

Modelos Matemáticos de Información y Comunicación, Cibernética (Wiener, Shannon y Weaver): Mejorar La Comunicación es el Desafío de Nuestro Destino Cultural

Carlos Castro
Licenciado en Literatura, Universidad de Chile

caedram@gmail.com

Luis Filippi
Ingeniero Ejecución en Electricidad, Universidad de Santiago de Chile

luisfilippides@gmail.com

Resumen: Este documento hace una descripción de los modelos matemáticos de la comunicación e información asociados a Wiener, Shannon y Weaver, y las diversas vinculaciones que existen entre estos trabajos. A su vez se incluyen algunas reflexiones sobre el tema que plantean algunos estudiosos de la comunicación, diferencias conceptuales entre comunicación e información y los aportes de los autores desde sus propias experiencias.

Palabras Clave: Modelos Matemáticos, Comunicación, Información, Cibernética, Filosofía Positiva, Inteligencia Artificial, Lenguaje.

Abstract: This document describes mathematical models of communication and information associated with Wiener, Shannon and Weaver, and the various linkages that exist between these works. At the same time includes some reflections on the question posed by some specialists in communication, conceptual differences between communication and information and the contributions of authors from their own experiences.

Key Words: Mathematical Models, Communication, Information, Cybernetics, Positivism, Artificial Intelligence, Language.

1. Introducción

Una extensa literatura relaciona comunicación, información y cibernética con modelos matemáticos, distinguiendo entre connotados científicos a los norteamericanos Shannon, Weaver y Wiener. Ellos durante una época de post guerra y bajo las exigencias de un nuevo conflicto mundial desarrollaron diversas teorías y luego experiencias que permitieron, a partir del modelo humano, proyectar un trascendental invento para la humanidad: el computador.

Las vinculaciones entre la comunicación, la cibernética y los modelos matemáticos de información se plantean bajo el paradigma físico, que Capurro (2007) reconoce como el inicio de la ciencia de la información.

Se destaca también en este estudio vinculante la participación del ser humano como modelo inicial para luego, en desarrollo ya de los ingenios propiamente tales, este actor queda relegado meramente a un rol de operador o usuario, es decir lo que se conoce como información sin sujeto (Vera, 2010).

Finalmente establecidas las convergencias conceptuales bajo el prisma de un modelo matemático, los autores bosquejan las proyecciones de estas teorías y de tan significativos inventos (principalmente el computador) derivados de ellas en la comunicación social del siglo XXI.

2. Definiciones

2.1. Modelo

Miguel Rodrigo (1995) hace presente que un modelo no sólo implica una descripción simplificada de la realidad, sino también una explicación de la realidad descrita, que sería el principio racional que sustenta el modelo. En resumen de lo expuesto por Rodrigo y lo obtenido por los autores, un modelo es un instrumento de interpretación teórico-hipotética de una realidad heteróclita, construido por uno a más investigadores según sus objetivos.

En cada momento histórico los modelos han cumplido distintas funciones. Por un lado, cada modelo intentaba dar explicación a los cuestionamientos que su objeto de estudio le planteaba. Por otro lado, cada modelo reflejaba y coadyuvaba a la evolución de las teorías de la Comunicación, según Rodrigo en el texto citado.

Específicamente un modelo matemático es una pauta científica que utiliza fórmulas matemáticas para establecer y expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades u operaciones. Desde ese enunciado general, la definición de “modelo matemático de información” se considera un modelo específico cuyos detalles se exponen en el trabajo.

2.2. Comunicación

Es un proceso HUMANO con una naturaleza de vivencia y de sentido que se ocupa del armado y desarmado de los significados que hacen las personas y diversos grupos de la sociedad dentro de determinadas estructuras sociales (Héctor Vera, *El Fenómeno de la Información y la Comunicación*).

Desde un punto de vista técnico se entiende por el hecho (no sin grandes salvedades) de que un determinado mensaje originado en el punto A, llegue a otro punto determinado B, distante del anterior en el espacio o en el tiempo, implicando entonces la transmisión de una determinada información y una respuesta desde el receptor. Cuando este fenómeno se produce vía ondas herzianas, se denomina Telecomunicación.

2.3. Información

Es una estructura que se entiende dentro de la teoría de sistemas, que opera desde la observación de las funciones y los mecanismos, sin necesidad de identificar a los sujetos en particular. (Dr. Vera, *El Fenómeno de la Información y la Comunicación*).

Wiener define como información al “contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros” (Wiener, *Cibernética y Sociedad*).

Conjunto de datos correlacionados entre sí conforme a una estructura o protocolo previamente definido, con un origen y un destino.

2.4. Cibernética

Es un término que acuñó Norbert Wiener en el año 1947 que se refiere a un especial enfoque de la etología como fue el comportamiento animal en la sociedad. La palabra Cibernética deriva del griego *kubernetes* que significa timonel; en este sentido la Cibernética es entonces el estudio de las estructuras de los sistemas reguladores, es decir se propone develar los mecanismos presentes en los sistemas que sirven para regular los actos del “otro” o de sí mismo.

Wiener se refiere al “otro” tanto para los grupos humanos como para las máquinas e instala la Cibernética en el centro de la teoría de los mensajes, al querer regular el comportamiento o el actuar, tanto de una máquina como de un ser o un grupo humano. En lo referido a la Cibernética de Segundo Orden (Heinz Von Foerster¹), cabe señalar que fue generada 30 años después de Winner y tiene la particularidad e importancia de incluir al sujeto observador como sistema autónomo y autorreferente, que interactúa con el sistema estudiado.

La cibernética de segundo orden abre un espacio para la *reflexión* sobre el propio comportamiento y entra directamente en el territorio de la responsabilidad y la ética (Rodríguez de Rivera José²).

A través de esta operación es que la Cibernética se abre a las ciencias sociales, como ocurre en el caso de la teoría de los sistemas del alemán Luhman.

2.5. *Filosofía Positiva*

Esta línea de pensamiento se identifica con Javier Comte y su obra “Curso de Filosofía Positiva” en el año 1842, que consistió, a grandes rasgos, en la asunción de la razón y la ciencia como únicas guías de la humanidad capaces de instaurar el orden social sin apelar a oscurantismos teológicos o metafísicos. El estado positivo derivado de la filosofía ya mencionada, el hombre no busca saber qué son las cosas, sino que mediante la experiencia y la observación trata de explicar cómo se comportan, describiéndolas fenoménicamente e intentando deducir sus leyes generales, útiles para prever, controlar y dominar la naturaleza (y la sociedad) en provecho de la humanidad. A este estado de conocimientos le corresponde la sociedad industrial, capitaneada por científicos expertos que aseguraron el orden social.

En el siglo XX esta corriente es retomada como neo-positivismo dentro del cual los tres autores (Shannon, Weaver y Wiener) se enmarcan y a los que Capurro reconoce como los inauguradores de la ciencia de la información bajo el paradigma epistemológico físico.

2.6. *Inteligencia Artificial*

Se le define como aquella inteligencia exhibida por artefactos creados por humanos. A menudo se aplica hipotéticamente a los computadores. El nombre también se usa para referirse al campo de la investigación científica que intenta acercar la creación de tales sistemas a la inteligencia humana.

2.7. *Lenguaje*

El lenguaje es un método exclusivamente humano y no instintivo, de comunicar ideas, emociones y deseos por medio de un sistema de símbolos producidos de manera deliberada. El lenguaje también es considerado un sistema funcional formado dentro de la constitución psíquica o espiritual del ser humano. (El lenguaje, Edward Sapir 1921).

El concepto lenguaje ha sido asociado también al conjunto de signos e instrucciones que constituyen programas o algoritmos (software), con los cuales las máquinas (computadores) funcionan (Fortram, Cobol).

3. Desarrollo

3.1. Norbert Wiener, Warren Weaver, Claude Shannon, y sus Postulados sobre Comunicación e Información

Cuando se estudian los artistas del Renacimiento en forma separada se podrá sin duda admirar sus técnicas, sus interpretaciones de la realidad que los rodeaba, las escuelas que los cobijaban y guiaban y más de algún psicólogo habrá hurgado también en el ser interior de cada uno de los artistas para ilustrar modelos de conductas humanas. Sin embargo, si se hubiese tenido en esos siglos una herramienta como Google Earth para observar desde lo alto, se habría quizás asombrado que ese esplendor de las artes estaba circunscrito a una pequeña parte del planeta, que tenía realidades históricas comunes y una necesidad de buscar en la belleza y en el esplendor la tranquilidad que requerían después de haber vivido duros enfrentamientos bélicos y transformaciones de sus sociedades.

Con ese preámbulo como telón de fondo observamos que a cada uno de los autores citados (Wiener, Weaver y Shannon) les tocó vivir en un mismo tiempo y en un mismo lugar con una fuerte influencia del entorno que les era común.

Los temas en los que se centran los estudios doctorales y trabajos de investigación, desde el siglo pasado, se han orientado en su mayoría a buscar optimización de las diversas actividades humanas o a proporcionar mayores facilidades para el “bienestar y desarrollo” de la humanidad. A lo anterior hay que agregar que las fuentes de financiamiento para laboratorios, investigadores de tiempo completo, desarrollo de teorías y modelamientos de procesos, generalmente provienen de agentes externos, como gobiernos, empresas privadas, benefactores, etc., que buscan tras esas investigaciones un nuevo elemento que introducir en la vida de la sociedad, cuyos propósitos no se desarrollarán en este trabajo.

En el caso de Wiener, Weaver y Shannon, el ambiente bélico que les toca vivir contribuye al acelerado aporte que ellos hacen desde el tratamiento de la información, en beneficio de la comunicación. La necesidad de campañas publicitarias efectivas para despertar en la población de Estados Unidos un apoyo incondicional a la Guerra que estaban sosteniendo en ultramar, la urgencia de contar con mejores ingenios para procesar y difundir información, automatizar cálculos aritméticos para balística, fueron entre otros un fuerte acicate para que el Massachusetts Institute of Technology (MIT), o Princeton University, por ejemplo, impulsaran desde sus dominios todo el desarrollo que pudiese apoyar la tecnología utilizada en la guerra. Es entonces en este contexto social en el que

se desarrollan la Cibernética y la Teoría de la Información, con fines estipulados, pero con alcances que se proyectaron más allá del ámbito de desarrollo inicial³.

3.2. Norbert Wiener: El cambio paradigmático: del siglo XIX al XX

El paso del siglo XIX al XX significó más que la transición de una centuria a otra; en este caso se trata de un cambio secular en compañía de un cambio más profundo y complejo: el paradigmático. El ser humano pasa de un estado de seguridad y fe en el progreso, de estabilidad y comprensión lineal del cosmos, y de control de la naturaleza, a un estado de inestabilidad, de crisis, a un planteamiento desorganizado de la realidad (o realidades), en el que prima la relatividad y la contingencia al momento de abordar un fenómeno (en contraste con la certeza y objetividad desplegada en el siglo XIX). Este nuevo enfoque paradigmático proviene de causas distintas como las guerras mundiales, el psicoanálisis, las nuevas representaciones artísticas (vanguardia), la teoría del caos, la teoría de la relatividad, etc.

En este contexto de cambio paradigmático se valida la Cibernética como disciplina, o mejor dicho, sin este cambio en el nivel de las ideas y de la forma de abordar el conocimiento de la realidad, la Cibernética tal vez nunca se hubiese desarrollado. El padre de la Cibernética es el estadounidense Norbert Wiener, hombre de ciencia que acuñó el término tomándolo prestado desde el griego *kubernetes*, que significa timonel y que comparte etimología con las voces de la mayoría de las lenguas occidentales para denominar *gobierno*. Pero antes de entrar de lleno en lo que es la Cibernética como disciplina científica, se hace necesario una mayor contextualización.

Wiener, en su libro *Cibernética y sociedad*, dice que la reorientación de los puntos de vista (es decir el cambio paradigmático mencionado antes) se ve reflejado en la Física, principalmente en la obra de Gibbs. Este físico estadounidense introduce el concepto de probabilidad en la disciplina, en tanto ésta “ya no se ocupa de lo que ocurrirá siempre, sino más bien de lo que pasará con una probabilidad muy grande” (Wiener, 1952:12), otorgándole una actitud contingente al objeto de estudio. Así, se produce el primer cambio de importancia en el enfoque de la Física al considerar la posibilidad de más de una configuración de mundo, lo que se conoce con el nombre de *Universos Contingentes o Probabilísticos*. Otros físicos en esta misma línea desarrollaron el concepto de Universos Paralelos en la Teoría de Cuerdas⁴, que en lo principal reúne la física de Newton y atómica en el concepto cuerdas de energía presente en todos los elementos del Universo, sean grandes o pequeños.

Entonces se tiene que la Física se debe preocupar no ya de encontrar afirmaciones para un universo determinado en su totalidad, sino que debe encontrar la respuesta a la siguiente pregunta: ¿hasta qué punto son probables en un conjunto mayor de universos las respuestas a ciertas preguntas en algunos de ellos? (por ejemplo el cálculo balístico). Por medio de este enfoque es que la “Nueva Física” se despega de la tradición anterior,

la física newtoniana, que representaba la realidad como un universo organizado, lineal y regido por leyes incuestionables y se abre a los estudios probabilísticos como los modelamientos matemáticos que se revisan en este trabajo.

La nueva física ha tendido a conducir a una filosofía de la ciencia conocida como operacionalismo⁵. Sus seguidores dicen que no se puede describir la naturaleza tal como realmente es. La ciencia es meramente un método para dominar y emplear la naturaleza. Como lo explica Hart Henk (The Challenge of our Age), “*están teniendo lugar trastornos paralelos en todas las áreas de la vida y de la cultura. Se niega toda base de una ley-orden universal. En consecuencia, se desafían todas las tradiciones, se ponen a prueba todos los principios, no hay verdad permanente*”.

En ese escenario de confusión científica o cuestionamiento de lo considerado como absoluto, la entropía tiende a conceptualizar este caos.

3.3. Entropía

De lo anterior, la Física en este nuevo contexto de negación de la ley-orden universal, se plantea desde el estudio de la probabilidad, entregar una respuesta en la mayor cantidad de universos posibles. Así, Wiener dice que desde este enfoque, al considerar el universo como un todo, se encuentra una tendencia a la desorganización y al caos, transversal a la mayoría de realidades o universos contingentes. Esta propiedad intrínseca es lo que se conoce con el nombre de *entropía*; visto desde otra perspectiva, se puede considerar la *entropía* como el paso del estado menos probable (la organización) al más probable (la desorganización), propiedad que aumenta con la edad del universo y que hace perder los rasgos característicos de éste, empeorando su condición.

Si bien la entropía conceptualmente se asocia a la irreversibilidad de los sistemas termodinámicos, su aplicación al Universo ha derivado en una serie de teorías tales como los agujeros negros, la antimateria, el caos y otras, todas las cuales tienen sustento científico en la segunda ley de termodinámica⁶, que anuncian como epílogo la muerte térmica del universo. Ello es la entropía universal, que se describe como la tendencia dominante dentro del “Universo como un todo”.

Para Wiener, existen otros sistemas, otras realidades u otros universos que viajan en la dirección contraria y en los que se ancla la vida (como las ciencias exactas). Esto quiere decir que dichos sistemas tienen una tendencia al aumento de la complejidad de la organización (siempre limitada) en vez de sumarse a la tendencia entrópica universal. Es dentro de este conjunto de sistemas rebeldes, que viajan en sentido contrario a la entropía, en el que se instala la Cibernética como estandarte de resistencia a la tendencia universal (entropía).

3.4. *Definiendo Cibernética*

Como ya se mencionó, la palabra Cibernética deriva del griego *kubernetes* que significa timonel. En este sentido la Cibernética es entonces el estudio de las estructuras de los sistemas reguladores, es decir que ésta se propone develar los mecanismos presentes en los sistemas que sirven para regular los actos de sí mismo o del “otro”. Wiener ocupa la palabra “otro” tanto para los grupos humanos como para las máquinas e instala la Cibernética en el centro de la teoría de los mensajes, al querer regular el comportamiento o el actuar, tanto de una máquina como de un ser o un grupo humano, a través de lo que se debe transmitir entre ellos, un mensaje⁷.

Wiener a su vez extrapola la Cibernética desde el gobierno de las máquinas y la regulación del actuar humano hasta el campo más extenso que es la sociedad. Al respecto señala que “sólo se puede entender la sociedad mediante el estudio de los mensajes”, a la vez que proyecta la complejidad social futura con la integración tecnológica al decir que “en el futuro los mensajes desempeñarán un papel más importante entre hombres, máquina y hombre, máquina y máquina”.

Dentro del paradigma físico (Capurro, Epistemología y Ciencia de la Información) derivado del positivismo en el cual se mueve Wiener, se produce una indiscriminación entre el ser humano y la máquina. Dicho en otras palabras, es lo mismo regular el comportamiento de una máquina que de un ser humano, ya que no cambia la relación del emisor con la señal física emitida para regular el actuar del receptor, con las señales que el emisor percibe de asentimiento del mensaje recibido. Se tiene entonces un énfasis en la transmisión física de un mensaje, donde la subjetividad propia del ser humano queda relegada a un segundo plano e igualada a la no-subjetividad de la máquina.

Al centrarse en lo físico la Cibernética se interesa también por la degradación de un mensaje al pasar de un ente a otro, es decir, la Cibernética debe luchar con la tendencia natural a la desorganización y degradación de la energía (entropía), por la eliminación del ruido, encontrando eco en este punto con la Teoría de la Información, cuyos orígenes se encuentran entre otros, en la publicación del artículo de Claude E. Shannon (1948) “La Teoría Matemática de la Comunicación” (*The Mathematical Theory of Communication*) y que se trata en este trabajo.

En lo central Wiener plantea que el sistema nervioso central del ser humano (del animal en general), posee una característica muy relevante como es la retroalimentación que se produce desde los músculos a través de los órganos sensoriales hasta regresar nuevamente al sistema nervioso central, identificados como procesos circulares, procesos que podrían adaptarse a mecanismos de control artificiales (Rendueles y Dreher). Esa investigación abre el camino para el nacimiento de la cibernética y el computador como una especie de procesador de información y de manipulador de símbolos, como lo hace el ser humano en su proceso de transformación de la información en comunicación a través de su sistema nervioso central y cerebro. La cibernética trata de cómo

un estímulo se transforma en información (*input*) y cómo el sistema receptor reacciona con una respuesta (*output*).

3.5. Mensaje, Información y Entropía

Dentro de la concepción cibernética los mensajes son constituidos por información, y estos a su vez por datos. Así, la información es la organización de un contenido que es objeto de intercambio, por lo tanto, se encuentra en la información y en la construcción de un mensaje un mecanismo contrario a la entropía, la *gentropía*.

Es la información la que le otorga organización al mensaje y si se considera la entropía como el estado más probable (producto del cambio paradigmático), el mensaje con mayor información va a ser el estado menos probable. Mientras más probable el mensaje, menos organización contiene, por lo tanto menos información presenta. Wiener da el ejemplo del cliché frente al poema: el primero es el estado más frecuente y probable dentro de la realización de una lengua, por lo que contiene menos información. El poema en cambio es el estado menos probable de la lengua, por lo tanto contiene más información que el primero (Wiener, 1952).

3.6. Máquinas, Seres Humanos y Retroalimentación

A grandes rasgos Wiener reconoce principalmente dos tipos de máquinas: con y sin órganos sensoriales. Las primeras vendrían a ser reguladas en su actuar por el mundo exterior, ya que reciben mensajes desde éste para llevar a cabo un comportamiento contingente (como las puertas automáticas con sensores). Las segundas son las máquinas que vendrían a regular el mundo exterior al recibir un mensaje, como por ejemplo el semáforo que regula el tránsito al recibir el impulso eléctrico en tanto mensaje que lo hace cambiar de color⁸.

A su vez, en las máquinas se encuentran tres componentes claves para un funcionamiento contingente; ellos son la entrada o *input* (datos, mensaje introducido), la salida u *output* (efecto) y la memoria (registro de hechos pasados). Como la máquina está sometida a un ambiente variable y para que ésta tenga un comportamiento adecuado, ella debe informarse de sus propias acciones. De ahí la importancia de la memoria que produce la regulación de la máquina de acuerdo a su comportamiento real. Este mecanismo es denominado retroalimentación y encuentra su analogía en el ser humano y en los animales en la capacidad cenestésica de ellos, es decir en la memoria corporal que recuerda la posición y tensión de cada uno de los músculos y partes del cuerpo de manera casi inconsciente. En el fondo se tiene en la retroalimentación una herramienta para frenar la desorganización o entropía, que no es más que informar al aparato regulador central la acción ejecutada y no sólo la deseada.

3.7. Shannon y Weaver

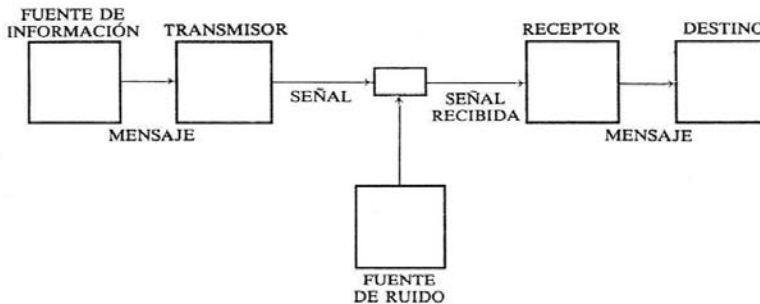
Teniendo como maestro a Wiener, la propuesta de Shannon y Weaver sintonizaba claramente con el esquema estímulo-respuesta del conductismo o neopositivismo. El esquema E-R (emisor-receptor) fácilmente se puede convertir en el modelo canónico de la comunicación, como lo apunta Abril (1997: 21). “Las corrientes funcionalistas y conductistas de la sociología y de la psicología social fueron especialmente sensibles al hechizo ‘económico’ del modelo ‘E-M-R’...”

El modelo de Shannon y Weaver, aunque se centraba en un aspecto concreto de la comunicación como era la eficacia en la transmisión de mensaje, partía de una concepción amplia del fenómeno comunicativo. Weaver (1981: 20) consideraba la comunicación como el “conjunto de procedimientos por medio de los cuales un mecanismo (...) afecta a otro mecanismo”. Como puede apreciarse esta idea sintoniza perfectamente con uno de los elementos fundamentales del proceso de comunicación como es su capacidad de influencia.

Para Weaver (1981: 20), en la comunicación hay que distinguir tres problemas distintos y sucesivos. En primer lugar un problema técnico: ¿Con qué precisión se pueden transmitir las señales de la comunicación? El segundo problema es semántico: ¿Con qué precisión los mensajes son recibidos con el significado deseado? Por último estaría un problema de efectividad: ¿Con qué efectividad el significado recibido afecta a la conducta del destino en el sentido deseado por la fuente de la información?

Para la teoría matemática de la información el problema técnico (precisión de la transmisión) es lo fundamental, porque si la transmisión no se produce eficazmente, de hecho, los otros problemas ni se plantean. En definitiva, como señala Weaver (1972:36), “los problemas que han de estudiarse en un sistema de comunicación tienen que ver con la cantidad de información, la capacidad del canal de comunicación, el proceso de codificación que puede utilizarse para cambiar un mensaje en una señal y los efectos del ruido.”

Figura 1.



Fuente: Shannon y Weaver (1981)

Como puede apreciarse el proceso de la comunicación se inicia en la fuente que es la que genera el mensaje o mensajes a comunicar. La fuente de información selecciona a partir de un conjunto de posibles mensajes el mensaje escogido. A continuación, el transmisor opera sobre el mensaje y lo codificará transformándolo en señal capaz de ser transmitida a través de un canal. El canal es el medio utilizado para la transmisión de la señal desde el transmisor hasta el receptor y también usado por el receptor para su respuesta. Es allí donde Shannon y Weaver determinan que se genera el ruido que puede afectar el mensaje, indicando que la causa es por la agregación de una serie de elementos que no son proporcionados intencionalmente por la fuente de la información.

Cuando la señal es recibida por el receptor se lleva a cabo la operación inversa a la del transmisor, reconstruyendo el mensaje a partir de la señal. El receptor recibe la señal y la transforma de nuevo a su naturaleza original de mensaje, al que se habrán podido añadir eventualmente los ruidos anteriormente señalados. El destino es el punto final del proceso de la comunicación. En el destino está el destinatario al que va dirigido el mensaje. Lo importante en este modelo es que el mensaje codificado por el emisor sea el mismo que es recibido por el destinatario.

Uno de problemas que plantea este modelo es el propio éxito que tuvo más allá de su ámbito disciplinar. Las extrapolaciones a otras disciplinas hicieron que, en muchas ocasiones, no cumpliera las expectativas depositadas en su capacidad explicativa de un fenómeno tan complejo como la comunicación.

La formulación shannoniana presupone en una primera generalización la existencia de un emisor o fuente de información de memoria nula (*zero memory* o *memoryless*). Ello quiere decir que la emisión de un determinado símbolo es estadísticamente independiente de los símbolos o mensajes generados previamente. O dicho de otro modo, que un mensaje dado no está influido por los mensajes previos, siendo a todos los efectos un suceso aislado sin relación con los demás. Desde allí se generan proyecciones de múltiples mensajes que ayudadas por funciones logarítmicas aportadas por Nepier en 1614 y por el álgebra de Boole en el siglo XIX, son aplicadas por primera vez en el diseño de circuitos de conmutación eléctrica biestables, por Shannon, en 1948.

De lo anterior se puede concluir que el modelo en cuestión permitió técnicamente convertir la voz que contenía el mensaje de energía acústica, en impulsos eléctricos a través de un micrófono; de allí esos impulsos modulaban la radiofrecuencia de un transmisor generando una señal electromagnética en cuyo interior viajaba la voz generada al inicio, y que era finalmente enviada desde una antena al espacio (ionósfera). Esa energía que viaja ordenadamente en una frecuencia predeterminada (ondas herzianas) era captada por el receptor que sintonizado en la misma frecuencia, la demodulaba y decodificaba para rescatar el mensaje en el lenguaje original. El concepto de retroalimentación desde el receptor al emisor fue fundamental para verificar la eficacia del sistema que debía separar el ruido del mensaje para hacerlo inteligible en su destino final. Esa misma dinámica se

aplicó a la transmisión de datos binarios que permitió comunicar a los computadores entre sí a largas distancias.

4. Conclusiones

La “Discusión epistemológica” se fija como punto de partida las concepciones opuestas que en el siglo XVII se tenían del conocimiento humano, específicamente el racionalismo de Descartes y el empirismo de John Locke, “An essay concerning human understanding 1690”, y que Kant en su “Crítica de la Razón Pura” (1791) integra, generando una visión moderna de la epistemología en la que se enmarcan las teorías de Wiener, Shannon y Weaver, y antecesores como Abraham Moles.

Teniendo en consideración que tanto Moles como Wiener habían iniciado sus estudios universitarios en ciencias humanistas, las que probablemente les permitieron delinear proyecciones de la representación de la inteligencia humana en máquinas, los autores de este trabajo estiman que a través de ellos se establece el puente que interconecta la comunicación social con los modelos matemáticos, un puente también entre los hemisferios derechos e izquierdos de esos científicos.

Por su parte las corrientes del nuevo positivismo habrían influido en Wiener, Shannon y Weaver para aventurar sus modelos matemáticos asociados a la comunicación, partiendo del procesamiento de la información que comenzó a generarse en forma masiva en los computadores. También la nueva forma de estudiar y aplicar la física desde una perspectiva probabilística y entrópica habría influido en sus importantes aportes al procesamiento de información.

Sin embargo, una perspectiva que el modelo de Shannon y Weaver no desarrolla explícitamente, es la que McLuhan proyecta (Galaxia de Gutemberg) en su determinismo tecnológico, específicamente en *La era Electrónica*: “debemos sobrevivir a los medios, evitar que estos nos ahoguen... si queremos salvarnos de morir ahogados por los medios que nosotros mismos hemos creado, primero debemos observarlos y luego entenderlos... Estoy convencido de que si no desarrollamos una actitud reflexiva frente a ellos, terminarán por ahogarnos”. McLuhan, si bien tenía grandes esperanzas en las nuevas tecnologías, pensaba que la tecnología electrónica no dependía de las palabras y dado que la computadora significaba la extensión del sistema nervioso central, cabía la posibilidad de extender la conciencia sin verbalización, planteando un problema filosófico derivado de la exclusión de sentido y reconstrucción de significado presente en la teoría de la información.

Por otro lado, se pueden dar algunos alcances sobre la “adecuación de modelos matemáticos” a la Ciencia de la Información. El modelo de comunicación implícito en la teoría de Shannon y Weaver es una teoría matemática de la medición de información, y no de la información en sí. Shannon le dio al aspecto semántico un esquema muy simplificado en el que los interlocutores comparten a priori una ‘lengua’ idéntica

compuesta además por signos muy bien diferenciados entre sí. De ellos el emisor elige uno o varios elementos que transmite al receptor, quien a su vez puede reconocerlos sin ambigüedad. Sin embargo el signo verbal es “una entidad psíquica que asocia una imagen acústica con un concepto en el que cada individuo ejerce la facultad de asociación que le es propia para crear el sentido” (de Saussure, Ferdinand. Curso de Lingüística general); ello conlleva a reconocer la idealización desde el punto de vista de la teoría de la información, ya que ésta contempla a los sujetos como que manejan en idéntica medida una misma lengua, con todas las construcciones de sentido idénticas también, válido para la comunicación entre computadores.

Consecuentemente se tiene que al no considerar Shannon y Weaver el aspecto semántico integrado a la teoría de la información se produce una nivelación en la producción e integración de sentido, mecanizando el fenómeno e igualando así al ser humano con lo unívoco presente en mecanismos artificiales.

Algunos autores concluyen que si se quiere englobar en la teoría de la Información a los procesos comunicativos verbales se debe renunciar al modelo matemático desarrollado por Shannon. (E. Martínez Montalvo y J. A. Martínez Comeche, Adecuación de modelos matemáticos a la ciencia de la documentación).

Por último, la Comunicación e Información “pueden ser vistas como complementarias, pero no como sinónimos”. Tomando en consideración el título del trabajo, las definiciones del capítulo segundo, las expresiones utilizadas por Wiener, Shannon y Weaver en las descripciones de sus teorías, la utilización de los términos Comunicación e Información aparecen como si se tratase de una misma disciplina, sin embargo, es preciso aclarar que son dos conceptos complementarios pero diferentes, ya que como señala Vera, la comunicación involucra (re)construcción de significado en el emisor y receptor, en cambio la perspectiva de la información no necesariamente contempla en el emisor y receptor una resignificación.

En la comunicación se tiene un fenómeno más amplio, que involucra dimensiones de sentido y significado ausentes en una mirada informacional. Se podría filtrar la relación entre comunicación e información desde la dicotomía de la forma y el contenido. Cuando se habla de información se refiere a darle forma a algo (in-formar), es decir se refiere a su estructura, a su forma, a su dimensión superficial y cuantificable.

Comunicación por su parte vendría a ser el nivel profundo del contenido, mucho más complejo que el anterior, por lo tanto mucho más difícil de ser descrito y estudiado. Allí se encontrarían las relaciones interpersonales que se gestan más allá del simple traspaso de información, con todas las reconstrucciones simbólicas, las reapropiaciones de sentido y significado que se generan en las relaciones humanas mediadas por el lenguaje.

El problema, como plantea Vera en *El Fenómeno de la Información y la Comunicación*, se produce cuando se extrapola el modelo reduccionista de la teoría de la información hacia el campo de la comunicación. Los modelos matemáticos de la información han sido sin lugar a dudas provechosos dentro de su campo de desarrollo. Hay avances innegables en el tratamiento y el manejo de la información como objeto cuantificable en beneficio de la cibernética; el problema es cuando se aplican estos modelos para explicar la parte semántica del contenido que involucra las subjetividades de los actores humanos. Esta acción no es cuantificable desde el punto de vista conductista por tener una raíz interior mucho más compleja, que no siempre se evidencia en la conducta y que problematiza el fenómeno de la comunicación más allá de su estructura.

5. Repercusiones y Ejemplo de Aplicación

Las repercusiones fueron exponenciales pues sus descubrimientos y postulados cayeron en un terreno fértil y ávido de innovación en beneficio de mejores ingenios para el desarrollo de la industria bélica que en ese momento debía apoyar el esfuerzo de una guerra. La Informática y la Cibernética son ámbitos que hasta hoy siguen extendiéndose y que han dado paso a la inteligencia artificial y a la “comunicación” sin sujeto. La idea de John Von Neumann, matemático húngaro-norteamericano, al comienzo de la década del cincuenta, de que máquinas hiciesen máquinas, con la aparición de la Inteligencia Artificial se está haciendo posible.

Las redes sociales virtuales que han surgido tras el desarrollo de Internet, donde la cibernética ha sido el motor principal, ha abierto un nuevo espacio para la comunicación humana, cuyas repercusiones son difíciles de dimensionar, pero que sin embargo los autores esbozan en la aplicación que se expone en el siguiente punto.

Desde el periodismo se observa en este último tiempo una abundancia de fuentes originadoras de información disponibles en la web. En ese escenario se encuentran periodistas cuyos medios han dispuesto transcribir oral, visual o escrita la información (noticia) tal cual se obtiene de la fuente, siendo frecuente confirmar que el mismo texto que apareció en el periódico, fue difundido en la radio y leído en el telediario. La tecnología en este caso ha puesto a disposición de los medios tanta información, que estos con el fin de hacerlos noticia se esfuerzan por reproducirla lo más pronto posible, dándole la tarea al periodista de seleccionarla y difundirla según su línea editorial, generando un periodismo informativo altamente dinámico, con el agregado que esa misma información un cibernauta la puede obtener directamente desde la fuente de origen, a través de Internet.

Antiguamente las contadas agencias de noticias disponibles en el orbe generaban una menor cantidad de noticias que emitían vía télex, en textos breves y concisos, que el medio debía complementar en base a la experiencia y cultura del periodista, generándose noticias cuyos contenidos eran aportados por la agencia y el medio. Lo

anterior ha significado que los noticieros tengan cada vez menos audiencia, prefiriendo algunos sujetos cibernautas optar por generar en sus computadores sus propios noticieros, según sus particulares intereses tales como economía, deportes, tecnología de la información, etc. Este tema Vera lo plantea en *La Información Periodística y Técnica* (Re-Presentaciones, año II, Número 5) como un desafío para el periodista que debe además del campo periodístico calificar en un área técnica específica, para comprender mejor los fenómenos asociados a la noticia, traducirlos en material para diversos tipos de audiencias y agregar contenido desde su propio campo de especialización.

En este mismo escenario, las variadas posibilidades que cualquier cibernauta tiene hoy gracias a la cibernética, le permiten generar sus propios medios de información, tanto prensa escrita, como en radio o televisión, y compartirlos entre sus grupos de interés. Es frecuente hoy encontrar en la red (internet), radios especializadas en música de jazz, diarios electrónicos para deportistas, programas de televisión de arte, por mencionar algunos, cuyos originadores no son los tradicionales medios de comunicación sino simples individuos que utilizando recursos disponibles en la cloud computing generan nuevos medios de comunicación. ¿Será un nuevo paradigma de la comunicación?

6. Notas

1. Von Foerster Heinz: “La cibernética social debiera ser una cibernética de segundo orden, una cibernética de la cibernética, de modo tal que el observador que entra en el sistema pueda estipular su propio propósito: él es autónomo”.
2. *Rodríguez de Rivera José*, Evolución histórica de las teorías y conceptos sobre sistema: “La cibernética de segundo orden abre un espacio para la *reflexión* sobre el propio comportamiento y entra directamente en el territorio de la responsabilidad y la ética. Dado que se fundamenta en la premisa de que no somos descubridores de un mundo exterior a nosotros, sino inventores o constructores de la propia realidad, todos y cada uno de nosotros somos fundamentalmente responsables de nuestras propias invenciones. Según Von Foerster el cambio fundamental que implica asumir esta posición no sólo se manifiesta en el quehacer científico, docente, empresarial o tantos otros, sino en la comprensión de las relaciones humanas en la vida diaria. Si uno se considera un observador independiente”.
3. De ahí la problemática adopción por parte de las ciencias sociales y comunicacionales de los modelos matemáticos como eje estructurador de su saber teórico. Al respecto Héctor Vera señala en *El fenómeno de la información y de la comunicación* que en autores como Wiener y Laswell se produce una extrapolación de las teorías informacionales hacia los procesos comunicacionales, a su vez que Shannon y Weaver no discriminan entre los conceptos de

comunicación e información. Tenemos que la escuela norteamericana simplifica el fenómeno de la comunicación a la transmisión física de una señal (relación señal-medio-receptor), produciéndose una propagación mundial de esta concepción, probablemente por emanar de un discurso ubicado en un centro posicionado de poder político y científico.

4. La primera expresión de las TC fue desarrollada por Jöel Scherk, de París, y John Schwarz, del Instituto de Tecnología de California, quienes en el año 1974 publicaron un artículo en el que demostraban que la TC podía describir la fuerza gravitatoria.
5. En el Operacionalismo, la verdad objetiva no es conseguible mediante la ciencia. Tal como escribe Heisenberg... cada proceso de observación produce una gran perturbación. Ya no podemos referirnos al comportamiento de la partícula con independencia del proceso de observación. Como consecuencia final, las leyes naturales formuladas matemáticamente en la teoría cuántica ya no tratan de las partículas elementales mismas, sino de nuestro conocimiento de las mismas.
6. Rudolf Julius Emmanuel Clausius: La cantidad de entropía de cualquier sistema aislado termodinámicamente tiende a incrementarse con el tiempo, vale decir, cuando una parte de un sistema cerrado interacciona con otra parte, la energía tiende a dividirse por igual, hasta que el sistema alcanza un equilibrio térmico.
7. Wiener, *Cibernética y Sociedad*, capítulo 1: “Al dar la definición de cibernética en la primera edición, puse en la misma categoría las comunicaciones y el gobierno de las máquinas. ¿Por qué lo hice? Cuando me pongo en contacto con otra persona, le doy un mensaje; cuando responde, me da algo en relación con lo que dije y que contiene informes accesibles a él primordialmente y no a mí. Cuando regulo los actos de otra persona, le comunico un mensaje; aunque esté en modo imperativo, la técnica de la comunicación no difiere de la del que enuncia hechos. Además, si mi regulación ha de ser efectiva, debo tomar conocimiento de cualquier mensaje de él que indique haber comprendido y obedecido la orden.
8. Nótese que la concepción de mensaje está dentro del paradigma físico de la Cibernética, el cual iguala, saltándose las diferencias, mensaje con impulso eléctrico. Al respecto se revisarán en la conclusión dichos alcances conceptuales.

7. Bibliografía

Piñuel, José Luis: Abraham A. Moles (1920-1992) y la teoría de la información.
Escarpit, Robert: *Teoría de la Información y Práctica Política*.

- Planell Pérez, Cristina; Pérez Sevilla, José Manuel: Historia de la Inteligencia Artificial.
- Rudeles, Miguel; Dreher, Mercedes: La epistemología y los sistemas de información basados en la Inteligencia Artificial.
- Vera, Héctor: El fenómeno de la información y de la comunicación.
- Vera, Héctor: La información periodística y técnica, sus implicancias en la estrategia educativa.
- McLuhan, Marshall; Powers, Bruce: La aldea global.
- Capurro, Rafael: Epistemología y ciencia de la información.
- Wiener, Norbert. Cibernética y sociedad.
- Dell'Ordine José Luis. Alipso 2001, Argentina Immanuel Kant en su "Crítica de la Razón Pura 1791".
- Rodrigo Miguel (UAB). Modelo de la Comunicación.
- Toro Fermín Universidad, Venezuela: Modelo de comunicación; modelo de Shannon y Weaver.
- Sapir Edward: El lenguaje. 1921.
- McLuhan Marshall: Galaxia de Gutenberg
- Abril, Gonzalo (2003). Teoría de la Información.
- Rudolf Julius Emmanuel Clausius, 1865: Versión matemática del concepto de entropía.