiere un sistema de interpretación para determinar el contenido de información que tienen... un sistema cuyo papel se encuentra firmemente anclado en el sustrato” (Barwise y Seligman, 1997, p. 7).

Los sistemas distribuidos permiten plantear vías de flujo que describen las dinámicas de movimiento que el agente transita para gestionar el entrecruzamiento de los componentes del mensaje. Los sistemas distribuidos son estructuras integradas que presentan relaciones armónicas todo-parte y que permiten ver porqué las partes son armónicas en relación al todo. Los productos de la comunicación presentan una propositividad sistemática que se explica si se considera que se forman como resultado del desarrollo paulatino de relaciones armónicas entre sus componentes por el intercambio iterado de información entre ellos.

El sistema está conformado por la concurrencia de distintos grupos de saberes o conocimientos, metodologías, sistemas empíricos, visiones disciplinares y agentes diversos, relacionados todos como infomorfismos. El fenómeno integral de la comunicación en la que intervienen todos estos elementos puede entonces considerarse como un sistema distribuido, abierto, elástico, latente, por donde fluye información para definir cada momento y cada caso.

Siguiendo a Barwise y Seligman (1997) podríamos afirmar que la

construcción de un mensaje implica movimiento de informaciones de diversa naturaleza (infomorfismos) a través de las distintas partes de un sistema distribuido. Y tal flujo de informaciones resulta en la construcción misma del mensaje.

La acción comunicativa (X), y por ende la existencia del objeto y el mensaje, se cimienta en la información que le es entregada por los cuatro componentes fundamentales que aportan para su construcción. Cada una de las partes del esquema –acción comunicativa (X), tema (T), objetivo (O), medio (M) y público (P)– puede desglosarse a su vez en tres componentes: formulaciones, particulares y relación.

FORMULACIONES de X, T, O, M y P:
Conjunto de tipo de formulaciones,
atributos o descripciones. TYPE. Teoría.



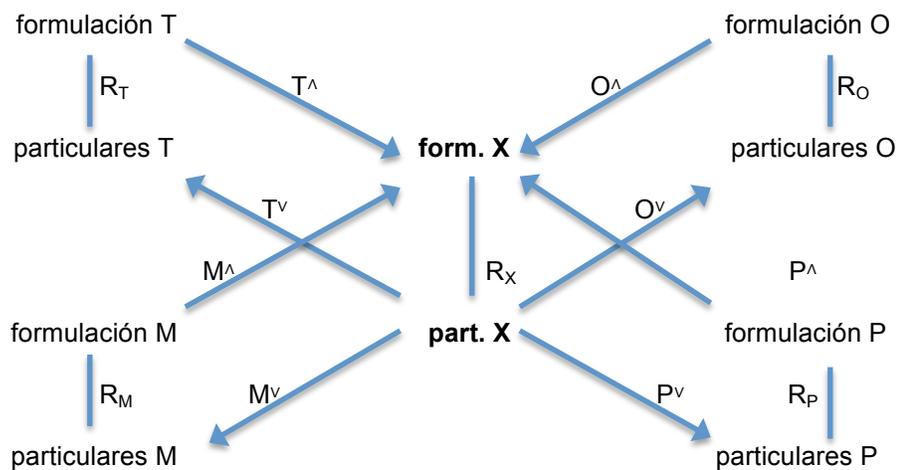
R: A cada particular
le corresponde una descripción
determinada por el tipo

PARTICULARES de X, T, O, M y P:
Conjunto de particulares específicos
Que adopta el tipo de formulación. TOKEN. Aplicaciones.

El primer componente de cada parte es un conjunto que da cuenta del tipo de formulaciones (atributos o descripciones) a que se refiere la parte o entidad en cuestión (X, T, O, M o P). El segundo componente es también un conjunto que da cuenta de las formas particulares específicas que toman los tipos de

formulaciones. El tercer componente de la parte es una relación que establece que a cada forma u objeto particular (*token*) le toca una descripción determinada por el tipo (*type*).

Comenzaremos por presentar la estructura de un sistema distribuido a la manera de Barwise y Seligman donde se sobrepone la estructura del sistema de construcción de mensajes con el que se intenta formar un modelo de comunicación de ciencia.



Formulaciones de X (mensaje): Conjunto de las variables, indicadores o moduladores que intervienen en la construcción de un mensaje. Todo mensaje puede ser descrito para su elaboración en términos de tales cuatro variables mínimas (tema, objetivo, medio, público).

Particulares de X: Conjunto de mensajes específicos ya construidos, productos terminados, objetos, acciones o realizaciones de comunicación de ciencia donde se manifiestan y visibilizan las variables que los construyen. Narraciones que dan cuenta de los rasgos característicos en cada caso relativos a

los indicadores propuestos. Desde este punto, como unidades mínimas en un determinado momento los mensajes son tuplas que describen el estado de al menos sus cuatro componentes básicos. Las descripciones pueden hacerse desde una amplia variedad de narrativas.

Relación Rx: Vincula cada mensaje específico ya construido con la combinación y dotación específica de variables que lo construyen. Asigna a cada mensaje particular la descripción de los indicadores específicos que lo determinan.

Formulaciones de T (tema): Conjunto de caracterizaciones en que se presenta el universo vasto del conocimiento científico. Mar de informaciones y saberes crecientes aportados por numerosas disciplinas y áreas de especialización.

Particulares de T: Conjunto de temas, subtemas y enfoques del conocimiento científico a entregarse en cantidades discretas. Las parcelas y dimensiones que se toman del conocimiento científico delineadas por las necesidades del mensaje en específico. La cantidad de información especializada necesaria para construir un mensaje determinado.

Relación R_T : Vincula la cantidad y naturaleza de la información científica con el mensaje del que forma parte, establece los límites de las parcelas del conocimiento científico que se toman para la construcción de cada mensaje de manera específica. Establece qué información, en qué cantidad y a qué profundidad se requiere en cada acción de comunicación. Nuevamente es determinante para definir esta característica la aportación y participación del resto de los componentes del mensaje.

T^V : Le asigna tema y contenidos correspondientes a cada mensaje particular.

T^A : Narra sobre los fragmentos y parcelas del conocimiento (de unas y otras ciencias) que se toman en consideración para la elaboración del mensaje particular. Señala cómo esa información influye en la conformación del mensaje, cómo lo determina.

Formulaciones de O (objetivo): Conjunto de caracterizaciones de las intenciones y propósitos que pueden motivar la elaboración de un mensaje o la puesta en marcha de una acción comunicativa. Características del mensaje relacionadas con la consecución de la meta definida. Una vez más, esto a su vez se nutre y repercute con las otras variables.

Particulares de O: Conjunto formado por las razones detectables que motivan la elaboración de cada mensaje particular (interesar, emocionar, educar, compartir, manipular, convencer, entretener, enseñar, publicitar, etcétera, y cruces entre ellas). Es primordial esclarecer plenamente la intención por la que ha de optarse en cada acción para un adecuado desarrollo en la construcción del mensaje. Descripciones de cómo se manifiesta una determinada intención en cada caso.

Relación R_O : Vincula cada intención manifiesta con las características que deben expresarse en la composición de un mensaje específico, a fin de que se cumpla la intención.

O^V : Le asigna a cada mensaje particular su objetivo particular.

O^{\wedge} : Pone de manifiesto cómo se presenta la intención dentro de la estructura y funcionamiento del mensaje. De qué manera se expresa el propósito, con qué rasgos del discurso y del medio se abona para alcanzar el objetivo. Narra las características que han de adquirir los otros componentes del mensaje para acercarse a la meta prefigurada.

Formulaciones de M (medio): Conjunto de caracterizaciones de los medios disponibles o susceptibles de ser usados. Características de los distintos medios según criterios de sensorialidad, presencialidad, inmediatez, masividad, sincronía, etc.

Particulares de M: Conjunto de medios concretos particulares optados y utilizados en la construcción de mensajes específicos. Descripciones de la participación del medio en cada caso.

Relación R_M : Establece que a cada particular le corresponde una determinada descripción. Vincula cada medio ya seleccionado con las características que determinaron su pertinencia y adecuación para participar en la composición de un mensaje específico.

M^{\vee} : Le asigna a cada mensaje particular su medio particular.

M^{\wedge} : Engarza el estatus del medio dentro de la estructura y funcionamiento del mensaje. Qué parte de las características del medio se manifiestan en el mensaje. Qué justifica que se haga uso de ese medio. No hay que olvidar que las razones para decidir una opción mediática dependen de la información que aporten los otros componentes del mensaje.

Formulaciones de P (público): Conjunto de caracterizaciones y criterios usados para la descripción de los distintos perfiles de públicos. Aquí caben todos los cruces de características que generan una gran variedad de tipos de públicos.

Particulares de P: Conjunto de públicos particulares definidos como destinatarios específicos de mensajes concretos. De sólo seguir el criterio de la edad, se tiene ya un primer abanico de posibilidades de audiencias, que se multiplica con la composición de otros muchos aspectos relativos al perfil de los grupos de personas.

Relación R_P : Vincula a cada público determinado con las características que deben expresarse en la composición de un mensaje específico, a fin de que atienda a tal público.

P^V : Le asigna a cada mensaje particular un público correspondiente.

P^A : Señala qué características del público se toman en consideración por ser determinantes para la elaboración del mensaje particular.

Si el agente comunicador pretende aproximarse a la construcción de un producto de CC efectivo tendrá que atender al máximo detalle y profundidad todos los aspectos relativos al tema, el objetivo, el medio y el público implicados en su acción o mensaje. Deberá encontrar la mezcla y el equilibrio de variables acordes a la circunstancia.

El producto de comunicación es como una estructura viva que guarda una intrincada armonía entre sus partes. Esta estructura se concibe, se gesta y

madura a través de una interacción reiterada de tales partes, interacción mediada por un agente (individual o colectivo) encargado de transitar repetidamente entre ellas y modular la participación y presencia de cada una en la composición del mensaje. Cada uno de estos componentes ejerce influencia sobre los otros, y el conjunto de los otros determina el comportamiento de cada uno. La información circula reiteradamente de uno a otro punto del sistema.

La atención que deposita el agente sobre el comportamiento de los componentes que concurren al orquestar la construcción de un producto es un proceso constante y dinámico, que conduce a un diálogo en el que los componentes van siendo informados unos de otros de sus respectivos comportamientos. El diálogo que el agente propicia entre los componentes ocurre en diferentes momentos y grados a lo largo del proceso de construcción del producto, y lo que cada componente va informando al sistema ajusta el comportamiento de los otros componentes y del sistema completo.

Esta interacción puede visualizarse como el ir y venir⁴⁷ de información que retransita por bucles o circuitos entre las diferentes partes modificándose porque éstas se ponen al tanto del estado unas de las otras y se hacen interdependientes. La modificación que propician a cada elemento los comportamientos de los demás elementos, se convierte a su vez en rasgo que imprime presión al resto de los elementos (como partes y como todo) y genera cambios. Concluir un producto implica haber transcurrido diferentes momentos de evolución de los elementos conformadores a causa de los ajustes y condicionantes que entre si se solicitan y

⁴⁷ Esto se manifiesta de manera muy evidente en los procesos de revisión, ajuste, corrección y perfeccionamiento que ocurren en la vida real de la creación de un producto.

llevados a efecto por el agente.

A su manera, cada componente que forma parte del sistema distribuido, y por lo mismo se encuentra de alguna manera en contacto con todos los demás componentes, se comporta a su vez como un sistema distribuido con posibles contactos hacia otros sistemas.

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

La información tiene valor, el conocimiento es un valor. Saber cada uno de nosotros cómo los demás perciben y entienden el mundo es conocimiento. Y hay muchas formas de conocer, una de ellas las ciencias naturales. De modo que para todo estrato social y para todo fin práctico sería recomendable que las personas tuvieran entre sus haberes una idea de este tipo de conocimiento. A eso se dedica la comunicación de la ciencia.

La riqueza y amplitud casi inaprensible del conocimiento científico se refleja y multiplica tanto en el ámbito de su comunicación como en el estudio de esta comunicación. La presente investigación cabe en la esfera de la ICC y plantea un modelo general de funcionamiento de construcción de acciones comunicativas.

Con herramientas de la filosofía de la ciencia de corte semanticista, de los sistemas distribuidos y de la experiencia personal como comunicador de ciencia, la intención de este trabajo es proponer un modelo que trate de explicar, al menos en parte y como punto de partida, cómo se aborda o articula cualquier acción o producción de CC.

¿Qué tipo de modelo? Uno que generalice el proceso, que detecte, evidencie y unifique en torno a una estructura las variables imprescindibles (tema, objetivo, medio y público) que han de considerarse y atenderse plenamente para construir un mensaje, y las relaciones que guardan unas con otras, los elementos presentes en toda práctica concreta de una diversidad de acciones consideradas bajo el concepto compartido de CC.

Cada acción comunicativa es un sistema específico por donde fluye

información: hay agentes diversos que dialogan y se retroalimentan en distintas medidas, hay contenidos en juego, hay medios, rutas y trayectorias adosadas a tecnologías en constante transformación que se despliegan en un panorama amplio de paisajes espacio-temporales. Cada sistema representa una forma particular de conversar. No obstante los marcados distinguos entre los productos de CC, en la combinatoria de estas contadas variables genéricas (tema, objetivo, medio, público), cada una de las cuales es subdividible y desplegable,⁴⁸ pueden haber todos los casos posibles de CC, lo que permite idear una estructura que los refleje de manera general.

Este modelo está planteado *desde* la práctica, pues de ella deriva sus variables (aunque éstas como vimos no son radicalmente diferentes de las propuestas en los modelos construidos desde la teoría). También está planteado *para* la práctica, pues establece puntos a esclarecer con precisión para enrolarse en la hechura de un mensaje.

Los cuatro componentes fundamentales de las acciones comunicativas del modelo son de naturaleza distinta:

- Los temas son conocimientos, objetos abstractos.
- Las intenciones son decisiones sobre los intereses de las personas o las instituciones que moldean la argumentación y el estilo de los mensajes.

⁴⁸ Cada componente de la acción comunicativa que ocurre a través de un sistema distribuido es susceptible de ser considerado un sistema distribuido en sí mismo formado por sus propias partes. Esto le otorga complejidad al modelo al mismo tiempo que nos suministra un esquema para la gestión de esta misma complejidad.

- Los medios son estructuras múltiples de flujos energéticos que llevan señales informativas donde conviven técnicas, tecnologías y lenguajes varios.
- Las audiencias son grupos humanos, entidades de interlocución de la más alta complejidad.

Si se transitara de un modelo de naturaleza menos narrativa (como lo es la de la mayoría de los modelos elaborados desde las ciencias sociales) y más matematizada, quizá resultarían menos complicados los análisis correspondientes a los componentes relativos a los contenidos y los medios, que los relativos a objetivos y audiencias, dado que estos últimos obligan a desplegar una gama más amplia de matices en la modulación en virtud de que tienen que ver con personas, intereses y modos de pensar.

Y ya quedó patente que cada uno de estos componentes se manifiesta en multitud de maneras. Es el constructor del mensaje quien concierta los componentes, quien opera la modulación y adapta el comportamiento de los componentes unos con otros. Esto lo hace a través de una entrega de contenidos que persigue un efecto en una audiencia con la que está en contacto de cierta manera.

La construcción de un mensaje, requiere de puntos de contacto o comunicaciones previas y simultáneas entre el agente comunicador y los aspectos sobre los que tiene que lograr concierto. La atención que deposita el agente sobre el comportamiento de los componentes es un proceso dinámico. Este diálogo que el agente propicia entre los elementos ocurre en diferentes momentos a lo largo

del proceso de construcción del producto, y lo que cada elemento informa al sistema para el ajuste de los otros elementos.

Concluir un producto implica recorrer diferentes momentos durante los cuales los componentes conformadores de los mensajes evolucionan en el proceso a causa de la influencia que ejercen unos sobre otros. Las modificaciones que se van imponiendo a cada elemento, se convierten a su vez en elementos bajo cuya influencia se propician ajustes y cambios.

El modelo dicta, en su propuesta de funcionamiento de construcción de las acciones comunicativas, un agente individual o colectivo que debe formarse, es decir, una visión de las tareas que deben cumplirse y por lo mismo de los desempeños que deben alcanzarse.

Si el agente comunicador pretende aproximarse a la construcción de un producto de CC efectivo tendrá que atender al máximo detalle y profundidad los aspectos relativos al tema, el objetivo, el medio y el público implicados en su acción o mensaje. Deberá encontrar la mezcla y el equilibrio de variables acordes a la circunstancia. El comunicador ha de reaccionar (con antelación y al momento) a la circunstancia. Debe entonces contar con todos los elementos que le posibiliten la apreciación y ponderación, al tiempo cavilada e instintiva, de las condiciones y características de todos los componentes.

El ir y venir del comunicador entretejiendo una y otra vez, tallando estos componentes unos contra otros hasta modular su convivencia, no es diferente de la reiteración que ocurre cuando se trata de mezclar sonidos para producir una pieza musical, o los ajetreos y enmendaduras que sufren las palabras cuando ha de corregirse su comportamiento en un texto para que puedan ser publicadas.

El comunicador como individuo puede verse en la circunstancia de tomar sus propias decisiones sin tener que compartirlas o ponerlas a consideración de alguien más. Pero sin duda, y es lo más seguro, tendrá también que enfrentar la situación de integrar un equipo donde han de seguirse instrucciones, en el más simple de los casos, o sumar y armonizar aportaciones y sugerencias de muchos participante, lo que presupone un alto grado de coordinación. Los sistemas distribuidos que tengan que edificarse para la consecución de uno y otro tipo de acción comunicativa serán específicamente distintos, pero cumplirán la misma función de llevar la información de los componentes que permita la construcción del producto con su mensaje.

Un ejemplo reiteradamente clásico de acción comunicativa en ciencia es *Cosmos* (Sagan, 1982), que debe haber iniciado como sistema distribuido en algún punto de un niño escéptico con tendencias analíticas y capacidad para sorprenderse y elaborar preguntas (los ingredientes fundamentales para el método científico), que al visitar una exposición universal descubrió que “el mundo contenía maravillas que yo nunca había imaginado”, y que cayó presa permanente de una sensación, “que jamás me ha abandonado, que nunca me abandonará”, de inmensidad y grandiosidad cuasi religiosa al descubrir, en un libro sobre las estrellas, la dimensión de las escalas del tamaño, la distancia y el tiempo en el universo.

El sistema evolucionaría tiempo después, tras nutrirse de otros ingredientes en el camino, en la realización de una serie de programas de televisión y posteriormente un libro con el objetivo manifiesto por parte del autor de dar a

conocer y compartir con un público amplio (“mucho más inteligente de lo que suele suponerse”), sus intereses, conocimientos y pensamientos.

Desde un comienzo hemos dicho que el modelo planteado resulta precisamente de la reflexión sobre la práctica concreta, del análisis de acciones específicas de comunicación ya realizadas, que no son otra cosa que los ejemplos empíricos de las acciones de comunicación de ciencia entendidas como sistemas distribuidos. Cada sistema particular, cada acción comunicativa, puede fundarse u originarse en cualquier punto de su estructura, y a partir de ahí ir construyéndose hasta formarse completo.

Los libros son algunos de los productos más claramente reconocibles como una parte resultante de las acciones comunicativas en ciencia, y todos pueden entenderse como sistemas distribuidos con algunas variaciones, cada uno a su vez puede, como sistema, ser pauta o generalización de otros.

Una institución o una editorial (una por razones de ejercicio de presupuesto y otra por su naturaleza lucrativa) solicita directamente a un agente la realización de un libro. En este caso, una y otra instancias recurren seguramente al agente pues están al tanto de sus desempeños y los juzgan adecuados, es decir, saben que el agente maneja el medio.

Para el solicitante, el sistema debe haberse echado a andar aún antes de formular la solicitud, desde el momento en que tuvo la responsabilidad de definir el tema, el público, el medio y el propósito de la acción comunicativa. La reflexión y discusión grupales previas en torno a la definición de estas variables se constituyen también como extensiones del sistema y, según se enfoquen, como sistemas mismos.

Para el agente comunicador el sistema se inicia en el momento en que es enterado de qué tendrá que escribir, para qué público y con qué propósito (un libro para jóvenes que les informe con intención preventiva de algún tema de salud pertinente, por decir un solo ejemplo).

A partir de ese punto, el agente comienza una serie de recorridos por los componentes particulares del sistema para estudiar y ahondar en cada una de sus características. Por supuesto que tiene conocimiento de algunas de tales características, pero sólo en cierta medida. Para atender, afinar y resolver el sistema, y que esto que redunde en la realización del mensaje, necesita conocer aún más las características de los componentes. Ante el mayor o menor grado de manejo que sobre el tema tenga el comunicador, transitará hacia diferentes fuentes de reforzamiento y refinamiento de los contenidos. El escritor se infiltra en su lector ausente no de manera directa sino vía el estudio y la observación distante. Así, esta región del sistema emana información que modula tanto la zona de los contenidos como la forma concreta en que serán dispuestos para el destinatario, es decir el medio.

El medio en este caso es relativamente sencillo: el agente tiene que escribir el original de un producto físico que, salvados los procesos editoriales, será para tomarse y leerse por individuos en distintos tiempos. El agente debe estar entonces en capacidad de utilizar las soluciones de lenguaje adecuadas a la especificidad particular de este público, de cada público, y también a las características del medio, algunas tan simples pero determinantes como el número de páginas que tendrá la obra. El público aporta también información al sistema en el sentido de cómo ha de componerse la escritura contenida en un espacio

determinado: la dotación de palabras, las dimensiones de las oraciones y los argumentos, el ritmo de flujo de la información, los pretextos narrativos que conduzcan la lectura, las tensiones emocionales que se pongan en juego en el texto.

Aunque el intercambio y diálogo con el público podría considerarse casi inexistente en este esquema (en otros como las conferencias, el diálogo puede ser mucho más voluminoso), no falta la oportunidad de aproximarse de alguna manera al público durante el proceso para lograr más información que nutra al sistema.

Ya para la composición del mensaje, en este caso la escritura misma de la obra, en el sistema fluye, del componente público al componente contenido, la información (gestionada por el agente) que permite establecer los enfoques y aspectos del tema que quedan cercanos al público, aquellos que forman parte de su interés, que de alguna manera le son íntimos (esto para afinar tanto la forma y la narrativa como los límites de los contenidos; no hay que perder de vista que este producto es un libro que se cierra, con un número definido y terminado de páginas, en otro tipo de productos de comunicación interactivos o electrónicos los contenidos pueden muy bien experimentar actualizaciones y escalamientos).

Adicionalmente al sistema previo en el que se toman las decisiones generales respecto a la acción comunicativa, y al sistema de la acción comunicativa en sí, existe otro sistema asociado donde se implican todos los procesos editoriales. El simple ir y venir del autor con el editor deja claro que vista la acción comunicativa desde el sistema editorial, puede describirse de manera diferente pero compatible y complementaria con el sistema inicial.

En este caso de un libro directamente solicitado, el componente que se refiere a los objetivos o intenciones de la acción comunicativa recibe ajustes mínimos al transcurrir las informaciones de distinta naturaleza entre los componentes. En las circunstancias de otros casos de comunicación, incluso estos propósitos pueden experimentar ajustes mayores.

Permítaseme redondear la ejemplificación de las acciones comunicativas en ciencia como sistemas distribuidos con una circunstancia genérica que tiene rasgos de anecdótica, pero de clara relevancia y en cierto grado común a la práctica de la comunicación de la ciencia: la charla que ocurre inesperadamente entre un profesionalista, el público en este caso, y su cliente habitual, casualmente un agente comunicador.

En virtud de que la noche anterior al día de la pregunta había estado mirando un programa de televisión acerca del espacio y parecían haberle asaltado algunas dudas, un día el profesionalista (un público constituido por una sola persona) pregunta de pronto: “¿Cómo está eso de los satélites de comunicaciones?” Sabe que desconoce muchas cosas y quiere entenderlas a mayor profundidad.

En ese punto y a partir de ese momento se pone en marcha una inesperada y compleja acción de comunicación de ciencia y al mismo tiempo la construcción de su correspondiente sistema distribuido. El agente conoce en cierta medida al público por el trato que han tenido. En algo lo conoce y de ahí parte su pesquisa para entender qué exactamente está solicitando saber el interlocutor.

Comienza entonces a redactarse en voz alta (dado que es una charla) un texto que va siendo corregido en sus formas y contenidos con el texto de la

retroalimentación directa del público, el cual aporta sus preguntas, reacciones y aclaraciones. En toda acción comunicativa existe siempre un cierto nivel de diálogo con el público (incluso por meros medios teóricos), pero en este caso el diálogo es irrestricto, equilibrado y plenamente horizontal.

En cuanto al tema de la pregunta hay que versar sobre gravedad, combustibles y energía, distancias y velocidades, tecnologías varias, exploración espacial, vida en el universo, etcétera (a un nivel que pueda resolverse, al menos en principio, con el conocimiento ya disponible sin la necesidad inmediata de completarlo o especializarlo). Escoger, de entre lo disponible, lo justo a la necesidad de conocimiento puesta de manifiesto.

El peso que para la construcción del sistema tiene la información que aporta el público es equiparable al de la información científica técnica que debe desplegarse y recrearse. A lo largo de la interlocución, mientras se incorporan los conocimientos de las diversas disciplinas que deben convocarse ante una pregunta de tal naturaleza, asimismo se van abriendo nuevos flujos de información desde el público, que por el diálogo aporta más rasgos sobre si mismo.

El medio es un espacio audiovisual, una conversación directa sin intermediación de infraestructura, comunicación verbal oral adicionada con gesticulación, movimiento corporal y contacto visual. Dos personas que alternadamente escuchan, preguntan, contestan, concilian, aclaran y comprenden. Una instancia donde ocurre de manera inmediata un flujo multidireccional de datos que permiten entender la necesidad y los antecedentes para ajustar con precisión al caso tanto los contenidos como las estrategias y lenguajes.

Un intercambio así puede durar meses. La interlocución inicial verbal-oral presencial deriva en el allegamiento al público de materiales de lectura ad hoc que dan paulatinamente pie a posteriores intercambios y, más aún, al grado de que el público termina interesándose en expresar por escrito en forma muy rudimentaria las ideas que tal experiencia le ha propiciado: resulta a fin de cuentas un ciclo de conferencias muy participativas, o una serie de capítulos de una hora quizá cada tres o cuatro meses, una secuencia de temas construida sobre la marcha de los encuentros en virtud de la información creciente que cada uno de los componentes de la acción comunicativa global va aportando para la conformación del sistema.

A la variedad de sistemas particulares que estos ejemplos revelan, agreguemos todo el matiz que añade en los sistemas el recurso de los medios que hacen uso fundamental de los lenguajes visuales y sonoros. Los sistemas adquirirán rasgos de mayor complejidad pero todos serán entendibles con los elementos y en los mismos términos de sistemas distribuidos que plantea el modelo.

El planteamiento del modelo mismo es un intento transdisciplinario que resulta de recuperar las notas más pertinentes de la experiencia práctica y de aplicar las nociones estructuralistas fundamentales. El refinamiento del mismo para mostrarnos con mayor claridad los flujos de información entre los componentes de las acciones de CC incorpora los conceptos de los sistemas distribuidos.

Nuestra aproximación constituye un nuevo tipo de extensión de las herramientas e intuiciones básicas que para el *análisis* de la teorías empíricas

plantea la concepción estructuralista. Más que un *análisis* estructural de un modelo, aquí se propone la *construcción* estructural de un modelo. No se trata tanto de un ejercicio filosófico o científico, sino más bien de uno técnico, sin exclusión de aspectos de los otros dos.

Además, el modelo ha sido planteado formalmente y se refiere al funcionamiento general de construcción de acciones comunicativas en ciencia, trata sobre el punto de partida y sobre la manera en que se aborda y articula cualquier producción en CC. Plantea un modo de operar en la práctica real de la comunicación. Es un modelo que generaliza el proceso, que evidencia y estructura sus variables imprescindibles y la forma en que se articulan, que da cabida al análisis constructivo de las distintas necesidades de CC. Deriva sus variables *desde* la práctica, y está planteado *para* la práctica, pues establece puntos a esclarecer sistemáticamente con precisión para atacar la hechura de un mensaje.

Adicionalmente, el modelo dicta, entre las líneas de su propuesta de funcionamiento de construcción de las acciones comunicativas, un agente individual o colectivo que debe formarse, es decir, aporta una visión de las tareas que deben cumplirse y por lo mismo de los desempeños que deben alcanzarse en la práctica profesional integral de la comunicación de la ciencia.

APÉNDICE

ASPECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

(DOCUMENTO ELABORADO POR EL CENTRO UNIVERSITARIO DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA DE LA UNAM COMO SOPORTE A LA EVALUACIÓN DE SU PRIMER GRUPO DE PERSONAL ACADÉMICO. 14 de enero de 1988.)

La comunicación del conocimiento científico es una labor muy amplia, tanto por los campos que cubre como por el público a quien está destinada. La extensión disciplinaria hace que esta labor requiera del concurso de personas con distintas formaciones profesionales, y la práctica muestra que es necesario realizar tal labor en forma interdisciplinaria. Por otra parte, las diferentes clases de destinatarios hacen indispensable establecer la comunicación de la ciencia en varios niveles, a fin de lograr la participación buscada.

La comunicación de la ciencia que se realiza en nuestra universidad fue originada dentro de la tradición académica y forma parte de la función que desempeña esta institución en nuestro país. En esa labor de comunicación pueden distinguirse aspectos educativos y de investigación, y el personal que la realiza ha ido profesionalizándose en años recientes. Como la investigación científica misma, la comunicación profesional de la ciencia requiere de grupos bien integrados de personas que complementen sus experiencias y dotes para el avance de la disciplina. Es una tarea con altos grados de complejidad que requiere de una capacitación especial.

Elementos para la comunicación de la ciencia

En una divulgación de la ciencia profesional confluyen por lo menos los siguientes aspectos:

1.- Una cultura científica amplia y profunda, es decir, la capacidad de entender a fondo las líneas fundamentales de argumentación de las disciplinas científicas.

2.- Un acercamiento peculiar a la ciencia (al conocimiento y a sus nexos con otros ámbitos) en el que predomina la intención de comunicarse con no especialistas.

3.- La capacidad de dominar el lenguaje natural y sus recursos para expresar con claridad y sutileza las exploraciones conceptuales de la ciencia. Un texto claro y bien estructurado es el mejor punto de partida para cualquier comunicación de la ciencia.

4.- La creatividad para el manejo de los medios de comunicación que serán empleados, trátase de textos, dibujos, fotografías, diaporamas, videos, exposiciones, actividades públicas, espacios museográficos, cine, radio, etc. Un aspecto de esta creatividad es encontrar las formas más eficaces de establecer el puente comunicativo entre el auditorio y los conceptos de la ciencia, o la recreación que se haga de éstos.

5.- Un espíritu crítico, analítico, que posibilita evaluar la eficacia y la originalidad de las obras de divulgación.

Investigación y comunicación de la ciencia

En la labor de comunicar la ciencia profesionalmente se realizan diversas actividades de investigación que, en términos generales, tienden a caer en dos grandes grupos:

- 1.- Estudio y análisis de las disciplinas científicas mismas.
- 2.- Estudio de las formas y medios para comunicar la ciencia.

En el primer tipo de investigación el investigador-comunicador comparte con el científico el interés directo por el avance del conocimiento como tal, esto es, participa del lenguaje y de la visión de las cosas de las comunidades científicas. Pero por otro lado se acerca al conocimiento científico con la “distancia” que le exige sus especialidad. Le interesa encontrar en las tramas conceptuales de la ciencias aquellos elementos (analogías, metáforas, símiles) que sirvan para establecer comunicación con el lenguaje natural de las comunidades exteriores.

El segundo tipo de investigaciones para comunicar la ciencia, el de los medios y formas, está obviamente muy vinculado a los hallazgos del primero, y por otro lado implica explorar con atención las posibilidades expresivas y comunicativas de los lenguajes en que se verterá la información científica. Comunicar la ciencia implica no una traducción en el sentido lato, sino la *creación* de lenguajes-puente que permitan relacionar el mundo de la ciencia y la cultura colectiva. En esta categoría cabe la investigación sobre el uso del texto escrito, de las imágenes, de los medios audiovisuales y de los espacios y ambientes.

Otros aspectos de la investigación de las formas de comunicar la ciencia consisten en indagar las características e intereses del público al que se dirige el mensaje, estudiar las respuestas a este mensaje y buscar los medios que

garanticen la retroalimentación permanente en el proceso de comunicación buscado. En síntesis, las investigaciones en la divulgación de la ciencia desarrollan modelos de comunicación de conocimientos generales cuyos contenidos están regidos tanto por su trascendencia dentro de la ciencia como por su interés en el desarrollo cultural del país.

Como la investigación científica misma sólo puede ser eficaz con la retroalimentación de la experiencia. Existen, también como en la ciencia, obras ejemplares de comunicación de la ciencia en donde se ven claramente expuestas las distancias características y actitudes que puede cobrar la investigación específica en esta actividad.

La labor de comunicar la ciencia establece líneas generales de investigación que se abocan fundamentalmente a:

1. Descubrir nuevas facetas del conocimiento científico.
2. Descubrir relaciones entre temas de distintas disciplinas.
3. Visualizar la ciencia de manera diferente.
4. Crear una atmósfera cultural que incluya a la ciencia.
5. Revisar y criticar la presentación de la ciencia.
6. Analizar ante el público la información científica.
7. Discutir en términos accesibles los problemas conceptuales básicos de una descripción científica.
8. Desarrollar un lenguaje científico en español.
9. Crear sistemas de evaluación acerca de la adaptación y captación de la información científica.

Es obvio que en muchas obras de divulgación científica se traslapan dos o más de las líneas mencionadas. El común denominador de todas las obras divulgatorias en las que es posible encontrar altos niveles de calidad, es que en ellas hay a la vez un profundo y apasionado conocimiento de la ciencia y una firme voluntad de crear vínculos comunicativos fuertes y confiables con el público general. No hay recetas. La investigación seria y bien ceñida es indispensable.

Un perfil para el (grupo) comunicador de la ciencia

Bajo las anteriores consideraciones, se vuelve ineludible la pregunta de cuáles son las características que debe reunir un comunicador de la ciencia, esto es, qué tipo de aptitudes de formación académica y de experiencia profesional resultan idóneas para el desempeño de esta tarea.

Como ya se apuntó, no suelen tenerse en una sola persona reunidos todos los atributos, son grupos de individuos complementarios los que en general funcionan mejor.

Es importante que todos los miembros de un equipo de comunicación de la ciencia sientan un interés vivo por el conocimiento científico, de ahí que es mucho más común encontrar aptitud entre quienes se han formado en licenciaturas en ciencias. Esto no excluye sin embargo que otras formaciones universitarias puedan ser un buen principio. Lo importante es partir de una sólida formación académica y ganar experiencia con la práctica en un medio profesional.

La preocupación por llegar a la claridad en la comunicación escrita es una componente ineludible tanto para la generación de textos para su publicación como para la escritura de guiones base para radio, audiovisuales, televisión y

eventos museográficos. Complementario a esto es el manejo de las imágenes fijas y en movimiento, de las bandas sonoras y de los espacios; de ahí la necesidad de integrar los equipos de comunicación de la ciencia tanto con profesionales como con técnicos.

Finalmente, los divulgadores de la ciencia son también promotores de la investigación científica, ya que su labor académica fortalece y organiza el conocimiento científico dentro y fuera del ámbito universitario. La comunicación de la ciencia realizada en forma profesional es un reflejo de la labor científica institucional.

BIBLIOGRAFÍA

Alasuutari, P., (ed.), 1999, *Rethinking the Media Audience*, Sage Publications.

Allor, M., 1988, "Relocating the site of the audience", en *Critical Studies in Mass Communication*, vol. 5, núm. 3, pp. 217-233.

Anaya, R., 2002, "La función democrática del periodismo científico", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC, UNAM, p. 15.

Arizpe, L., Florescano, E. y Pérez Tamayo, R., 1995, *Sociedad, Ciencia y Cultura*, Cal y Arena.

Asimov, I., 1999, *Nueva guía de la ciencia*, Plaza & Janés.

Avebury, Lord, 1946, *Las maravillas de la naturaleza*, Editorial Atlántida, Buenos Aires.

Balle, F., 1991, *Comunicación y sociedad. Evolución y análisis comparativo de los medios*, Tercer Mundo Editores.

Balzer, W., Pearce D.A. y Schimdt, H-J., 1984, *Reduction in science: Structure, examples and philosophical problems*, D. Reidel Publishing Company.

Balzer, W., Moulines, C.U. y Sneed, J.D., 1987, *An architectonic for science: The structuralist program*, D. Reidel Publishing Company.

Balzer, W., Sneed, J.D y Moulines, C.U. (eds.), 2000, *Structuralist Knowledge Representation. Paradigmatic Examples*, Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities 75, pp. 5-18.

Balzer, W. y Moulines, C.U., 1980, "On theoreticity", en *Synthese*, 44(3), pp. 467-494.

Balzer, W., 1985, "On a new definition of theoreticity", en *Dialectica*, 39(2), pp. 127-145.

Baron, J.H., 2003, "What should the citizen know about 'science'?", en *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96 (10), pp. 509-511.

Barwise, J. y Seligman, J., 1997, *Information flow: The logic of distributed systems*, Cambridge University Press.

Bauer, M., Allum, N. y Miller, S., 2006, "What can we learn from 25 years of PUS

research?”, en *Public Understanding of Science*, 16, pp. 79-95.

Bauer, M. y Gaskell, G., 2000, *Qualitative researching with text, image and sound. A practical handbook*, Sage Publications.

Bauer, M. y Howard, S., 2013, *Public Understanding of Science: compiled bibliography*, Londres, pus.sagepub.com/site/misc/PUS_book_v6_AG.pdf

Bauer, M., 2008, “Paradigm change for science communication: Commercial science needs a critical public”, en D. Cheng *et al.* (eds.), *Communicating science in social contexts*, Springer Science+Business Media B.V., p. 7.

_____, 2009, “The evolution of public understanding of science – Discourse and comparative evidence”, en *Science, technology and society*, 14(2), pp. 221-240.

Bennett, S., 1997, *Theatre audiences*, Routledge.

Bensaude-Vincent, B., 2010, “Splendeur et décadence de la vulgarisation scientifique”, en *Questions de communication*, 17, pp. 19-32.

_____, 2013, “Reconfiguring the public of science”, en P. Baranger y B. Schiele (eds.), *Science Communication Today, International perspectives, Issues and Strategies*, París, CNRS Editions.

Benveniste, E., 1983, *Problemas de Lingüística General*, tomo II, Editorial Siglo XXI, México, p. 83.

Bermúdez, G., 2002, “La dimensión social y humana de la divulgación”, en J. Tonda *et al.* (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, pp. 23, 28, 31.

Berruecos, L., 1998, “Análisis del discurso y divulgación de la ciencia”, en *Argumentos*, UAM-Xochimilco.

Berruecos, L., 2009, *La divulgación de la ciencia puesta en discurso*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Biro, S., (coord.), 2007, *Miradas desde afuera: Investigación sobre divulgación*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Bodmer, W., 2010, *Public understanding of science: The BA, the Royal Society and COPUS*, Notes and Records of the Royal Society, rsnr20100035.

Bonfil, M., 2002, “Los derechos del divulgador”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 38.

Bourges, H., 2002, "Algunas reflexiones sobre la divulgación de la ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 51.

Bowman S. y Willis C., 2003, "We Media: How audiences are shaping the future of news and information", recuperado el 5 de noviembre de 2014 de <http://www.citeulike.org/group/6022/article/5888629>

Bronowsky, J., 1944, *William Blake and the Age of Revolution*, Routledge and Kegan Paul.

_____, 1973, *The ascent of man*, BBC Books.

Bruine de Bruin, W., 2012, "Personal Beliefs: How People Perceive Scientific Facts and Issues", http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Bruza, P.D. y Song, D., 2001, "Informational inference via information flow", en Database and Expert Systems Applications, 2001", Proceedings 12th International Workshop on, pp. 237-241, IEEE.

Bucchi, M., 2008, "Of Deficits, Deviations and Dialogues. Theories of Public Communication of Science", en Bucchi, M., y Trench, B., (eds.), 2008, *Handbook of public communication of science and technology*, Routledge.

Bucchi, M., y Trench, B., (eds.), 2008, *Handbook of public communication of science and technology*, Routledge.

Bucchi, M. y Trench, B., 2014, "Science communication research: themes and challenges", cap. 1 en *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*, Bucchi y Trench (eds.), 2ª edición, Routledge.

Buckingham, D., (ed.), 1993, *Reading audiences. Young people and the media*, Manchester University Press.

_____, 2005, *Educación en medios. Alfabetización, aprendizaje y cultura contemporánea*, Ediciones Paidós.

Bufon, M., 2007, en Roffi, G. et al., "Communication of science, communication in science", en M. Claessens (ed.), *Communicating European Research 2005*, European Communities.

Casanueva, M. y Méndez, D., 2010, "Notas en favor de la transdisciplina o hacia una epistemología de las relaciones mereológicas entre modelos teóricos y sistemas empíricos", en Álvaro Peláez y Rodolfo Suárez (coords.), *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinariedad*, UAM-Cuajimalpa/Anthropos, pp. 41-

67.

Casanueva, M., 2003, *Mendeliana*, Porrúa-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México.

_____, 2005, “Los modelos en la filosofía de la ciencia del Siglo XX”, en Alfredo López Austin (coord.), *El modelo en la ciencia y la cultura*, Editorial Siglo XXI-UNAM, pp. 29-53.

Castells, M., 2009, *Comunicación y poder*, Alianza Editorial.

Castillo, A., 2002, “De la divulgación a la responsabilidad social de la ciencia: el papel de la comunicación en la problemática ecológica”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 69.

Castro, I., 2002, “La divulgación de la ciencia y la técnica como catalizadora de la creatividad”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 72.

Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), 1988, *Aspectos de investigación en la comunicación de la ciencia*, documento inédito.

Cepeda M., 2002, “Dialéctica y escucha”, en *Idea y Valores*, núm. 120, Bogotá.

Cerejido, M., 2002, “El vulgo para el que se divulga”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 75.

Chamizo, J.A., 2002, “Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 87.

Chávez, N. (comp.), 1999, *Todo por saber, Ensayos de cultura científica*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Chávez, N., 2004, prólogo a *La comunicación pública de la ciencia. Hacia la sociedad del conocimiento*, de Pierre Fayard, DGDC-UNAM, pp. 7-9.

Chávez, N., 2010, “Comunicación, conocimiento y arte”, ponencia en XXII Encuentro Nacional AMIC, Asociación Mexicana de Investigadores de la Comunicación, Universidad Iberoamericana, 2-4 junio.

Chávez, N., 2011, “Comunicaciones de la ciencia”, trabajo presentado en el XXIII Encuentro Nacional AMIC, Asociación Mexicana de Investigadores en

Comunicación, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Chávez, N., 2012, "Ambiente, individuo, ciencia y comunicación", en Ramos, J.M. y E. Molina (coords.), *Comunicación ambiental en México. Enfoques, experiencias, perspectivas*, Montiel & Soriano Editores, p. 16. Trabajo presentado en el 1er. Coloquio de Comunicación Ambiental, Puebla 2012.

Chávez, N., A.M. Sánchez, S. de Régules y M. Tappan, 2015, "La idea de déficit en la comunicación de la ciencia", en *Ciencia y Desarrollo*, marzo-abril 2015.

Chimal, C., 2002, "Petrarca esquina con Newton", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 95.

Claessens, M. (ed.), 2007, *Communicating European Research 2005*, European Communities.

Collins, P. y Bodmer, W., 1986, "The public understanding of science", en *Studies in Science Education*, 13, (1), pp. 96-104.

Conacyt, 2015, Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica, <http://www.conacyt.mx>

Cortassa, C., 2010, "Asimetrías e interacciones", en *ArtefaCToS*, diciembre, 3, 1.

_____, 2011, "El debate: el déficit cognitivo es el Cid Campeador", *El Foro. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pub. 25 abril 2011, <http://www.revistacts.net/elforo/396-el-debate-el-deficit-cognitivo-es-el-cid-campeador>

_____, 2012, *La ciencia ante el público. Dimensiones epistémicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia*, Eudeba, Buenos Aires.

Cruz, J. y Lewis, J. (eds.), 1994, *Viewing, reading, listening: audiences and cultural reception*, Westview Press.

Cruz, J., 2002, "La ciencia del periodismo de ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 106.

D'Andrea, L., 2007, en Roffi, G. *et al.*, "Communication of science, communication in science", en M. Claessens (ed.), *Communicating European Research 2005*, European Communities.

Davies L.S., 2010, "Science communication: a 'down under' perspective", en *Japanese Journal of Science Communication*, núm. 7, pp. 65-71.

Descartes, R., 2011, *Descartes*, Gredos.

Díez, J.A. y Lorenzano, P. (eds.), 2002, *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista. Problemas y discusiones*, Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas/Universitat Rovira i Virgili.

Díez, J.A. y Moulines, C.U., 1999, *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Barcelona, Ariel, pp. 267-391.

Directory of Science Communication Courses and Programs
<http://dsc.journalism.wisc.edu/grads.php>

Donghong, Ch. y Shunke, S., 2008, "The more, the earlier, the better: Science communication supports science education", en D. Cheng *et al.* (eds.), *Communicating science in social contexts*, Springer Science+Business Media B.V., pp. 151-163.

Dretske, F.I., 1987, *Conocimiento e información*, Salvat.

Echeverría, R., 2008, *Actos de lenguaje. Volumen 1: La escucha*, Granica, Buenos Aires.

Einsiedel, E., 2003, "Understanding 'Publics' in the Public Understanding of Science", en Dierkes, M. y von Grote, C. (eds.), *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*, Routledge.

Estrada, L., 2002, "La divulgación de la ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 150-151.

Eveland, W.P., 2012, "Effects of Mass Media on Knowledge and Beliefs: How Do Mass Media (Across Different Channels and Content) Influence the Public?", http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Fayard, P., 2004, *La comunicación pública de la ciencia. Hacia la sociedad del conocimiento*, DGDC-UNAM.

Feinstein, N.W., 2015, "Education, communication and science in the public sphere", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 52, pp. 145-163.

Fernández, R., 2002, "Chispa: una revista de ciencia para niños que quiere renacer", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, pp. 152, 153.

Fierro, J., 2002, "La divulgación de la ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N.

Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 162.

Fischhoff, B., 2012, "The Micro View: Individual Responses in Science Communication"
http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Fontenelle, Bernard le Bovier de, 1990, *Conversaciones acerca de la pluralidad de los mundos*, University of California Press.

Forte, B., 2005, *A la escucha del otro*, Ediciones Sígueme, Salamanca.

Frayn, M., 2000, *Copenhagen*, Anchor Books, Random House.

Gähde, U., 2002, "Holism, undetermination and the dynamics of empirical theories", en *Synthese*, 130, pp. 69-90.

Gánem, E., 2002, "Cuatro ofertas", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, pp. 175-176.

García, A., 2002, "La divulgación por escrito, algo más que un lenguaje claro", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, p. 181.

Gärdenfors, P. y Zenker, F., 2010, "Using conceptual spaces to model the dynamics of empirical theories", en E. Olsson y S. Enqvist (eds.), *Belief revision meets philosophy of science*, Springer Science and Business Media.

_____, 2013, "Theory change as dimensional change: Conceptual spaces applied to the dynamics of empirical theories", en *Synthese*, 190 (6), pp. 1039-1058.

Garvey, W.D., 2014, *Communication: the essence of science. Facilitating information exchange among librarians, scientists, engineers and students*, Elsevier.

Glymour, C., 2013, "Theoretical equivalence and the semantic view of theories", en *Philosophy of Science*, 80(2), pp. 286-297.

Gould, S.J., 1998, "The Great Asymmetry", en *Science*, vol. 279, núm. 5352, pp. 812-813. DOI: 10.1126/science.279.5352.812

Greco, P., 2004, Towards a 'Mediterranean model' of science communication, *Journal of Science of Communication*, septiembre, 3 (3).

Hanson, N.R. y Humphreys, W.C. (eds.), 1978, *Constelaciones y conjeturas*, Alianza Editorial.

Hartz, J. y Chappell, R., 1997, *Worlds apart: How the distance between science and journalism threatens America's future*, First Amendment Center.

Herrera, M.A., 2002, "Divulgar la ciencia, ¿por qué y para qué?", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, pp. 208, 210.

Holub, M., 1999, "La vida derramada", en Nemesio Chávez (comp.), *Todo por saber, Ensayos de cultura científica*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Hopper-Greenhill, E., 1998, *Los museos y sus visitantes*, Ediciones Trea.

Hoyos, N.E., 2002, "La apropiación social de la ciencia y la tecnología: una urgencia para nuestra región", en *Interciencia*, vol. 27, núm. 2.

Íñiguez, G. *et al.*, 2012, "Are opinions based on science: Modelling social response to scientific facts", en *PLoS ONE*, vol. 7, núm. 8.

Irwin, A., 2006, "Moving forwards or in circles? Science communication and scientific governance in an age of innovation", en R. Holliman, *Investigating science communication in the information age: implications for public engagement and popular media*, Nueva York, Oxford University Press.

Irwin, A. y M. Michael, 2003, *Science, social theory and public knowledge*, Maidenhead, Filadelfia, Open University Press.

Ísita, R., 2002, "Divulgación persuasiva de la Ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 213.

Jacobi, D. y B. Schiele, 1988, *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*, Presses Universitaires de France, Champ Vallon.

Jara, S., 2002, "Los nuevos retos de la divulgación científica", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, p. 226.

Johns Hopkins University, Master of Arts in Science Writing
<http://advanced.jhu.edu/academics/graduate-degree-programs/science-writing/>

Jurdant, B., 1969, "Vulgarisation scientifique et idéologie", en *Communications*, no. 8.

_____, 1973, *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*. Tesis doctoral, Universidad de Estrasburgo, 1973.

_____, 1996, “Enjeux et paradoxes de la vulgarisation scientifique”, coloquio *La promotion de la culture scientifique et technique: ses acteurs et leurs logiques*, dic. 1996, Université Paris 7-Denis Diderot, pp. 201-209.

Köppen, E., Mansilla, R. y Miramontes, P., 2005, “La interdisciplina desde la teoría de los sistemas complejos”, en *Ciencias*, vol. 79, pp. 4-12.

Kuhn, T.S., 1983, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica.

Lakatos, I., 1983, *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza Editorial.

Laswell, D., 1948, “The structure and function of communication in society”, en Miquel de Moragas Spá, *Sociología de la comunicación de masas*, tomo II, Gustavo Gilli, Barcelona, 1985, p. 50.

Leach, J., Yates, S. y Scanlon, E., 2009, “Models of science communication”, en Holliman, R. *Investigating science communication in the information age: implications for public engagement and popular media*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 128-146.

Lewenstein, B., 1992, “The Meaning of ‘Public Understanding of Science’ in the United States After World War II”, en *Public Understanding of Science*, 1(1), 45-68.

Livingstone, S., 2004, “The challenge of changing audiences. Or, what is the audience researcher to do in the age of the internet?”, en *European Journal of Communication*, vol. 19, núm. 1, doi: 10.1177/0267323104040695.

_____, 2005, *Audiences and publics: When cultural engagement matters for the public sphere*, Intellect Books.

López, C., 1983, “La creatividad en la divulgación de la ciencia. La recreación del mensaje científico”, en *Naturaleza*, 5/83, pp. 291-297.

López, C., 2002, “Fronteras: sobre el lenguaje común y el lenguaje científico”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, p. 227.

Lorenzano, P., 2012, “Base empírica global de contrastación, base empírica local de contrastación y aserción empírica de una teoría”, en *Agora*, 31(2), pp. 71-107.

_____, 2013, “The semantic conception and the structuralist view of theories: A critique of Suppe’s criticisms”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*,

44(4), pp. 600-607.

Massachusetts Institute of Technology , Graduate Program in Science Writing,
<http://sciwrite.mit.edu>

Marcos, A. y Calderón, F., 2002, "Una teoría de la divulgación de la ciencia", en *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, vol. 3, núm. 7, pp. 7-40.

Márquez, E., 2002, "Líneas para un plan nacional de divulgación de la ciencia en México", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Massarani, L. y Castro, I. del, 2004, "Popularisation of science: historical perspectives and permanent dilemmas", en *Quark*, núm. 32, pp.75-79.

Medina, M. y Kwiatkowska, T., 2000, *Ciencia, tecnología/Naturaleza, cultura en el siglo XXI*, Anthropos/Universidad Autónoma Metropolitana.

Méndez, M., 2002, "La cultura científica, base de un nuevo humanismo", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, p. 267.

Mendoza, J., 2002, "Divulgación científica posmoderna", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM, p. 269.

Mendoza, M., 2007, "La ciencia representada por la divulgación", en S. Biro (coord.), *Miradas desde afuera: Investigación sobre divulgación*, DGDC-UNAM.

Messariss, P., 1998, "Visual aspects of media literacy", en *Journal of Communication*, vol. 48, núm 1.

McKinsey, J., Sugar, A.C. y Suppes, P., 1953, "Axiomatic foundations of classical particle mechanics", *Journal of Rational Mechanics and Analysis*, 2, pp. 253-272. (Traducción al español de A.G. de la Sienra, "Fundamentos axiomáticos para la mecánica de partículas clásica", México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1978).

McLuhan, M., 1996, *Comprender los medios de comunicación, las extensiones del ser humano*, Paidós.

Miller, J.D., 1998, "The measurement of civic scientific literacy", en *Public Understanding of Science*, julio 1998, 7: 203-223, doi:10.1088/0963-6625/7/3/001

Miller, S., 2001, "Public understanding of science at the crossroads", en *Public Understanding of Science*, núm. 10, pp. 115-120.

Miller, S., 2008, "So where's the theory? On the relationship between science

communication practice and research”, en Cheng, D., Claessens, M., Gascoigne N.R.J., Metcalfe, J., Schiele, B. y Shi, S. (eds.) *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*, Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., pp. 275–287.

Mitchell, W.J.T., 2005, “There Are No Visual Media”, en *Journal of Visual Culture*, vol. 4, no. 2, doi: 10.1177/1470412905054673

Moirand, Sophie, 2006, “La divulgación de la ciencia y la técnica: ¿Nuevos modelos para nuevos objetos de estudio?”, en *Signos*, núm. 39, pp. 231-358.

Moles, A. y Rohmer, E., 1991, *Teoría estructural de la comunicación y sociedad*, México, Ed. Trillas.

Monaco, J., 1977, *How to read a film: The art, technology, language, history and theory of film and media*, Oxford University Press.

Monteagudo, C., 2013, “El diálogo posible entre dos tradiciones. Entre la ‘escucha del otro’ y el ‘principio de caridad’”, en *Areté*, vol. 25, núm. 2, Lima.

Mortureux, M.F., 1988, “La vulgarisation scientifique: parole médiane ou dédoublée”, en D. Jacobi y B. Schiele (eds.), *Vulgariser la science. Le procès de l’ignorance*, Editions Champ Vallon.

Moulines, C.U., 1982, *Exploraciones metacientíficas*, Alianza, Madrid.

_____, C.U., 2002, “Structuralism as a program for modeling theoretical science”, introducción en *Synthese*, 130, pp. 1-11.

_____, 2011, “Cuatro tipos de desarrollo teórico en las ciencias empíricas”, en *Metatheoria*, 1(2), pp. 11-27.

National Academy of Sciences, 2012, “The science of science communication” http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Nyre, L., 2007, “Experimental procedures for democratic participation in sound media”, en *Journalism Studies*, vol. 8, núm. 3.

_____, 2008, *Sound media: From live journalism to music recording*, Routledge.

Olsson, E. y Enqvist, S. (eds.), 2010, *Belief revision meets philosophy of science*, Springer Science and Business Media.

Pasveer, B., 2007, en Roffi, G. *et al.*, “Communication of science, communication in science”, en M. Claessens (ed.), *Communicating European Research 2005*, European Communities.

Palacios, J., 1998, "La comunicación de la ciencia como fenómeno de transporte", en *Contactos*, núm. 29, México.

Peralta, J., 2013, "La cumbia de las tres leyes de Newton", en Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=g4Y90GswWfo>

Pérez, A.R., 1993, "Modelos de cambio científico", en Ulises Moulines (ed.), *La ciencia, estructura y desarrollo*, Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Ed. Trotta, pp. 181-202.

Peters, H.P., 2012, "Institutional Constraints and Incentives: What Factors Determine When Scientists Act as Communicators and How They Succeed?", http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

_____, 2013, "Gap between science and media revisited: Scientists as public communicators", en *PNAS*, vol. 110, pp. 14102-14109.

Ranger, M. y Bultitude, K., 2014, "The kind of mildly curious sort of science interested person like me: Science bloggers' practices relating to audience recruitment", *Public Understanding of Science*, 0963662514555054.

Régules, S. de, 2002, "Objetivo: la alberca", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

_____, 2003, *Las orejas de Saturno*, Paidós.

_____, 2007, "Un dilema para divulgadores", en S. Biro (coord.), *Miradas desde afuera: Investigación sobre divulgación*, DGDC-UNAM.

Reynoso, E., 2002, "La cultura científica y la comunidad de divulgadores de la ciencia y la técnica", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Richardson, L., 1990, *Writing strategies: Reaching diverse audiences*, Sage Publications.

Rivaud, J.J., 2002, "Algunas observaciones acerca de la ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Robertson, D.W., 1946, "A Note on the Classical Origin of 'Circumstances' in the Medieval Confessional", en *Studies in Philology*, vol. 43, núm. 1, pp. 6-14.

Rodríguez, L.F., 2007, "Somos diversos, y qué", S. Biro (coord.), *Miradas desde*

afuera: Investigación sobre divulgación, DGDC-UNAM.

Rodrigo Alsina, M., 2001, *Teorías de la comunicación. Ámbitos Métodos y perspectivas*, Universidad de Valencia, Universidad Pompeu Fabre, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Jaume I.

Roffi, G. *et al.*, 2007, "Communication of science, communication in science", en M. Claessens (ed.), *Communicating European Research 2005*, European Communities, cap. 13.

Roqueplo, Ph., 1974, *El reparto del saber. Ciencia, cultura y divulgación*, Gedisa, Buenos Aires, 1983.

Ruddock, A., 2007, *Investigating audiences*, Sage Publications.

Sabin, R., 2001, "Comics, comix & graphic novels: A history of comic art", recuperado 14 mayo 2014, <http://www.citeulike.org/group/7712/article/3658476>

Sabugal, P., 2002, "Divulgación científica, ¿para qué?", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Sagan, C., 1982, *Cosmos*, Editorial Planeta.

Sánchez, A.M., 2002, "El bestiario de los divulgadores", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

_____, 2010, *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*, Universidad Veracruzana.

Sánchez, C. *et al.*, 2015, "Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession", en *Public Understanding of Science*, enero 2015, doi:10.1177/0963662514527204

Sánchez, M.A. y Biro, S., (coords.), 2010, *Ciencia Pública*, DGDC-UNAM.

Sartori, G., 2012, *Homo videns: la sociedad teledirigida*, Taurus.

Sayavedra, R., 2002, "¿Cómo hacer divulgación de la ciencia", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Scheufele, D., 2012, "The Macro View: Social Dynamics in Science Communication", http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Scheufele, D.A., 2014, "Science communication as political communication", en *PNAS*, vol. 111, pp. 13585-13592.

Schiele, B., 2008, "On and about the Deficit Model in an Age of Free Flow", en D. Cheng *et al.* (eds.), *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*, Reino Unido, Springer.

Schurz, G., 2014, "Criteria of theoreticity: Bridging statement and non-statement view", en *Erkenntnis*, 79(8), pp. 1521-1545.

Schwartz, L. y Woloshin, S., 2012, "Generating the science needed for relevant communication: How can social, behavioral and decision research extract the information that the public needs most from the wealth of scientific knowledge?", http://www.nasonline.org/programs/sackler-colloquia/completed_colloquia/science-communication.html

Secord, J.A., 2004, "Knowledge in transit", en *Isis*, 95, pp. 654-672.

Segado-Boj, F., Chaparro, M.A. y Berlanga, I., 2014, "La divulgación en los blogs científicos hispanoparlantes. Funciones, fuentes, lenguajes y estrategias retóricas", en *Prisma Social*, núm. 12, pp. 143-172.

Shannon, C.E., 1948, "A mathematical theory of communication", en *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, julio y octubre.

Sinatra, G.M., Kienhues, D. y Hofer, B.K., 2014, "Addressing challenges to public understanding of science: Epistemic cognition, motivated reasoning and conceptual change", en *Educational Psychologist*, 49(2), pp. 123-138.

Siricharoen, W.V., 2013, "Infographics: The new communication tools in digital age", en *The International Conference on E-Technologies and Business on the Web* (EBW2013) (EBW2013).

Sneed, J.D., 1971, *The logical structure of mathematical physics*, Dordrecht, Reidel.

Somedicyt, *El investigador en comunicación de la ciencia*, <http://www.somedicyt.org.mx/medios/hemerobiblioteca-virtual.html?view=document&id=12:dgdc-el-investigador-en-comunicacion-de-la-ciencia&catid=23:artic>

Song, D. y Bruza, P.D., 2001, "Discovering information flow using a high dimensional conceptual space", en *Proceedings of the 24th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, New York, pp. 327-333.

- Stegmüller, W., 1976, *The structuralist view of theories*, Springer.
- _____, 1979/2013, *The structuralist view of theories: A possible analogue of the bourbaki programme in physical science*, Springer Science & Business Media.
- Suppe, F., 1977, *The structure of scientific theories*, University of Illinois Press.
- Tarski, A., 1951, *Introducción a la lógica y a la metodología de las ciencias deductivas*, Espasa-Calpe, Argentina.
- The Royal Society, 1985, <https://royalsociety.org/policy/publications/1985/public-understanding-science/10700.pdf>
- Thompson, J., 1998, *Los media y la modernidad: una teoría de los medios de comunicación*, Paidós.
- Tlili, A., 2015, “Encountering the Creative Museum: Museographic creativeness and the bricolage of time materials”, en *Educational Philosophy and Theory*, (ahead-of-print), pp. 1-16.
- Toulmin, S., 1953, *The philosophy of science. An introduction*, William Brendan and Son, .
- Tonda, J., A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), 2002, *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.
- Trigueros, M., 2002, “Un análisis del proceso de comunicación”, en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.
- Trotta, R., recuperado 19 nov. 2013 de <http://speakingofscience.juliegould.net>
- Universidad de Campinas
Programa de postgrado en divulgación científica y cultural
<http://www.unicamp.br/unicamp/ensenanza-y-investigacion/postgrado/programas-de-postgrado/ciencias-humanas-sociales-y-art-14?language=es>
- Universitat Pompeu Fabra, Centro de Estudios de Ciencia, Comunicación y Sociedad, Máster en comunicación científica, médica y ambiental presencial, <http://ccs.upf.edu/formacion/master-en-comunicacion-cientifica-medica-y-ambiental-presencial/#sthash.J6Du8QIP.dpuf>
- University of Otago, Nueva Zelanda, Master of Science Communication (MSciComm, en Science and Natural History Filmmaking)
<http://www.otago.ac.nz/international/index.html>
- University of Sheffield, Reino Unido, Science Communication MS

<http://www.sheffield.ac.uk/international/>

Valek, G., 2002, "La divulgación de la ciencia, reto para la comunicación y el periodismo", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Van Fraassen, B.C., 1989, *Laws and simetry*, Oxford, Claredon Press.

_____, 2008, *Scientific representation*, Oxford University Press.

Varner, J., 2014, "Scientific outreach: toward effective public engagement with biological science", en *BioScience*, doi:10.1093/biosci/biu021.

Vilchis, L.D.C., 2012, "Memory and imagination in museographic design", en *International Journal of the Inclusive Museum*, vol. 5, núm 2.

Watson, J., 2008, *Media Communication. An introduction to theory and process*, Palgrave MacMillan.

Wee Hin, L.T. y Subramanian, R. (eds.), 2014, *Communicating science to the public. Opportunities and challenges for the Asia-Pacific region*, Springer.

Weldon, S., recuperado 15 dic. 2013, <http://speakingofscience.juliegould.net>

Williams, C., recuperado 15 dic. 2013, <http://speakingofscience.juliegould.net>

Williams, K., 2003, "Understanding Media Theory", recuperado 2 septiembre 2015, <http://www.citeulike.org/group/19556/article/9361027>

Wilson, A., (ed.), 1998, *Handbook of science communication*, Institute of Physics Publishing.

Wolf, M., 1987, *La investigación de la comunicación de masas*, Paidós.

Wolton, D., 2007, *Pensar la comunicación*, Prometeo Libros Editorial.

Zamarrón, G., 2002, "Divulgación de la ciencia. Un acercamiento", en J. Tonda, A.M. Sánchez y N. Chávez (coords.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, DGDC-UNAM.

Zenker, F. y Gärdenfors, P., 2014, "Modeling diachronic changes in structuralism and in conceptual spaces", en *Erkenntnis*, 79(8), pp. 1547-1561.