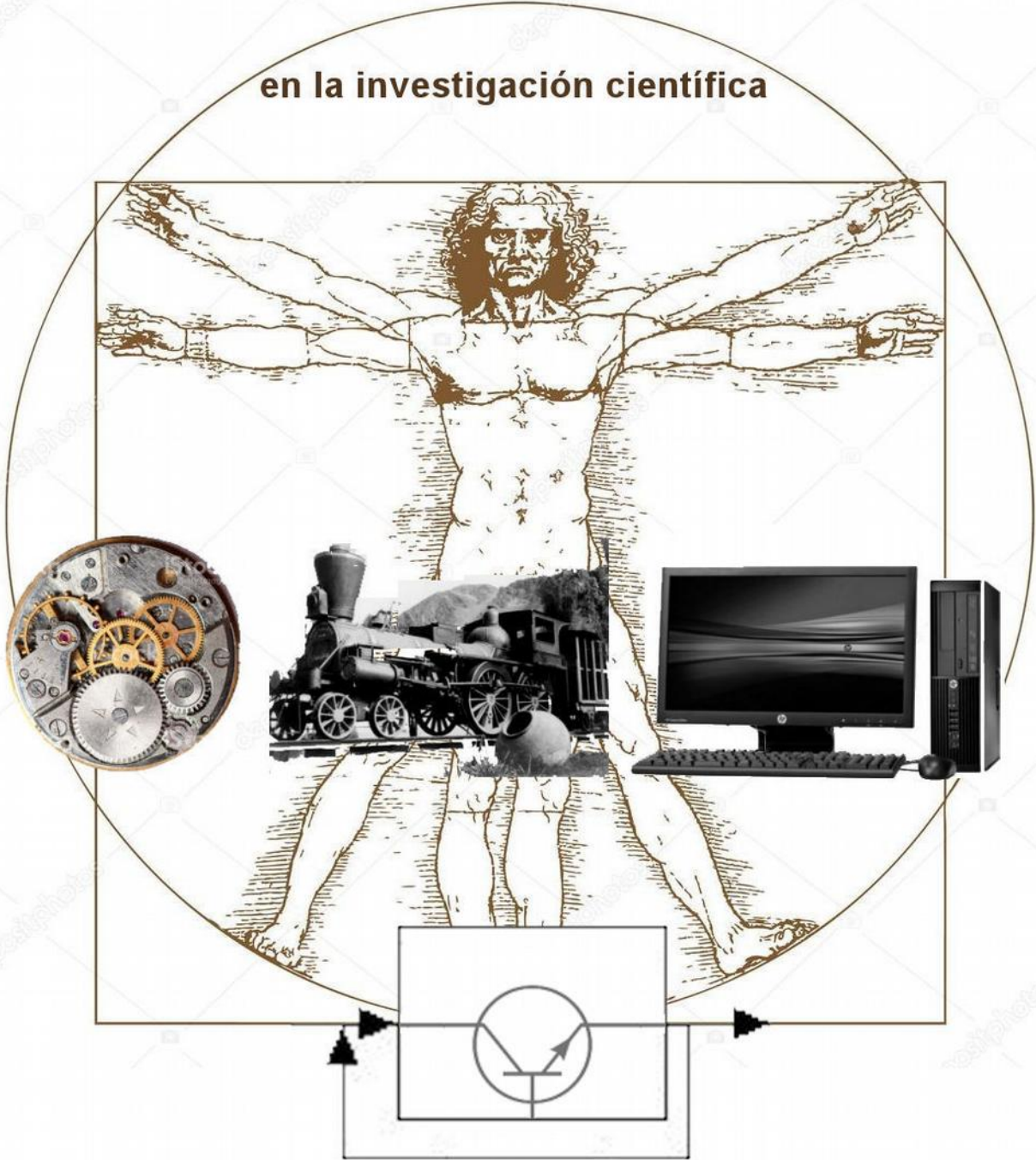


# El modelo universal

en la investigación científica



Raymond Colle

Título: El modelo universal en la investigación científica  
Autor: Raymond Colle  
Autoedición, Santiago de Chile, 2017

Ilustración de portada: Fondo: El hombre de Vitruvio (L. da Vinci); encima: reloj (de Istockphoto), locomotora (de Educarchile), computador (de HP); modelo cibernético.

#### El autor

Raymond Colle es licenciado en Ciencias Morales y Religiosas, doctor en Ciencias de la Información y analista de sistemas; profesor jubilado de la Escuela de Periodismo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ex-investigador del Centro de Estudios Mediales de la Universidad Diego Portales (Santiago de Chile).

Ha publicado varios libros sobre ciencias de la comunicación, documentación periodística, teoría cognitiva e internet así como numerosos artículos sobre dichos temas y de ética en revistas académicas.

Las imágenes incluidas en el texto provenientes de fuentes diversas se insertaron bajo el principio de "*fair use*", dado que la presente obra es de tipo académico y no tiene fines comerciales.



Licencia Creative Commons\*

\* Queda expresamente autorizada la reproducción total o parcial de los textos publicados en este libro, en cualquier formato o soporte imaginable señalando siempre la fuente, exceptuando ediciones con ánimo de lucro. Las publicaciones donde se incluyan textos de esta publicación serán ediciones no comerciales y han de estar igualmente acogidas a Creative Commons. Harán constar esta licencia y el carácter no venal de la publicación.

# Tabla

Introducción	p.4
1. Era clásica y medioevo: “ <i>Machina-organon</i> ”	p.5
1.1. Antigüedad	p.5
1.2. Edad Media	p.5
2. Edad Moderna	p.7
2.1. Mecanicismo	p.7
2.2. Organicismo	p.10
2.3. La revolución industrial	p.10
3. El siglo XX	p.12
3.1. El modelo conductista (E-R)	p.13
3.2. El constructivismo organicista	p.13
3.3. La máquina de Turing	p.14
3.4. La cibernética	p.15
3.5. La computación	p.16
3.6. Las teorías de la comunicación (E-T-R)	p.17
3.7. El cognitivismo	p.20
3.8. El modelo sistémico (E-P-S)	p.20
3.9. La máquina viva	p.24
3.10. La máquina unidualista	p.28
3.11. La máquina psi	p.32
Conclusión	p.34
Bibliografía	p.36

# Introducción

Mi marco de referencia aquí es el de la teoría relativa a la investigación científica. El modo de entender la ciencia ha evolucionado a través de la historia. Así lo ha hecho también, paralelamente, el modelo de referencia que simboliza la estructura de la realidad, muestra la forma en que se entiende y guía la manera de explorarla y describirla, que es lo que nos interesa aquí. El principal modelo que guía actualmente la exploración y la comprensión de la realidad ha sido formulado en realidad en épocas remotas de la historia, por lo que sería un error atribuirlo y responsabilizar de él a algunos autores modernos.

No pretendo hacer una revisión epistemológica de la reflexión sobre la ciencia a lo largo de la historia, sino comparar los -muy similares- modelos más frecuentemente aludidos en las últimas décadas y mostrar como se pueden encontrar ya alusiones a los mismos desde la antigüedad clásica.

En mi libro *“La ciencia y el espíritu - Científicos en busca del alma”*, abordé la diferencia entre el pensamiento materialista y el espiritualista. En *“¿Ser digital o ser humano?”*, repasé los enfoques filosóficos empiristas, racionalistas y positivistas, volviendo a poner en el primer nivel -para mí- el espiritualismo, asociado a una concepción “unidualista” del ser humano.

¿Por que señalo esto al iniciar esta obra? Porque al hablar - como lo haré - de la máquina como modelo en la investigación y el desarrollo científico y tecnológico se podría pensar que adopto una posición materialista y mecanicista. Lo que quiero hacer aquí es, justamente, mostrar que existen diferentes maneras de entender el modelo mecánico, al que me he referido en mis libros relativos a la sistémica de la comunicación.

Para hacer este trabajo, me inspiró el libro de Eduardo Prieto *“La ley del reloj”*. Aunque referido especialmente a la aplicación del concepto de máquina a la arquitectura a lo largo de la historia, me ha sido particularmente motivador y esclarecedor.

## Hablando de "modelo"

Un “modelo” es un tipo de representación que permite rendir cuenta de las observaciones realizadas y prever el comportamiento de un objeto o sistema en condiciones variables, incluyendo - de ser posible - condiciones diferentes de las que dieron origen a las observaciones (Le Moigne, p.73). Modelizar implica escoger signos y organizarlos en redes. Una manera de hacerlo es la forma verbal narrativa, que ha predominado durante siglos. Como advierte O. Barros, en el caso de sistemas complejos, *“los métodos narrativos de documentación son poco adecuados, debido a que ellos dependen principalmente de la capacidad del analista y necesitan demasiadas revisiones a fin de controlar la calidad final de la especificación. [...] Las especificaciones narrativas de gran tamaño son excesivamente difíciles de escribir y ambiguas, no tienen una estructura definida y son poco flexibles.”* (Barros<sup>1</sup>, p. 155) Por esta razón se recurre permanentemente a formas no narrativas en que pueden predominar tablas y gráficos. Se podría recordar que ya Leonardo da Vinci había hecho del dibujo un importante medio de apoyo de sus esfuerzos de concepción y sus inventos de modelos, algunos altamente complejos.

---

1 Barros, O. (1987): *Sistemas de información administrativos*, Santiago de Chile, Ed.universitaria. 5a ed.

# 1. Era clásica y medioevo: "*Machina-organon*"

## 1.1. Antigüedad

El término máquina proviene de la palabra griega "*majaná*", que se deriva del término "*mijós*", que significa "medio, expediente, recurso". El vocablo "*majaná*" denotaba tanto lo que hoy llamamos máquina como cualquier medio que permitiese alcanzar un fin.

"Platón habló de la *majaná* cuando se refería a lo que los latinos llamarían *Deus ex machina*, y otros utilizaran la palabra para denotar un ardid, una confabulación que consistía en poner de acuerdo intereses dispares para conseguir un objetivo. Por entonces, la *majaná* también comenzó a entenderse como un ensamblaje de partes." (Prieto, p.16)

Sin embargo, los griegos también utilizaban otro término que llegó hasta nosotros, el de "*organon*" (órgano) que también se refería a un instrumento o una herramienta. "*Durante mucho tiempo la máquina y el órgano denotaron, en puridad, lo mismo: un medio para alcanzar un fin, sobre todo una herramienta, pero también un ardid humano.*" (*ibidem*) Pero "*pronto pasaron a referirse solo a objetos ordenados con rigor o, por decirlo con palabras anacrónicas, «dotados de estructura»*". (*ibidem*).

Aristóteles hizo que ambos conceptos se separan y designaran realidades diferentes. Asimiló el término "órgano" al de "organismo", enfatizando la idea de totalidad, especialmente relacionada con el mundo de lo vivo, mientras la máquina indicaba más bien una herramienta, un conjunto de partes, en el ámbito de lo artificial (*ibidem*). Como veremos, esta distinción llevó a concepciones filosóficas diferentes durante la Ilustración.

De los griegos no heredamos solamente el concepto de máquina sino también el de la inteligibilidad basada en el cálculo y la geometría (Lévy, pp.101-102).

En Roma, en el Siglo I a.C., Marco Vitruvio Polión, un arquitecto, ingeniero y tratadista romano, redactó un tratado de 10 volúmenes titulado "*De Architectura*". Es el más antiguo que se conoce sobre este tema, y el único de la Antigüedad. Su último libro está dedicado a las máquinas. Como veremos, tuvo una importancia enorme

## 1.2. Edad Media

Durante la Edad Media siguió vigente la terminología griega para referirse a lo mecánico, especialmente bajo la influencia del tratado de Vitruvio, que tradujo al latín los términos correspondientes a máquina y órgano. Máquinas y órganos todavía compartían el significado de "instrumentos", aunque con algunos matices.

“Para Vitruvio la distinción entre ambos artefactos era solo de grado, pues concebía la máquina como un todo compuesto de partes llamadas órganos<sup>2</sup>; y de tamaño, habida cuenta de que el órgano podía ser manejado por un solo hombre, mientras que la máquina, mucho más aparatosa, exigía el concierto de varios.” (Prieto, p.17)

En la Edad Media, se concibió el cosmos como “*machina mundi*”, con una perfección que solo podía ser procurada por un “relojero divino” (Prieto, p.25). La alegoría del reloj penetró en numerosos ámbitos, como lo muestra un poema titulado “*L'horloge amoureuse*” (el reloj enamorado), que representaba el amor mediante imágenes mecánicas: “*la belleza de una dama, por ejemplo, provoca el deseo en el corazón del enamorado de igual manera que una pesa de plomo pone en marcha el mecanismo*”. (*ibidem*)

“*Horologium Sapientiae*” (El reloj de la sabiduría)



Miniatura de Henrich Seuse (ca.1450)  
(Biblioteca Real Albert, Bruselas)

Esta metáfora del reloj, epítome del modelo mecánico y exitoso debido a su carácter intuitivo, tenía una larga tradición en Occidente y se haría aún más intensa durante la Ilustración (Prieto, p.24).

Se consideró que “*la idea de la mecánica podía ser una especie de introducción a la anatomía, habida cuenta de que las máquinas se concebían como prolongaciones de la capacidad de movimiento y trabajo del hombre, y se consideraban, por tanto, análogas a los miembros del cuerpo y referibles a sus mismos principios vitales*” (*ibidem*). Podemos sorprendernos de encontrar en esa época este anticipo del concepto de extensiones del cuerpo desarrollado por Marshall McLuhan.

Es interesante ver el carácter unitario de esta interpretación tanto del universo biológico como mecánico, algo que se recuperará en el modelo de la “máquina universal” propuesto por Edgard Morin y la sistémica, como explicaré más adelante.

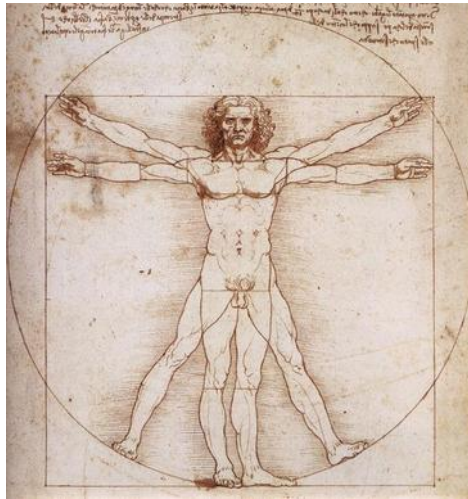
---

2 Encontramos quizás aquí una primera concepción de la sistémica, que también aparece, precisada, en los textos de Descartes.

## 2. Edad Moderna

En 1486, en Roma, se imprimió por primera vez la obra “*De Architectura*” de Marco Vitruvio, el ya citado arquitecto e ingeniero romano del siglo I a.C. Sentó las bases de la arquitectura Renacentista. El dibujo de Leonardo da Vinci, llamado “*El Hombre de Vitruvio*”, sobre las proporciones del hombre está basado en indicaciones de esta obra.

“*El Hombre de Vitruvio*”



### 2.1. Mecanicismo

En 1673, Perrault reeditó la obra de Vitruvio, con un éxito tal que -según Prieto- transformó el mecanicismo en una suerte de ideología, llegando a influenciar pensadores de la importancia de Descartes.

René Descartes (1596-1650) introdujo el racionalismo sosteniendo que solo por medio de la razón se podían descubrir ciertas verdades universales, a partir de las cuales es posible deducir el resto de los contenidos de la filosofía y de las ciencias. En su “*Discurso del método*” tomó como modelo el método matemático, lo cual lo llevó a ser el creador del mecanicismo en física pero también en medicina, donde propuso una fisiología mecanicista, haciendo así de la máquina su modelo ideal. Aportó el dualismo filosófico mente/cuerpo y el dualismo metafísico materia/espíritu. El método cartesiano garantizaría el descubrimiento de la verdad por la sucesión de evidencias con certeza que se establecen siguiendo sus reglas racionales.

“Descartes había postulado un programa de alcance universal basado en «descubrir todo el mundo visible tal y como si solamente fuese una máquina en la que nada hubiera que considerar sino las figuras y los movimientos de sus partes». El corolario fue un concepto que pronto comenzó a aplicarse no solo a la metafísica o a la filosofía natural, sino también a la medicina, a la teoría política y a la arquitectura: la noción de «sistema», es decir, la idea de una suma de partes organizadas deductivamente de acuerdo con principios ciertos y armonizados entre sí para conseguir un propósito.” (Prieto, pp.26-27)

Vuelve la metáfora del reloj, potenciada por el racionalismo cartesiano, volviendo el mecanicismo en un lugar común, metáfora que se aplicó desde la física hasta la teología (Prieto, p.33).

“El racionalismo del siglo XVII es el momento en el que la máquina, simbolizada por el reloj, comienza a hacer las veces de modelo para la filosofía natural, la epistemología y el arte.” (Prieto, p.12)

Para los racionalistas la máquina “*era el símbolo de los poderes del «hombre del futuro»*” y su mejor ejemplo era el reloj. (Prieto, p.13).

La imprenta graficada en la “*Encyclopédie*” (c.1760)



(Robert C. Williams Paper Museum)

Entre 1751 y 1765, Denis Diderot y Jean Le Rond D'Alembert publicaron en Francia la primera *Encyclopédie*, que incluía numerosos gráficos que mostraban la estructura y la forma de operar de las máquinas. En la concepción mecanicista, que asumió, el objeto se “*compone*” a partir de principios racionales. A mediados del siglo XVIII, la noción de composición, dice Prieto, pierde su connotación artística en favor de la idea de organización de un conjunto de partes (p.39). Lo define bien la *Encyclopédie* del siguiente modo, asimilando máquina y “*compuesto*”:

“Para conocer la esencia de un compuesto no basta con conocer esta o aquella pieza. El que ve todas las piezas montadas en un reloj ignora la esencia del reloj si desconoce cómo las piezas se ajustan e influyen las unas en las otras; del mismo modo, aquel que ve el reloj funcionando ignora su esencia si nadie le ha enseñado cuáles son las diferentes partes que lo componen. Es, pues, en estas dos cosas —conocer las características de las partes y sus combinaciones— en lo que consiste la razón de ser de un compuesto.” (Citado por Prieto, p.40)



La *Encyclopédie* incluye numerosas láminas que desvelan todos los “secretos” de numerosas máquinas. Pone en evidencia que no hay nada oculto, que sigue “*un recorrido causal perfectamente inteligible*” (*ibidem*, p.36), perfectamente perceptible y al alcance del razonamiento.

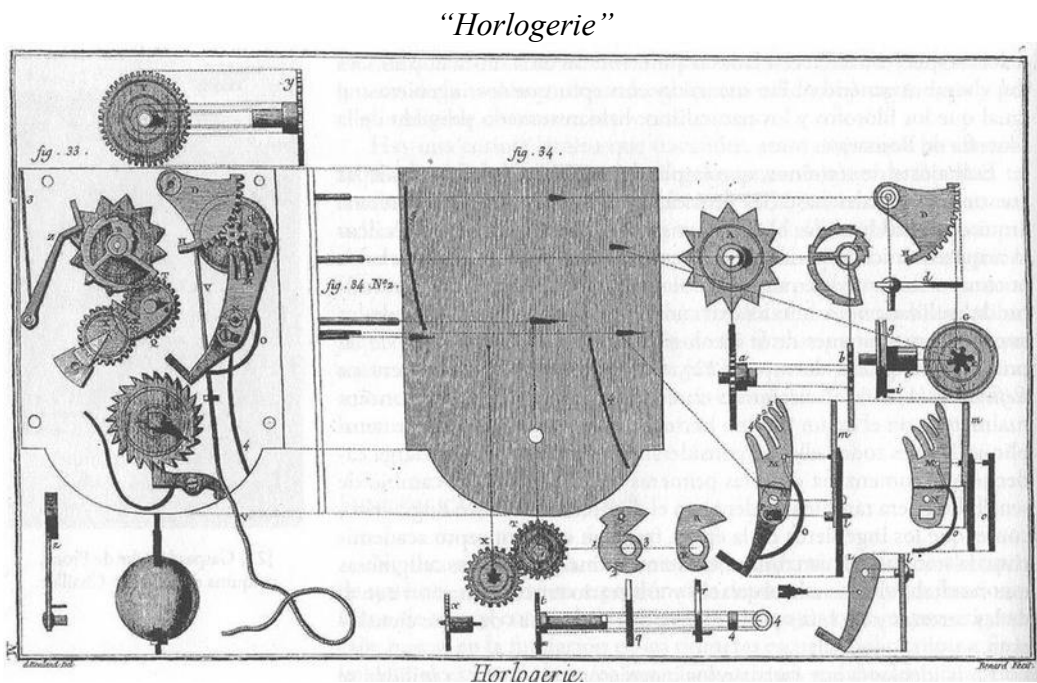
“En este contexto, «ver» era un sinónimo de «comprender», y los objetos eran inteligibles por partida doble: porque el ojo podía reconocer sin dificultad cada una de sus partes y entendía cómo se imbricaban unas en otras, y porque el objeto o compuesto expresaba a través de su forma la función y también los materiales con que estaba hecho.” (Prieto, p.37).

## La primera sistémica

Los ingenieros elaboraron una nueva noción de sistema en las primeras escuelas politecnicas de fines del siglo XVII, asumiendo el mecanicismo y el nuevo concepto de utilidad que se iría confundiendo con el de función (Prieto, p.46)

“La descripción era, en puridad, el análisis cartesiano (*resolutio*), y consistía en hallar las partes fundamentales de un objeto. Estas se concebían como unidades mínimas de sentido cuya razón no podía entenderse fuera del conjunto que explicaba su funcionalidad última: la llamada «estructura».” (Prieto, p.47)

Un perfecto ejemplo es el gráfico que acompaña el término “*Horlogerie*” (relojería) en la *Encyclopédie*:



(De la *Encyclopédie*, vía Prieto, p. 48)

Entendieron la estructura de una doble manera: como el modo en que las partes se unan entre sí y como “esqueleto” (*ibidem*, p.48) El trabajo del ingeniero consistía en describir gracias al análisis racional luego en calcular y finalmente en conducir la construcción del objeto mediante “operaciones” mecánicas (*ibidem*, p.49).

También en el siglo XVII, Gottfried Leibniz inventó el sistema binario (se lo considera “*El último genio universal*”). Después de construir una calculadora aritmética, imaginó una “máquina de razonar” que le fue imposible de construir dadas las condiciones de la época (Lévy, p.109). Es el primer indicio de lo que sería el futuro de un tipo totalmente nuevo de máquina que, además, pasaría a ser otro modelo para el estudio de la realidad.

## 2.2. Organicismo

En la Ilustración, las ideas de Descartes se encontraron con la oposición de varios filósofos, como Francis Bacon, Hobbes, Locke y Hume, que entendían en forma diferente el acceso al conocimiento, priorizando la experiencia, ligada a la percepción sensorial. Es la corriente filosófica del empirismo. Considera que el entendimiento es capaz de intuir la esencia universal como forma de las cosas percibidas en la experiencia. La ciencia se basa en las intuiciones de las cualidades de los objetos. Es por lo tanto inductiva, “cualitativa” y “a priori”. A pesar de su importancia, la experiencia juega un papel secundario en relación al desarrollo de la ciencia: es la razón que analiza y ordena los conceptos surgidos a partir de ella, asumiendo la concepción aristotélica.

El empirismo es también sintético, a la inversa del racionalismo - más analítico -, lo que lleva a desechar el concepto de máquina como modelo ideal.

Incluso Diderot, uno de los autores de la Encyclopédie, desde las mismas filas del materialismo, mostró los abusos del mecanicismo, llamando a reemplazarlo por el organicismo, con la idea de que “*el mecanismo, incapaz de explicar la vida, implica un pensamiento de separación o aislamiento, mientras que el organismo sugiere la idea de totalidad*” (Prieto, p.34). El modelo del organismo explicaría mejor la relación de las partes con el todo como explicó el médico alemán Georg-Ernst Stahl (1659-1734) - interesado en la química asociada a la combustión y la oxidación - en su texto “*Différence entre mécanisme et organisme*” (de 1706), basado en un sistema de descripción científica meramente cualitativo (Biografías, Pontificia Universidad Javeriana). Hay que mostrar, dice, “*hasta qué punto está subordinado el mecanismo al organisme y cómo puede sin embargo subsistir por sí-mismo, sin nunca lograr natural y directamente el carácter distintivo del organismo*” (en “*Discussion sur le vivant*”, Lavartusprodeosm.blogspot)

Así, máquina y organismo “*a finales del siglo XVIII, se referían ya a realidades opuestas: de un lado, lo estático y lo inerte; del otro, lo dinámico y lo vivo*”.(Prieto, p.17)

## 2.3. La revolución industrial

En 1808, los ingenieros españoles Betancourt y Lanz publicaron un manual titulado “*Essai sur la composition des machines*” donde presentan las máquinas como objetos que sirven para dirigir y regular una fuerza o, dicho de otra forma, para producir un movimiento. (Prieto, p.15)

“Cuando la Revolución Industrial produjo artefactos que desbordaban en muchos aspectos las prestaciones del antes tan admirado reloj (como fue el caso de la locomotora), muchos

comenzaron a ver en ellos no solo esquemas de claridad funcional susceptibles de extrapolación, sino también repertorios de formas dignas de imitación." (Prieto, p.12)

La máquina invadió la vida de todos como nunca antes pero dejó, al mismo tiempo, de ser un modelo para el conocimiento. Sin embargo, con la experiencia que se había adquirido en la fabricación de máquinas de calcular aritméticas, el siglo XIX vio aparecer intentos de superar el nivel puramente aritmético. Charles Babbage, nacido en 1792 en Inglaterra, profesor de la Universidad de Cambridge, desesperado por los errores contenidos en las tablas numéricas de la época, proyectó e inició la construcción de un nuevo tipo de calculadora: una máquina capaz de resolver ecuaciones polinómicas mediante el cálculo de diferencias sucesivas entre conjuntos de números (por ello llamada "máquina de diferencias"). La presentó en 1821 a la Royal Astronomical Society y obtuvo por ello la medalla de oro de la Sociedad en 1822.

En 1833, inició la construcción de una versión mayor y más versátil, inspirado en la máquina tejedora de Jacquard que funcionaba con tarjetas perforadas. Anotó especialmente la capacidad de esta máquina para autorregular sus movimientos. Dedicó casi 40 años a la construcción de esta máquina, muriendo en 1877 sin lograr terminarla, especialmente en razón de la imprecisión en la fabricación de los engranajes, que tendían a bloquearse continuamente. A parte de su capacidad de calcular, pretendía que fuese capaz de organizar información registrada en tarjetas perforadas, imprimir sus resultados y - sobre todo - evaluar un resultado para determinar ella misma qué cálculos hacer a continuación. En otras palabras, introducía un principio lógico de evaluación (si...entonces...) y un mecanismo de retroalimentación (el dato salido vuelve a entrar), principio que sería medular en la cibernética que nacería un siglo más tarde. No contento con el modelo práctico que intentó construir con enormes dificultades, desarrolló un modelo conceptual que llamó "Motor analítico". Este anticipa la arquitectura de los computadores de hoy, previendo un "molino" ("*mill*") que sería el centro lógico (equivalente a la unidad aritmética de hoy), una unidad de control y una memoria.

### 3. El siglo XX

Al inicio del siglo XX, la máquina dejó de ser un tema de la ciencia y de la filosofía, excepto en parte en la ideología soviética, que consideró el cuerpo humano como una máquina, llegando a formular, en la década de 1920, un programa de mecanización del ser humano que se proyectó en la “biomecánica”, término inventado por Alekséi Gástov, fundador del Instituto Central del Trabajo soviético. La biomecánica se impuso en un programa de entrenamiento de actores de teatro y “ayudó” también a mejorar la eficiencia del trabajo obrero en los siguientes años del estajanovismo. (Prieto, pp.177-181).

La filosofía de Ludwig Wittgenstein (1889-1951) introdujo, con su *“Tractatus logico-philosophicus”* (1923), una nueva forma de pensar acerca del mundo y de los fenómenos, donde la lógica, el cálculo, la comunicación y la información constituyen las principales categorías.

“El *Tractatus logico-philosophicus* de Wittgenstein expone la nueva configuración ontológica que corresponde al surgimiento de este [nuevo] pensamiento científico. Es solo una vez que el mundo ha sido postulado como «todo lo que sucede» que la teoría de la información puede universalmente aplicar y resolver o, mejor dicho, disolver, el problema de la unión del mundo. alma y cuerpo. Aquí no se trata de exagerar la filosofía del primer Wittgenstein, sino de ilustrar la precesión de un imaginario radical sobre el movimiento de la ciencia, la tecnología y la economía.” (Lévy, p.121).

Es una visión del mundo donde las operaciones lógico-matemáticas son la base de la ciencia, que influyó a numerosos investigadores y teóricos, como Bertrand Russell, Gottlob Frege y Sigmund Freud. Para Wittgenstein, la lógica es la esencia de la comunicabilidad, porque ella es la base de lo “decible” (*ibidem*, p.122). Si el mundo no fuera lógico, no podríamos decir nada al respecto. Todas las traducciones (en diversos lenguajes), los procesos y los cálculos tienen esa misma base.

Las principales etapas que llevaron a la informática y a la cibernética se derivan de esta visión de Wittgenstein.

“En 1910, Russell y Whitehead formalizaron el cálculo de proposiciones. En 1931, Gödel estableció una correspondencia lógica entre las operaciones de la lógica y las de la aritmética. En 1936, Turing da la descripción de un dispositivo físico capaz de resolver todos los problemas lógicos y aritméticos, siempre que la solución se pueda alcanzar después de una serie finita de acciones elementales sobre símbolos discretos. En 1943, McCulloch y Pitts destacan el isomorfismo entre las dinámicas estatales de una red neuronal idealizada o formal, y el cálculo de las proposiciones en el sistema de Russell.” (Lévy, p.146).

Los *“Principia mathematica”* de Russell y Whitehead completaron el programa de deducción de las matemáticas a partir de la lógica.

“Wittgenstein modela el mundo de modo que sea óptimamente adecuado para el lenguaje formal que debe describirlo. [...] Era necesario que el universo estuviera así estructurado para que los cibernéticos le hicieran corresponder un sujeto trascendental en forma de autómata finito. [...] En línea con este principio, la solución de un problema coincidirá pronto con la exhibición del procedimiento efectivo o del programa capaz de resolverlo.” (Lévy, p.122)

Se tratará de seguir aquí, lo mejor posible, el orden cronológico aunque, muchos enfoques se influyen mutuamente.

### 3.1. El modelo conductista (E-R)

La metáfora maquinista siguió inspirando algunas otras corrientes estéticas, morales y políticas, asegura también Prieto (p.186). Podemos posiblemente reconocerla en el programa de investigación del fisiólogo Iván Pavlov (1849-1936), conocido sobre todo por formular la ley del reflejo condicional, base de la teoría psicológica del conductismo, que desarrollaron después a J.B.Watson, B.F.Skinner y varios otros. Mientras Pavlov introdujo, en los primeros años del siglo XX, el modelo estímulo-respuesta (E-R), que podemos reconocer en múltiples modelos posteriores, J.R. Kantor definió más tarde el conductismo como «el estudio de los organismos en interacción con sus ambientes» (en *“La evolución científica de la psicología”*, citado por Wikipedia).

El conductismo o conductivismo es una respuesta al subjetivismo y al abuso del método introspectivo por parte del estructuralismo y también del funcionalismo.

“El conductivismo se consolida a partir de 1930 entrando en un período de ciencia normal, caracterizado por la aplicación de su paradigma objetivista, basado en los estudios de aprendizaje mediante condicionamiento, que considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana.

La expansión del paradigma, que desemboca en múltiples anomalías empíricas, junto al empuje de diversos factores externos a la psicología, como son las nuevas tecnologías cibernéticas que vienen de la mano de la teoría de la comunicación, la lingüística y la propia cibernética, harán que el paradigma conductista entre en crisis a partir de 1950. A mediados de esa década, será sustituido por el procesamiento de información que, apoyándose en la poderosa metáfora del ordenador, hará posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo marginaba." (Pozo, pp.18-19)

### 3.2. El constructivismo organicista

Una de las características del enfoque del procesamiento de información es que su unidad de análisis es la mínima, considerando que una totalidad puede descomponerse en sus partes. El constructivismo de tipo organicista considera al contrario que el todo no es simplemente la suma de sus partes y que las unidades de análisis, por lo tanto, no son las más pequeñas. Es lo que se llama un enfoque “molar”, opuesto al enfoque “elementista”. La escuela de la Gestalt (psicología de la configuración) constituye sin duda el primer gran esfuerzo de desarrollo de una teoría molar, en respuesta al convencimiento -en Europa- de que las teorías asociacionistas estaban condenadas al fracaso. Sus exponentes más reconocidos fueron Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka y Kurt Lewin.

El cerebro adulto no opera analizando una tras otra cada una de las variables que componen los bloques de información. Al contrario: la fuerza y la habilidad del pensamiento, como acción mental a nivel cognitivo, consiste esencialmente en buscar preferentemente la estructura global, la organización, la configuración. Su axioma es “El todo es mayor que la suma de las partes”, ya proclamado mucho antes por Aristóteles..

Sin embargo, como bien señala Pozo (p.170), la teoría de la Gestalt adolece de varios defectos, como la vaguedad de sus formulaciones teóricas y la ausencia de distinción entre percepción y pensamiento, que el constructivismo organicista se preocupó de corregir.

Uno de los iniciadores de esta nueva aproximación ha sido Lev Vygotsky (1896-1934), que fue uno de los primeros en rechazar por completo el enfoque que reduce el aprendizaje y el conocimiento a la asociación entre estímulos y respuestas. Los conceptos centrales en su teoría son los de "actividad" y de "mediadores".

"Al basar su psicología en el concepto de actividad, Vigotsky considera que el hombre no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Ello es posible gracias a la mediación de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta. [...] Los mediadores son instrumentos que transforman la realidad en lugar de imitarla. Su función no es adaptarse pasivamente a las condiciones ambientales sino modificarlas activamente." (Pozo, p.194)

Todas las herramientas cumplen así un papel de mediador, en la medida en que transforman la naturaleza para que se adecue mejor a nuestras necesidades. Pero también existen mediadores que no modifican la realidad, sino que modifican a la persona que los utilizan y actúan, indirectamente, sobre la interacción de esa persona con su entorno: son los signos. Los sistemas de signos o símbolos que median en nuestras acciones, en particular el lenguaje hablado, constituyen los instrumentos más importantes de la cultura. (Pozo, p.195)

Es extraordinario encontrar aquí en cierto modo el modelo comunicacional clásico pero insertándolo en su entorno, principalmente cultural. Varios autores, como Ausubel, Novak y Hanesian, desarrollaron teorías del mismo tipo en los años siguientes, pero no es nuestro objetivo aquí profundizar en la psicología cognitiva<sup>3</sup>.

### **3.3. La máquina de Turing**

Claves para el desarrollo posterior de la informática y de los computadores han sido los trabajos de Alan Turing (1912-1954). A los 22 años fue nombrado profesor en el King's College de Londres. En 1936, propuso un modelo muy simple de máquina destinada a tratar información. Su tesis era que todos los procesos que pueden descomponerse, con un alfabeto restringido, en una secuencia finita y ordenada de operaciones podían realizarse en una máquina. Esta máquina se compondría de un módulo de entrada de datos, otro de consulta de reglas de comportamiento (seleccionando la que corresponda al dato leído) que luego ejecutaría, para comparar luego el resultado de nuevo sus reglas ("instrucciones"), imprimiendo el resultado. Y concluyó que existía una clase de máquina que podía resolver todos los problemas calculables o realizar todos los procedimientos descriptibles. La llamó "la máquina universal". Para que una máquina sea "universal", debe aceptar dos tipos de entradas: los datos del problema y las instrucciones correspondientes a las operaciones a realizar (obviamente debe también poder exhibir el resultado. Se puede representar gráficamente como sigue:

---

3 Para ello, se puede consultar mi libro "Teoría cognitiva sistémica de la comunicación".

Gráfico T-1: Máquina de Turing



También fue quien logró por primera vez definir de modo riguroso el concepto de algoritmo, clave para la programación informática (Lévy, p.104). En 1947 publicó *“Maquinaria inteligente”*, sobre el tema de la inteligencia artificial, donde comparaba los computadores a los cerebros “por programar” de los bebés. Inventó la prueba de diálogo conocida con su nombre: si no podemos distinguir entre un interlocutor vivo y una máquina, ésta puede ser considerada como “inteligente” (“Prueba de Turing”).

Turing comparó su máquina universal con un calculador humano. Pero si la máquina es determinada por los algoritmos predefinidos y el ser humano lo es por su historia personal (algo de por sí difícilmente comparable), la máquina repetirá miles de veces las mismas operaciones sin recordar ni “saber” que repite, mientras el calculador humano sabrá perfectamente que repite y repite y esto pasará a ser parte de su historia. El procesador informático no tiene memoria permanente y su memoria de trabajo se borra y reescribe en cada operación. En este sentido, la máquina de Turing no es en absoluto un modelo universal (cfr. Lévy, pp.180-183). *“Parece imposible rendir cuenta de la dimensión no operatoria, digamos transcendental, de la memoria por medio de un modelo informático.”* (ibidem, p.183). Podemos agregar a la máquina una memoria – como el disco duro de un computador o el extenso contenido de internet – pero somos nosotros quienes lo vemos y usamos como memoria; para la máquina solo son datos que entran y salen, pura transitoriedad.

### 3.4. La cibernética

Se considera a la cibernética como la rama de las matemáticas que estudia los sistemas reguladores, lo cual implica funciones de comunicación y control. Anthony Stafford Beer precisó que la cibernética estudia los flujos de información que rodean un sistema y la forma en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo (Wikipedia).

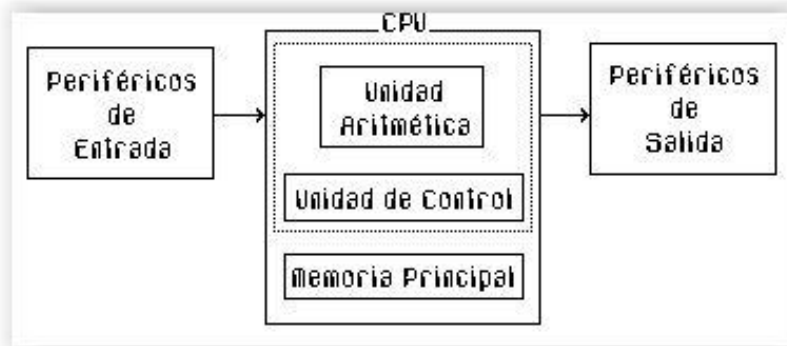
Se puede fijar su origen en 1943, con la publicación de dos trabajos: *“Comportamiento, fin y teleología”*, de Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y Julian Bigelow, y *“Un cálculo de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa”*, de Warren McCulloch y Walter Pitts (Lévy, p.111). El primero introduce la comparación entre animales y máquinas así como el concepto de retroalimentación (*Feedback*). El segundo identifica el sistema nervioso con una máquina lógica que tendría la potencia de una máquina de Turing. El concepto de retroalimentación ha sido clave en el desarrollo de la informática y veremos el modelo correspondiente producto del significativo aporte de Von Neumann.

“Los grandes nombres de la cibernética de los años cuarenta y cincuenta, Norbert Wiener, Warren McCulloch y Ross Ashby, no dudaron en afirmar que los sistemas vivos y sociales eran sistemas de procesamiento de la información y el hombre, una especie particular de máquina. Los fundadores de la inteligencia artificial, Herbert Simon, John McCarthy y Marvin Minsky, creyeron firmemente y todavía creen que la inteligencia es un mecanismo, en el sentido turingiano del término. A raíz de la inteligencia artificial, un buen número de partidarios de la llamada escuela de psicología cognitiva han apoyado proposiciones idénticas.” (Lévy, p.147)

### 3.5. La computación (E-P-S)

El matemático de origen húngaro, John Von Neumann, trabajaba en 1947 en el laboratorio atómico de Los Alamos cuando se encontró con uno de los constructores del ENIAC, el primer computador electrónico, compuesto de 17.468 válvulas(tubos de vacío). Para efectuar diferentes operaciones, debían cambiarse las conexiones (cables) como en las viejas centrales telefónicas, lo cual era un trabajo que podía tomar varios días. Compañero de Einstein, Goedel y Turing en Princeton, Von Neumann se interesó por el problema asociado a esta necesidad de “recablear” la máquina para cada nueva tarea. En 1949 había encontrado y desarrollado la solución a este problema, inspirado sin duda en la máquina de Turing: tuvo la idea de construir la máquina de tal modo que pudiera “memorizar” una serie de órdenes y una serie de datos, de tal modo que pudiera luego “trabajar sola” hasta lograr el resultado. Concibió para ello la “arquitectura” o estructura física consistente en poner la información sobre las operaciones a realizar en la misma memoria utilizada para los datos, escribiéndola de la misma forma, es decir en código binario. Se habla desde entonces de la “arquitectura de Von Neumann”, que aparece en el gráfico VN-1. Encontramos el modelo E-P-S (entrada, proceso, salida), donde el aporte de Von Neumann fue transferir datos y aplicación (“*software*”) a la memoria principal. La unidad aritmética efectúa las operaciones y una unidad de control asegura el correcto flujo de información desde la entrada hacia la memoria, desde ahí hacia la unidad aritmética, luego de nuevo hacia la memoria y, por fin, hacia la salida.

Gráfico VN-1: Arquitectura de Von Neumann



Esta arquitectura sigue imperando en todos los computadores de hoy, excepto en las nuevas máquinas que se están empezando a construir con microchips constituidos de neuronas artificiales como el chip Loihi de Intel, que tiene 130.000 neuronas y capacidad de realizar 130 millones de inferencias (FayerWayer, 27/9/2017).

Chip Loihi (De Spokenbyyou.com)



Sin embargo, se mantiene el modelo básico E-P-S pero perfeccionado con el concepto básico de la cibernética: la presencia de un mecanismo de control, esencialmente basado en la retroalimentación: una proporción de una salida del sistema es redirigida a la entrada para el control del funcionamiento



del sistema. En el computador, la retroalimentación ocurre internamente, entre la unidad de salida y la unidad de entrada, supervisada por la unidad de control. Sin embargo, puede realizarse también a través del entorno, en este caso producto de la intervención del operador (Gráfico VN-2).

Gráfico VN-2: Modelo cibernético computacional



La consecuencia ha sido una consolidación de la visión del mundo y del saber de Wittgenstein, como lo expresó en 1984 el físico Stephen Wolfram:

“Una nueva forma de pensamiento científico ha surgido. Las leyes científicas ahora se consideran algoritmos y muchos de estos algoritmos basados en computadora se están estudiando; por otro lado, los sistemas físicos se consideran sistemas informáticos que procesan la información de la misma manera que las computadoras.” (Lévy, p.148)

### 3.6. Las teorías de la comunicación (E-T-R)

“*El mundo es todo lo que ocurre*” decía Wittgenstein. Un acontecimiento se observa, se mide, se transmite, pero no tiene materialidad alguna. Este es el mundo de la teoría de la información, “*porque esta no tiene relación con la naturaleza de los símbolos sino con su ocurrencia*” (Lévy, p.124). Es lo que entendieron Shannon y Weaver cuando formularon su teoría de la información.

“Una ciencia articulada por la teoría de la información presupone la existencia de un universo de eventos descriptibles y traducibles. Un evento, un estado de cosas, una ocurrencia, un hecho, una decisión, se mide pero no tiene dimensión, se observa, se transmite, es una definición operacional y, sin embargo, es «intangible». La atribución de inmaterialidad a la información, sin ser absolutamente incorrecta, puede, sin embargo, ser engañosa si creemos que *lo otro* es la idea. Un bit no es ni una partícula de materia ni un elemento de idea, es un átomo de circunstancia.” (Lévy, p.124)

La definición dada en 1948 por Claude Shannon al concepto de información ha influido fuertemente en todos los desarrollos teóricos ocurridos desde esa fecha en torno a la comunicación. Lo que consideran Shannon y Weaver en su teoría es la transformación de un mensaje en señales por un instrumento transmisor y la operación inversa de decodificación de las señales por el receptor. Como ingenieros, la información era “*la medida de la libre elección de un mensaje*” (Shannon y Weaver, p.25). Como algo medible, su teoría apuntaba a la medición de la calidad de la transmisión de señales en los canales de transmisión. Más tarde, sin embargo, Shannon amplió su definición, llamando información a lo que quedaba invariable en una serie de operaciones reversibles (las transmisiones). Poco tenía que ver con el significado de los mensajes: lo único que considera su teoría es la transformación de un mensaje en

señales por un instrumento transmisor y la operación inversa de decodificación de las señales por el receptor. Weaver definió por su parte la comunicación como los “*procedimientos por los cuales una mente (o una máquina) puede afectar a otra*” (en Shannon y Weaver, p.19).

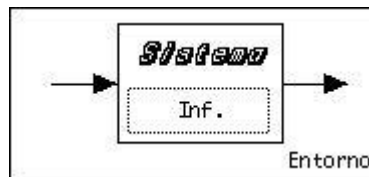
Pero se han redactado posteriormente numerosas otras propuestas de definición la comunicación. En 1977, K.Merten publicó en Alemania que había encontrado 160 definiciones diferentes. De éstas, 75 eran unidireccionales mientras 64 eran bidireccionales (Wiio, p.22).

En un sistema como el definido por Wiio existen tres niveles de información:

- Nivel “0”: generado por cambios aleatorios
- Nivel “1”: generado por el propio sistema de control
- Nivel “3”: generado por el entorno del sistema de control.

Pueden darse diversas situaciones: que el sistema no tenga ni entrada ni salida. En este caso es un sistema cerrado. Puede producir, internamente, informaciones de nivel “0” y “1”, pero esto no es útil para la comunicación. El sistema puede tener salidas sin recibir entradas: es lo que ocurre mientras una persona escribe algo, mientras nadie lee su escrito. La información producida es de nivel “1”. El sistema puede recibir señales, sin emitir nada. Esto es un típico sistema receptor. Es lo que ocurre cuando leemos, escuchamos música, etc. Pero la situación más común y típica de la comunicación es cuando el sistema recibe y emite. Este es por definición un “sistema abierto” que, en el caso del ser humano, es además un sistema altamente complejo. Este es el único tipo de sistema que puede ser considerado como básico para desarrollar un modelo de comunicación (Wiio, p.25). El esquema básico que lo representa es:

Gráfico SC-1: Sistema básico de comunicación



Las flechas muestran las entradas y salidas y señalan, por lo tanto, que el sistema afecta y es afectado por su entorno. También se indica que, dentro del sistema, existe un subsistema que maneja (procesa) información. Pero si el sistema es, así, abierto a su entorno, existe una consecuencia inmediata: tenderá a ser retroalimentado y auto-regulado, por cuanto sus salidas se transformarán -al menos en parte- en entradas (pudiendo ser transformadas por el entorno), el modelo básico de la cibernética:

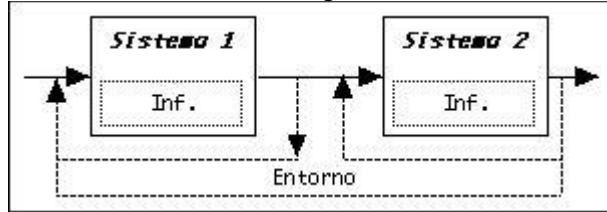
Gráfico SC-2: Sistema retroalimentado



Pero es obviamente más interesante ver lo que ocurre en la situación más común, es decir cuando dos sistemas parecidos llegan a interactuar: uno influye en el otro. El gráfico SC-3 lo muestra en la forma clásica que pone en evidencia que el fenómeno de retroalimentación o *feed-back* también se da entre los dos sistemas. Así, la comunicación puede ser definida como “*cualquier combinación de dos o más*

sistemas de información”, lo cual no prejuzga de la naturaleza de ninguno de los dos (y no exige que sean de igual naturaleza física o biológica) o como “intercambio de información entre sistemas o partes de un sistema donde la información salida de uno o varios sistemas de control causa procesos operativos en uno o varios otros sistemas de control” (Wiio, pp.26-27).

Gráfico SC-3: Sistema bipolar de comunicación



### 3.7. El cognitivismo

En 1948, la Fundación Hixon realizó un Simposio sobre “*Los mecanismos cerebrales de la conducta*”, que tuvo la participación destacada de John von Neumann (analogía entre el cerebro y el ordenador), Warren McCulloch (procesamiento cerebral de la información) y Karl Lashley (“*El problema del orden serial en la conducta*”, que critica fuertemente el conductismo). Esta crítica del conductismo constituye una de las características más importantes del cognitivismo naciente (cfr. Gardner, p.29). Las nacientes ciencias cognitivas se desarrollaron luego sobre la base de la cibernética y de los trabajos de los grupos dedicados a la nueva Inteligencia Artificial, nacidos en una reunión que tuvo lugar en el Dartmouth College, en 1956. Este año 1956 también quedó marcado por un Simposio sobre Teoría de la Información, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

“El tipo de psicología cognitiva que se produjo a partir de aquel 1956 sólo es comprensible si se considera como una consecuencia más del nuevo mundo científico abierto por «las ciencias de lo artificial». Así lo afirma Bruner (1983), uno de los padres fundadores.” (Pozo, p.40)

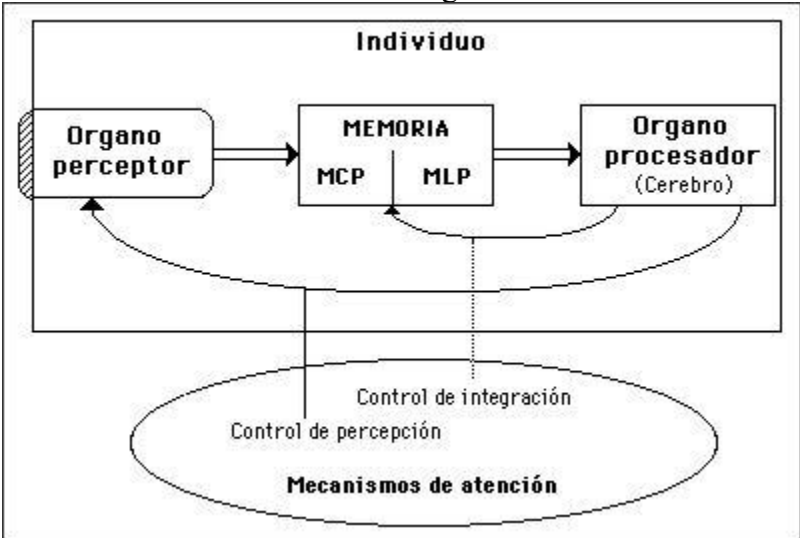
En 1960, G.Miller, E.Galanter y K.Pribram reclamaban un enfoque cibernético para estudiar la conducta en su obra “*Plans and the Structure of Behavior*”. En 1963, Feigenbaum & Feldman publicaban “*Computers and Thought*”, seguido en 1964 de “*The Structure of Language*”, de J.Fodor y J.Katz. En 1967 salía publicado “*Cognitive Psychology*”, primer libro específico en el área, donde Ulric Neisser exponía una concepción según la cual toda la cognición, desde el primer momento de la percepción en adelante, implica procesos analíticos y sintéticos inventivos. En 1968, M.Minsky editaba “*Semantic Information Processing*”. En 1969, H.Simon publicaba “*The Sciences of the Artificial*” y S.Tyler “*Cognitive Anthropology*”. El “procesamiento de información” se transformó en el modelo dominante en los Estados Unidos, inspirado en el modelo del computador, mientras en Europa se desarrollaría otra concepción, más organicista: el constructivismo, y luego aparecería el conexionismo, ligado al desarrollo de las neurociencias y la física de las redes neuronales artificiales.

La obra “*Introducción a la psicología cognitiva*”, de Lindsay y Norman, es un texto clásico de la escuela del procesamiento de información. En el gráfico PI-1 podemos ver cómo entienden la estructura y las operaciones de captación y procesamiento de la información, un modelo claramente cibernético.

En el cognitivismo subsecuente, la noción de “modelo” no se refiere a la forma de entender todo el proceso de adquisición del conocimiento sino a las representaciones mentales, con la teoría de los “modelos mentales” que se debe a Holland, un científico de la computación, y a sus colaboradores Holyoak, psicólogo cognitivo, Nisbett, psicólogo social, y Thagard, filósofo. Intentaban superar las críticas a las teorías de inspiración computacional asumiendo la insuficiencia de los enfoques exclusivamente sintácticos y la necesidad de especificar mejor las restricciones que aseguren la adecuación de las inferencias efectuadas por el sistema cognitivo (Pozo, p.149).

“El término de modelos mentales se utiliza para referir a conjuntos de conocimientos o a un saber que es homomorfo (o incluso isomorfo) con cierto sistema del mundo externo, dichos conocimientos pudiendo ser representados por un conjunto de proposiciones, un conjunto de imágenes o, incluso, un conjunto de neuronas.” (Johnson-Laird, p.5)

Gráfico PI-1: Procesamiento cognitivo de la información



### 3.8. El modelo sistémico (E-P-S)

Como lo explico en mi libro *“Teoría cognitiva sistémica de la comunicación”*<sup>4</sup>, la modelización sistémica emergió con fuerza a mediados de los años setenta, siendo su raíz la publicación de la obra de L. von Bertalanffy, *“General system theory, foundation, development, applications”*, de 1968. Tiene cierta importancia tener en cuenta que este nombre de la teoría puede ser traducido de dos maneras: como “teoría general de sistema” o como “teoría del sistema general”. La ambición de esta teoría, en efecto, es que es aplicable a la totalidad del universo. Pero más que pretender ser una “ciencia de todo”, pretende plantear un “modelo de tipo general”, es decir aplicable a todos los objetos que conforman el universo. Ha demostrado su aplicabilidad en múltiples disciplinas, desde la biología (su origen) hasta la sociología, pasando por la mecánica y la informática, e incluso la lógica y la epistemología.

Es, a la vez, una teoría de la modelización de los objetos y una metodología de investigación (Le Moigne, p.60). El uso de modelos en el desarrollo de la ciencia es una idea reciente, propia del Siglo

4 (Transcribo aquí varias líneas de este libro)

XX, a pesar de que, como hemos visto, la idea de describir mediante gráfico ya había aparecido en la *Encyclopédie* francesa. Es un método de representación del conocimiento de tipo axiomático-inductivo, que se aleja de los métodos hipotético-deductivos. El método sistémico, tanto como la modelización, es por lo tanto una opción epistemológica, cuyos postulados se oponen a los del positivismo típico de las ciencias naturales y físicas clásicas y son particularmente útiles en el campo de las ciencias humanas.

Algunos de sus postulados son:

- No existe una realidad objetiva dada sino varias realidades («realidades secundarias») construídas por los diferentes actores y coexistentes al mismo tiempo, tan «verdaderas» unas como otras (negación del principio del tercio excluído). Son, por ejemplo, las creencias de diferentes actores que son todas «verdaderas» desde su punto de vista.
- Un fenómeno, como una realidad secundaria, no existe nunca sólo. Existe necesariamente en relación con otros fenómenos. Estos fenómenos se vinculan unos a otros, forman un sistema. Ya no se puede decir que tal fenómeno «causa» tal otro, ya que hay siempre circularidades de interacciones. Los fenómenos está ligados por una relación de «causalidad circular», varios fenómenos están ligados en múltiples causalidades sistémicas.
- Si una realidad de sentido emerge, no se debe a una (o varias) causa(s) sino a un conjunto de causalidades circulares en las cuales la realidad emergente misma tiene un lugar (negación del principio positivista de la causalidad lineal).” (A. Mucchielli, p.11)

Investigar de acuerdo a este enfoque implica que no se parte de la formulación de hipótesis que se contrasten luego mediante experimentación, sino que se formula una pregunta general y se pasa a recopilar numerosos datos que luego se categorizan y se ordenan para tratar de llegar a un esquema que ayude a entender el funcionamiento de los fenómenos estudiados. No es posible prever el tipo de producto - esquema o cuasi-teoría - al cual se llegará: se va descubriendo (y corrigiendo numerosas veces) a medida que se avanza.

La sistémica no es ni pretende ser, obviamente, el único método de investigación: diversas disciplinas siguen recurriendo válidamente a los métodos hipotético-deductivos pero estos son más bien excepcionales en el campo de las ciencias sociales, que es el que más nos interesa.

La teoría de sistema es también un medio de estudio destinado a enfrentar la complejidad. El “paradigma de la complejidad” es también un descubrimiento del Siglo XX. Los avances de la física en este siglo han obligado a dejar de pensar en el universo como algo compuesto de elementos simples y el análisis sistémico es especialmente fructífero. En el paradigma de la complejidad, cuando se llega por una vía racional a una contradicción, esto no significa necesariamente un error, sino el posible hallazgo de una “capa más profunda” de la realidad (un trabajo de “partición” como lo llama la sistémica), que requiere una nueva forma de pensar (cfr. Morin, 1994, p.100). Es lo que ocurre, en particular, cuando se estudia el ser humano y la forma en que se constituye como tal, mediante sus relaciones - su comunicación - con los demás seres humanos.

Los teóricos norteamericanos de la sistémica definieron muchas veces los sistemas como “conjuntos de elementos en interacción”, lo cual llevó erróneamente a ver en la teoría de conjuntos una herramienta matemática adecuada y que presidió al desarrollo del método de “análisis de sistemas” basado en el reconocimiento y enumeración de los componentes y sus relaciones, en una concepción muy cartesiana que ha impregnado fuertemente la difusión de la sistémica. Pero esta perspectiva “*pierde involuntariamente la excepcional fecundidad del concepto de sistema fundado en la dialéctica de lo organizado y lo organizante*” (Mucchielli, p.19) y principios tan importantes como la sinergia y la emergencia. Modelización analítica y modelización sistémica no son lo mismo. Sólo avanzados los

años setenta, y especialmente en Francia, se puso en evidencia esta confusión y sus perjudiciales consecuencias, que aún perduran en muchos lugares en la formación de “analistas de sistemas”, como lo pude experimentar en persona, corrigiendo después mi enfoque.

El análisis de sistemas, tal como se enseña en forma clásica en carreras de informática, es básicamente cartesiano, aunque transformado por el paradigma cibernético. El paradigma cartesiano se basa en el principio de la mecánica racional: todo objeto puede ser explicado, y dicha explicación se basa en la identificación de la estructura del objeto, única e invariable, que es la que determina su función. Pero el modelo cibernético no exige la plena explicación por vía estructural: acepta desconocer una estructura, encerrándola en una “caja negra”, y se propone comprender mediante la representación (modelización) de los comportamientos de los componentes que identifica a partir de sus “funciones” - o sea refiriéndolos a su razón de ser (finalidad) -, tomando en cuenta sus relaciones con su entorno y considerando las transformaciones que pueden sufrir en el tiempo (Le Moigne, pp.47-54).

El estudio de organismos vivos jugó un papel fundamental en el desarrollo de la teoría sistémica, especialmente porque en ella, la estructura es pocas veces explicativa de la función o de la evolución. La teleología (finalidad) es mucho más pertinente, como también lo es la apertura hacia el entorno o medio ambiente.

El método analítico cartesiano es reduccionista, mientras el método sistémico revisado es globalizador: obliga a percibir cualquier objeto como parte de un todo, como relacionado con un entorno. Y la comprensión del objeto estará relacionada con la comprensión del entorno. También es la visión de los psicólogos de la Gestalt (teoría de la configuración, mal traducida “teoría de la forma”), que descubrieron el mismo principio en los años treinta, época en que von Bertalanffy empezó a construir su teoría. Y no olvidemos que el principio de que *“El todo es más que la suma de sus partes”* - también básico para la teoría de sistema - ya fue proclamado hace mucho tiempo por Aristóteles.

La sistémica pone además en entredicho el principio cartesiano de la causalidad lineal. Se acerca más al pensamiento oriental (chino) que, en vez de abstractas relaciones de causa a efecto, percibe múltiples solidaridades concretas de contrastes armónicos. En todo sistema, las relaciones son circulares, los objetos interactúan y los fenómenos están ligados en múltiples causalidades. Por ello, es igualmente racional y, sobre todo, mucho más enriquecedora la observación sistémica de relaciones fines/medios que la analítica de relaciones causas/efectos. Se reemplaza de este modo el principio de causalidad lineal por el precepto teleológico, que lleva a interpretar el objeto no en sí mismo sino por su comportamiento y no tratar de explicar éste a priori mediante alguna ley estructural sino en función de los proyectos que se pueden atribuir al objeto.

Cinco son los conceptos definatorios de un sistema: la actividad, la estabilidad, la finalidad, la evolución y la inserción en un entorno. El objeto puede ser de cualquier naturaleza: concreto o abstracto, tangible o intangible. La ambigüedad del término “sistema” en el lenguaje ordinario no plantea problema alguno, al contrario: da cuenta de que se perciben - aún confusamente - rasgos comunes en numerosos objetos o fenómenos diversos. Un objeto puede ser definido de tres maneras: recurriendo a su esencia (definición ontológica u orgánica), a lo que hace en su contexto (definición funcional o experimental), o a cómo se ha generado y cómo se desarrolla (definición genética o histórica). El cartesianismo ha privilegiado la primera forma; la sistémica intenta asumir las tres (Le Moigne, p.65). Estas tres definiciones juntas cubren los cinco conceptos definatorios.

De este modo, la sistémica - como método científico - es “una manera de conocer” más abarcadora que el método clásico de las ciencias experimentales (esencialmente orientado al análisis ontológico). Es también más dúctil y más consciente del rol del observador por cuanto se plantea siempre construir una descripción del sistema tal como lo ve y como se lo explica el modelizador. No pretende conocer la naturaleza última de las cosas: el conocer es, para ella, representarse algo, por lo cual está en perfecta consonancia con la ciencia cognitiva actual, compartiendo con ella la centralidad del concepto de representación (Le Moigne, p.72). De lo que se trata, no es de desarticular el objeto por el análisis, sino de buscar una forma de representarlo de manera comprensible. La teoría de la modelización sistémica se plantea como constructivista: pretende ayudar a construir conocimientos (Le Moigne, p.11).

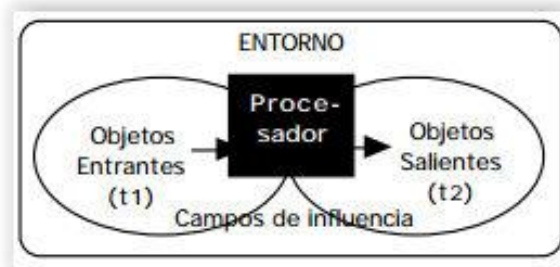
### Graficación (“sistemografía”)

La representación en forma gráfica es parte importante de la sistémica. Ayuda a visualizar tanto la estructura como las relaciones de los componentes. Pero debe ser acompañada, necesariamente de la descripción de los procesos, las funciones y las transferencias de información.

#### 1. El sistema general

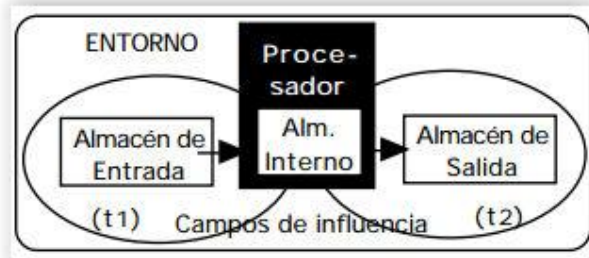
Considerando fundamentales los procesos y su representación, la sistémica coloca en segundo plano la identificación de los objetos mediante definición orgánica, siendo lo primero la identificación de los procesos en los cuales están implicados. Para facilitar este método de trabajo Ross Ashby introdujo el concepto de “caja negra”: ingenio que procesa una entrada y genera con ello una salida, entrada y salida siendo elementos pertenecientes al entorno (Es el modelo E-P-S: entrada-proceso-salida). Es “negra” en el sentido de que, al menos inicialmente, no se conoce lo que hay ni lo que ocurre “adentro”: sólo se sabe que “hace algo”, que “opera una transformación”, es decir que “procesa” elementos (objetos) provenientes del entorno. Dado que este ingenio no afecta ni es afectado por la totalidad de su entorno, se considera y describe un “campo” de influencia limitado (compuesto de otros objetos) tanto en la entrada como en la salida (Ver Gráfico S-1).

Gráfico S-1: El sistema general



Complementariamente, el concepto de flujo entre un campo-entrada y un campo-salida implica el de almacenamiento, ya que debe haber cierta cantidad de objetos disponibles en el campo-entrada, mantenidos en la caja para su transformación y reconocibles en el camposalida. De este modo, podemos agregar nuevas distinciones en el gráfico anterior. Nuestra “caja negra” ya no es tan oscura, ya que sabemos que tiene al menos dos funciones: una de transformación y otra de conservación transitoria del objeto en curso de transformación. Distinguir componentes internos (elementos estructurales o funciones) es lo que se llama habitualmente “realizar una partición” (Ver Gráfico S-2)

Gráfico S-2: El sistema general: Primera partición



El modelo del “procesador”, recién graficado, es el primero que propone la teoría de sistema. Es a la vez un modelo del “Sistema General” y el modelo inicial de cualquier trabajo de modelización sistémica. Parte importante del estudio y modelización de un sistema se transforma en la investigación de las relaciones entre procesadores y en la construcción y caracterización de la “red” que los une. Los procesadores organizados en red constituyen la “estructura” del sistema.

### 3.9. La máquina viva

Antiguamente se definía al ser vivo recurriendo a una larga lista de características determinadas por las observaciones científicas más avanzadas de la época. Pero, en la actualidad, esta modalidad se hace cada vez más compleja, siendo eminentemente difícil señalar cuáles de estas características serían indispensables y suficientes para reconocer a un ser vivo. La biología, por lo tanto, se orienta en otra dirección, encontrando en el método sistémico una fórmula clarificadora. En este enfoque, se define al ser vivo como un sistema dinámico con transformaciones internas, capaz de producir una membrana que lo separa de su entorno pero sin aislarlo totalmente de éste. Es, así, su propio productor y su propio producto, siendo autónomo aunque no independiente, debido a su organización interna. Es lo que el biólogo chileno Humberto Maturana llamó, en 1970, “autopoiésis” (Cfr. Maturana y Varela, 1984, pp.28-32).

Maturana abordó el tema del ser vivo a partir del concepto de máquina ( “*De máquinas y seres vivos*”, 1974), pero señala de partida que definirla por la naturaleza de sus componentes y por el objetivo que cumple es una visión ingenua (Maturana y Varela, 1974, p.66). “*Para dar cuenta de una máquina específica concreta es necesario tomar en cuenta las propiedades de los componentes reales que sus interacciones nos permiten inducir.*” (p.67). Es lo que conduce a entender un sistema vivo como máquina.

“El hecho de que los sistemas vivos son máquinas no puede demostrarse apelando a sus componentes. Más bien se debe mostrar su organización mecanicista de manera tal que sea obvio cómo todas sus propiedades surgen de ella.” (p.67)

El “mecanismo” fundamental que define el ser vivo es la autopoiésis.

“Una máquina autopoiética es una máquina organizada como un sistema de procesos de producción de componentes concatenados de tal manera que produce componentes que: i) generan los procesos (relaciones) de producción que los producen a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y ii) constituyen a la máquina como una unidad en el espacio



físico. Por consiguiente, una máquina autopoietica continuamente especifica y produce su propia organización a través de la producción de sus propios componentes bajo condiciones de continua perturbación y compensación de esas perturbaciones (producción de componentes). Podemos decir entonces que una máquina autopoietica es un sistema homeostático que tiene su propia organización como la variable que mantiene constante." (p.68)

Mientras los componentes pueden variar - como también la estructura, que no es más que el conjunto ordenado de los componentes - la organización autopoietica ha de permanecer inalterable, su pérdida implicando la pérdida de la vida. Es lo que quiere representar el gráfico M-1.

Gráfico M-1. Autopoiésis

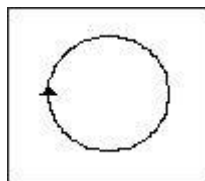
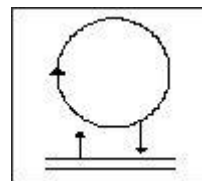


Gráfico M-2. Acoplamiento estructural



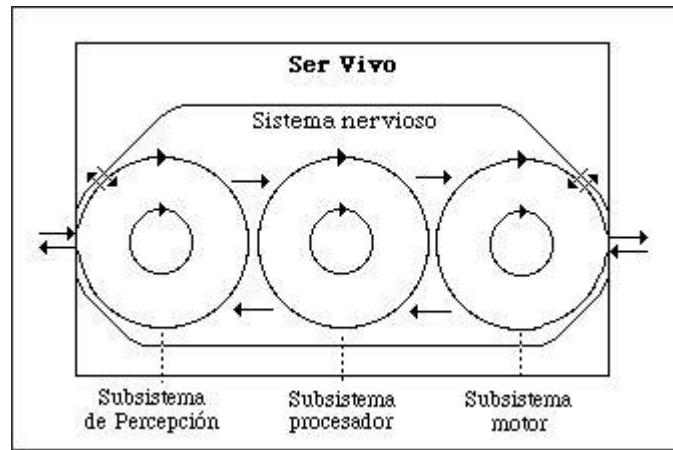
En un sistema autopoietico entran y salen elementos, pero el sistema sigue subsistiendo, porque su organización básica permanece invariable. Aunque la reproducción no es -en esta perspectiva- una característica *sine qua non* de la vida, es frecuente entre los seres vivos y -lo que importa por sobre todo- tiende a asegurar la transmisión de las mismas características de organización del ser que la origina. Así la autopoiésis es la invariante de la herencia de los seres vivos.

El modelo básico más elemental de un ser vivo es la célula. Está en constante interacción con su entorno: todo cambio en éste "gatilla" una transformación estructural (no organizacional) en la célula y ésta, a su vez, puede actuar sobre el Medio Ambiente. Es lo que se llama "acoplamiento estructural" con el Medio (Gráfico M-2). Esta interacción o acoplamiento conlleva en sí el mecanismo de la adaptación, que no es más que la "*mantención de los organismos como sistemas dinámicos en su medio*" (Maturana y Varela, p.68), el cual es también dinámico, modificado por las interacciones. Si, por el contrario, la interacción es tal que el organismo vivo no puede conservar su organización, en lugar de adaptación habrá destrucción y desaparición del mismo. La adaptación es por lo tanto una consecuencia necesaria del acoplamiento estructural. Las variaciones adaptativas que sufra un organismo específico constituyen su ontogenia, "*historia del cambio estructural de una unidad sin que ésta pierda su organización*" (p.49).

Dos células pueden influenciarse mutuamente. Si ello ocurre en forma reiterativa, se producirá un acoplamiento estructural entre ellas, que conduce al surgimiento de organismos de segundo orden o sea seres multicelulares, con unidad autopoietica de la totalidad, sin pérdida de la unidad autopoietica de las partes. En el acoplamiento del organismo de segundo orden con el Medio y con otros organismos, interesa recalcar que existe mucho más que intercambios de materia (en que un componente del entorno entra en el organismo y un componente del organismo sale hacia el exterior, como en el proceso de alimentación): el acoplamiento implica también interacción sin intercambio de materia. En los seres vivos de segundo orden, la sensibilidad a esta interacción constituye un aspecto tan fundamental de la vida que dio origen -en una gran cantidad de especies- a un subsistema especializado de detección y reacción: el sistema nervioso. Y es lo que constituye el fenómeno de la comunicación. El

gráfico M-3 muestra el subsistema especializado de detección y reacción configurado en el sistema nervioso.

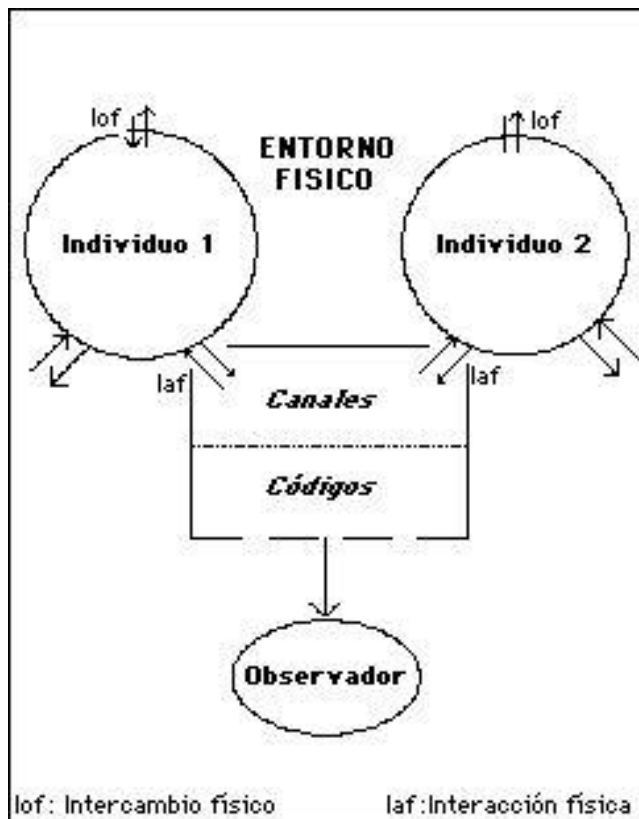
Gráfico M-3. Sistema nervioso



Maturana y Varela subrayan que la constitución misma del ser vivo (su estructura y organización) determina qué es lo que le puede afectar. Lo mismo ocurre con el sistema nervioso: solo es afectado por cambios que su constitución le permite detectar a través de la membrana que lo limita y conecta con el resto del organismo y con el entorno del mismo. Nuestras posibilidades de comunicación están determinadas por las características de esta membrana y de las operaciones que puede realizar nuestro sistema nervioso.

¿Que es lo que transforma un acoplamiento entre seres vivos complejos en un fenómeno de comunicación? Para ello, es indispensable que la interacción tenga carácter recurrente y semántico. Para que haya acoplamiento semántico, es necesario que una conducta, por el hecho de ser recurrente, resulte desencadenadora de otra conducta, también recurrente, en otro organismo, acoplado al primero. A los ojos de un observador, la conducta inicial aparece como “orientadora” para el segundo organismo, el cual - en función de las repeticiones - se adapta cada vez mejor al requerimiento. Así surgen pares ordenados de acción y reacción y nace el sentido como interpretación de la interacción (Maturana y Varela, p.138). La comunicación puede definirse, en consecuencia, como la interacción dotada de sentido entre seres vivos socialmente agrupados pero, como subraya Maturana, corresponde a una interpretación realizada por un observador. El gráfico M-4 muestra el modelo correspondiente del fenómeno de la comunicación. (Se distingue el “intercambio físico”, que es intercambio de materia o energía, de la “interacción física”, que es la propia de la comunicación).

Gráfico M-4. Comunicación semántica



En el gráfico M4, el término “canales” no ha de entenderse como “conducto”, sino como el conjunto de condiciones del medio ambiente capaces de adoptar estados diferentes controlables por un productor de cambios (emisor) y discriminables por parte de un observador, haciendo posible que la conducta semántica de un individuo sea observada por otros. Los “códigos”, a su vez, son conjuntos de cambios usados preferentemente para los efectos de lograr acoplamiento en un dominio semántico específico (que Maturana llama siempre “lingüístico”).

De acuerdo a lo anterior, la interacción de los individuos sociales con los demás y con el entorno genera en cada uno cambios de estado, muchos de los cuales son observables. La existencia de cambios observables, que la biología del conocimiento define como conductas, es de especial importancia en los fenómenos sociales, ya que es la observabilidad misma la que hace posible la interacción sin que haya intercambios físicos. Por otra parte, algunas de estas conductas tienden a ser reiterativas y típicas de ciertos individuos, que sólo pueden asumirlas como resultado de una determinada historia de interacciones con sus semejantes (es decir a través del aprendizaje). En este caso aparece claramente la existencia del “acoplamiento de tercer orden” o acoplamiento social, que implica la existencia de una organización grupal de las conductas, es decir de roles diversificados (Maturana y Varela, pp.121-129). La conducta típica, común y definitoria del dominio social o acoplamiento de tercer orden es lo que llamamos comunicación. La reiteración de esta conducta genera una acumulación de cambios estructurales que permiten a un sujeto interactuar en forma adecuada con su entorno: esto es lo que llamamos “conocimiento” (pp.116-117).

### 3.10. La máquina unidualista

El modelo de la máquina también aparece en la obra del filósofo y sociólogo francés Edgar Morin (°1921), que emprendió en los años 70 la publicación de una obra de gran alcance y múltiples tomos que tituló *“El Método”*, en que pretende desarrollar una nueva epistemología a partir de los descubrimientos más modernos de la física, la biología y la psicología. Así, aborda el tema del conocimiento, partiendo de *“La naturaleza de la naturaleza”*, hasta llegar al ser humano y la conciencia. Toma posición frente a la ciencia tradicional que define como simplificadora, separadora de lo físico, lo biológico, lo psicológico y lo sociológico. Pero resulta imposible estudiar el ser humano dividiéndolo tan tajantemente de acuerdo a estas categorías, si bien son útiles para precisar numerosos conceptos y clarificar cómo *“funciona”*. Hace falta integrar en un modelo único todo lo que la ciencia descubre, para tratar de explicar el fenómeno de la transmisión – y correlativa acumulación – del conocimiento.

*“Pensar acerca del pensar”*, para *“conocer el conocer”*, su objetivo, implica desarrollar un tipo particular de pensamiento: el pensamiento complejo. Así es como el conocimiento, condicionado por factores biológicos, psicológicos, lingüísticos, sociales, etc., puede permitir que se tome conciencia de estas condiciones de su surgimiento y organización. Conocer el conocer corresponde a un ejercicio típico – y quizás entre los más difíciles – del pensamiento. Implica asumir el paradigma de la complejidad, como permite hacerlo la teoría de sistemas.

En 1977, Morin señalaba que, a pesar de que se usaba con frecuencia el término *“sistema”* (*“sistema solar”*, *“sistema social”*, etc.), muy pocas veces se aplicaba en serio en las ciencias el concepto en todo lo que implica (1977, p.100). Al iniciar su estudio de este concepto, en el primer tomo de *“El Método”*, recordaba lo acertado y completo de la definición dada en 1931 por Ferdinand de Saussure: *“una totalidad organizada, hecha de elementos solidarios que no pueden ser definidos sino unos en relación a los otros en función de su lugar en la totalidad”* (p.102).

El sistema es una unidad múltiple, compleja y organizada. Supone orden y variedad, pero partes diversas interrelacionadas (p.105). E implica que todo es más que la suma de las partes, lo cual conlleva el concepto de emergencia: surgen en el todo cualidades o propiedades nuevas, que no tienen sus partes. El átomo tiene propiedades – como la estabilidad – que no tienen sus componentes. La vida es un propiedad de la organización de una multiplicidad de moléculas. El ser humano tiene conciencia, que no es propia de sus neuronas individuales. La sociedad es más que una suma de individuos. (p.107).

“La Sociedad es producida por las interacciones entre los individuos que la constituyen. La Sociedad misma, como un todo organizado y organizador, retroactúa para producir a los individuos mediante la educación, el lenguaje, la escuela. Así es que los individuos, en sus interacciones, producen a la Sociedad, la cual produce a los individuos que la producen. Eso sucede en un circuito en espiral a través de la evolución histórica. Esta comprensión de la complejidad requiere un cambio muy profundo de nuestras estructuras mentales.” (Morin, 1994, p. 123)

En el paradigma de la complejidad, cuando se llega por una vía racional a una contradicción, esto no significa necesariamente un error, sino el posible hallazgo de una *“capa más profunda”* de la realidad, que requiere una nueva forma de pensar (Morin, 1994, p.100). Es lo que ocurre cuando se estudia el ser

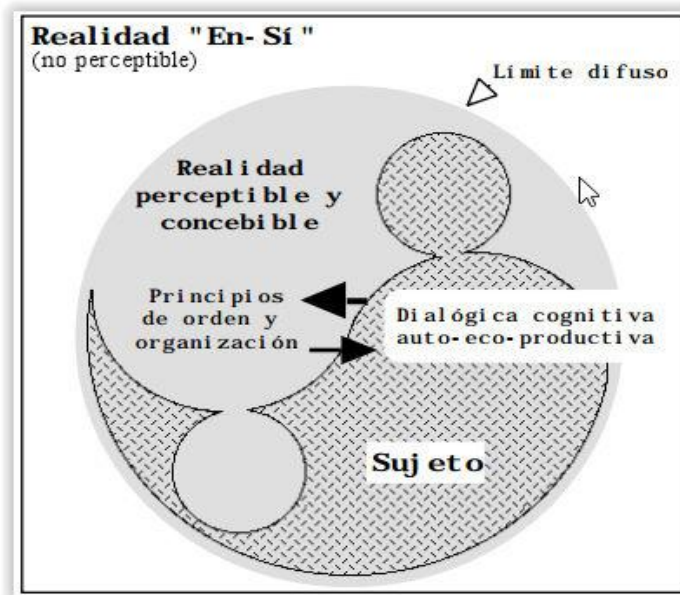
humano, y particularmente la forma en que se constituye como tal, mediante sus relaciones – su comunicación – con los demás seres humanos.

Es difícil comprender la complejidad no porque sea complicada (los dos términos no son sinónimos) sino porque es un paradigma nuevo y todo nuevo paradigma es difícil de concebir. En este sentido, la complejidad “*es un progreso del conocimiento que aporta algo de desconocido y de misterio*”. (Morin, 1986, p.384). Y es del sistema hipercomplejo que es el organismo humano que emerge la conciencia.

La auto-conciencia aparece a partir de la conciencia de los objetos de conocimiento, cuando la mente llega a considerarse a sí-misma, desde su propio interior, como objeto de conocimiento. Así, la mente accede a la conciencia superior (Morin, 1986, p.192). Es una forma de conocimiento que permite a la vez tener conciencia del conocimiento y, desarrollando el conocimiento del conocimiento, permite tener conciencia de la propia conciencia.

Gracias a la conciencia, tenemos acceso a nosotros mismos y, así, a la parte de la realidad de la que somos hechos. Tenemos acceso y dominamos las mismas características espacio-temporales y organizativas que dominan gran parte de lo real y, por lo tanto, si bien puede haber una realidad que escapa a estos caracteres, tenemos acceso y podemos dominar toda la “*realidad perceptible y concebible*”, que es con la cual compartimos características comunes. Esto porque nuestras estructuras cognitivas son el producto de estas características del mundo, y especialmente de los principios de orden y organización, que son los que nos permiten entrar en una interacción dialógica –cognitiva– “*auto-eco-productiva*”. En esta interacción, “*los a priori de la sensibilidad y del intelecto se desarrollaron por absorción/integración/transformación de los principios de orden y organización del mundo fenoménico*” (Morin, 1986, p.213). El aparato cognitivo se desarrolló en el mundo reconstruyendo el mundo dentro de sí y a partir de las características de este mundo que no es meramente material<sup>5</sup>. Somos parte de la realidad y la realidad es parte de nosotros, como muestra el gráfico M-1.

Gráfico M-1. Modelo recursivo del conocer<sup>6</sup>



5 Desarrollo más el enfoque de Morin en mi libro “Teoría cognitiva sistémica de la comunicación” (cap.11)

6 Desarrollado para mi libro “Teoría cognitiva...” (p.353 de la versión impresa).

Esto responde a una de las críticas que se hace al dualismo y al funcionalismo: que resultaría difícil probar que las representaciones mentales se adecuan a lo que representan. La explicación de Morin muestra que no es así y que hay buenas razones para creer que el mundo mental se adecua perfectamente al mundo que le es externo. De este enfoque también se deduce que ha de mantenerse una posición más cercana al dualismo que al monismo, aunque no necesariamente un “dualismo duro” o intransigente, como plantean a veces algunas corrientes de las ciencias cognitivas. Como señala Morin, se debería más bien plantear una “unidualidad compleja”:

“La actividad de la mente es una producción del cerebro, pero la concepción del cerebro es una producción de la mente. (...) Así, se constituye un círculo aparentemente infernal en que cada término, incapaz de explicarse a sí-mismo como de explicar al otro, se disuelve en el otro hasta el infinito. Pero esta circularidad significa también la mútua necesidad de ambos términos. (...) Queda claro que toda concepción que deje de considerar el lazo a la vez gordiano y paradójico de la relación cerebro/mente sería mutilante. Hay que afrontar su unidualidad compleja en sus caracteres propios y originales.” (Morin, 1986, p.74)

Conforme a la mútua imbricación del aparato cognitivo y del mundo, la conciencia no es independiente del entorno natural en el cual se hace presente. Se vuelve productiva a través de las acciones determinadas por la voluntad, ya que se ha construido y se sigue moldeando a partir de la interacción inteligente con el entorno natural y, especialmente, social. El dominio cognitivo del individuo se inscribe en el dominio cognitivo de su grupo cultural, es decir en una “noosfera”, a la cual accede y que puede hacer suya a través del intercambio lingüístico.

“El conocimiento es lo que permite situar la información, contextualizarla y globalizarla, es decir de situarla en un conjunto. [...] El conocimiento es la organización, no sólo de las informaciones, sino igualmente de datos cognitivos.” (Morin, 1998, pp.33-34)

El conocimiento no puede ser reducido a una sola noción como información, percepción, descripción, idea o teoría: hay que concebirlo como un conjunto de modalidades y de niveles, que engloban estos elementos. Congrega además una competencia (aptitud productiva), una actividad cognitiva que es función de esta competencia y un saber, resultado de estas actividades. Es producto de una “computación viva”, cuya primera función consiste en regenerar y reorganizar la “máquina” viva, asegurando su integridad y gobernando sus relaciones con su entorno. Asegurando primero la sobrevivencia, la computación viva integra mecanismos de conocimiento que permiten reconocer las sustancias y los acontecimientos que ponen en peligro la vida y hacerles frente.

La máquina viva resuelve sus propios problemas. Realiza una “*computación de sí misma, por sí misma, para sí misma*” (1986, p.42). La computación viva tiene la originalidad de haber creado la “auto-computación”. Así, desarrolla la capacidad de establecer una distinción ontológica entre sí y el entorno y de situarse en medio del ambiente para procesarse a sí misma y al ambiente como dos cosas diferentes.

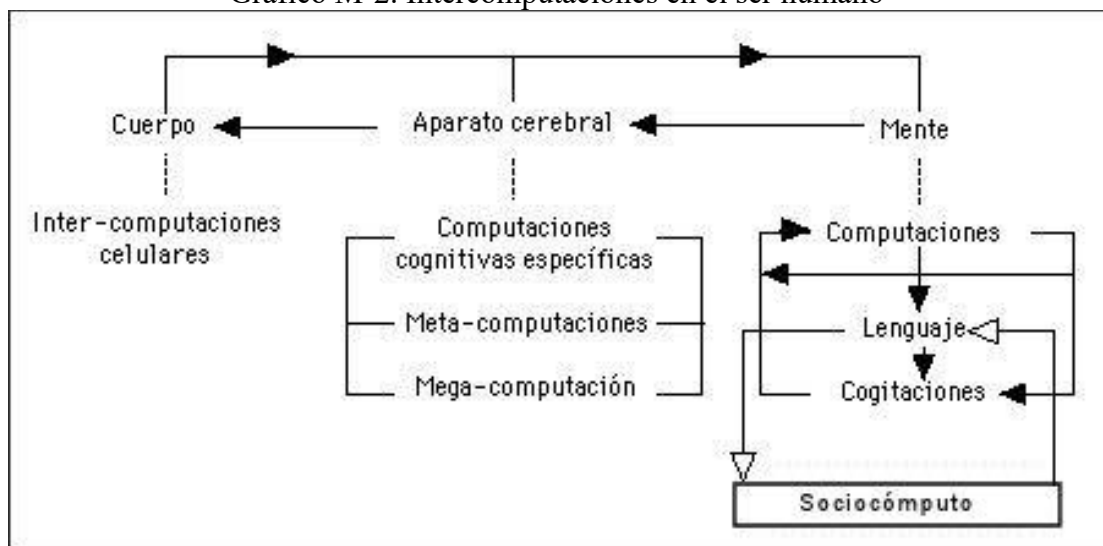
“El cómputo es el operador clave de un proceso ininterrumpido de auto producción/constitución/organización de un ser-máquina que es al mismo tiempo un individuo-sujeto. Este proceso constituye un bucle recursivo que produce el cómputo que lo produce. [...] Así debe enunciarse, no solamente,  $\text{computo} \rightarrow \text{ergo sum}$ , sino también:  $\text{sum} \rightarrow \text{ergo computo}$ , y ligar estos dos elementos en bucle:  $\text{sum} \rightarrow \text{ergo computo} \rightarrow \text{ergo sum}$ . El cómputo produce/mantiene la identidad del ser.” (Morin, 1986, p.44)

El espíritu y la actividad mental (“cogitación”) emerge de la mega-computación cerebral. Sin embargo, *“el cerebro no explica la mente, pero necesita la mente para explicarse a sí-mismo”* (ibidem, p.74).

“La mente es una emergencia propia del desarrollo cerebral del *homo sapiens*, pero solamente en las condiciones culturales de aprendizaje y de comunicación ligadas al lenguaje humano, condiciones que no pudieron aparecer sino gracias al desarrollo cerebroy intelectual del *homo sapiens* en el curso de esta dialéctica multidimensional que fue la hominización. Así, la mente retroactúa sobre el conjunto de las condiciones (cerebrales, sociales, culturales) de emergencia desarrollando lo que permite su desarrollo. Del mismo modo la conciencia retroactúa sobre sus condiciones de formación y puede, eventualmente, controlar o dominar lo que la produce.” (Morin, 1986, pp. 78-79)

Podemos graficar de la siguiente forma este fenómeno de multicomputación productora de la mente en la “máquina humana” unidualista:

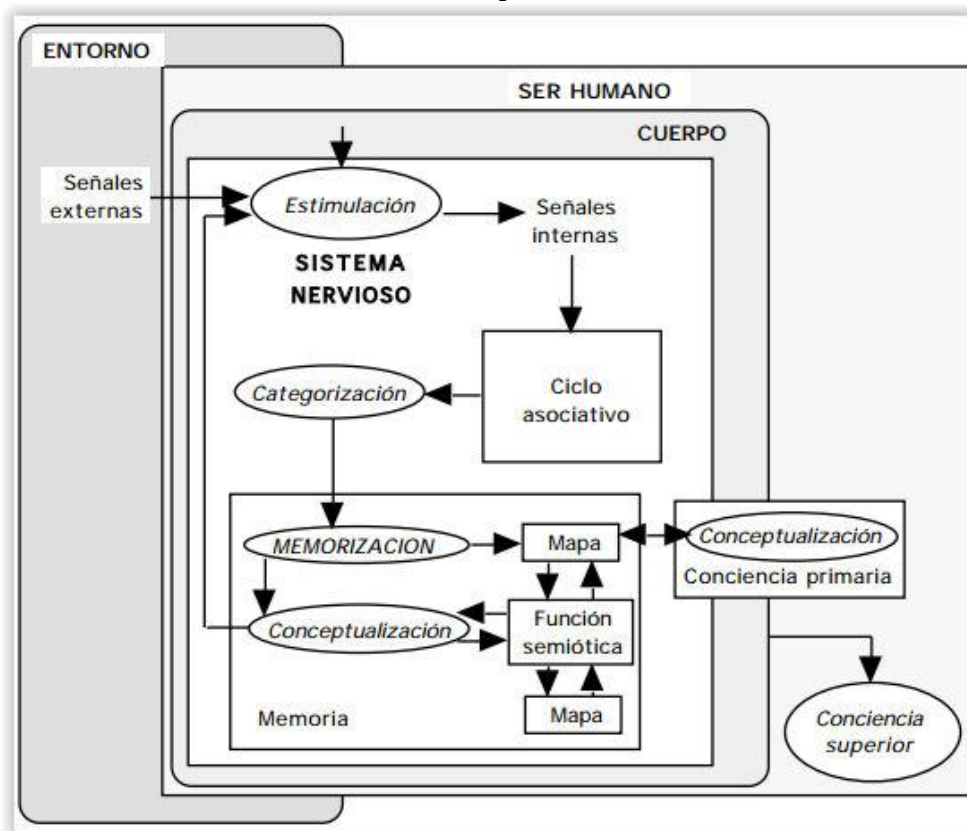
Gráfico M-2. Intercomputaciones en el ser humano<sup>7</sup>



Asumiendo aportes del cognitivismo, combinados con este enfoque, podemos llegar al gráfico sistémico M-3.

<sup>7</sup> Desarrollado para mi libro “Teoría cognitiva...” (p.357 de la versión impresa).

Gráfico M-3. Computación humana<sup>8</sup>



### 3.11. La máquina psi

Antes de terminar, conviene considerar los aportes de Ken Wilber y algunos otros científicos espiritualistas, que permiten comprender y aplicar la concepción unidualista de Edgar Morin. Dedicado al análisis de la evolución de la ciencia, Wilber muestra como fue abandonado el aspecto “interior” del mundo. Consagró una obra a mostrar de que manera podría volverse a una “ciencia integral”, que tomara en cuenta la realidad espiritual. El hombre tiene un espíritu que es una realidad transracional que *“sólo puede verse con el ojo de la contemplación”* (1998, p.138) y que no puede alcanzarse por la mente racional sino solo por una experiencia mental de otro tipo que requiere años de entrenamiento, como ocurre con los grandes místicos.

Todas las grandes tradiciones de sabiduría – durante la mayor parte de la historia – suscribieron la creencia de que la realidad “está constituida por un tejido de niveles interrelacionados -que van desde la materia hasta el cuerpo y, desde éste, hasta la mente, el alma y el espíritu-, en el que cada nivel superior «envuelve» o «engloba» las dimensiones precedentes” (Wilber, p.19).

<sup>8</sup> De mi libro “Teoría cognitiva...” (p.350 de la versión impresa, donde queda fundamentado). Los “mapas” se refieren a conjuntos de neuronas.



Wilber remite en consecuencia a la hipótesis de la existencia de una realidad no material, probada por la experiencia de “expertos” en el arte de la contemplación, acusando el “Occidente moderno” de haber desterrado al espíritu, con consecuencias a su juicio catastróficas, dado que “*la materia es ciega ante el bien y el mal*” (p.229).

“Lo peor de todo ocurrió cuando la ciencia (empírico–sensorial y sistémica), aliada con la industrialización – todos ellos quehaceres agresivos del «ello» –, comenzó a atacar y sojuzgar el resto de las esferas. Así fue como el rasgo distintivo de la modernidad terminó siendo la colonización y modificación del «yo» y del «nosotros» por parte del implacable «ello». Todos los dominios interiores – la conciencia, el alma, el Espíritu, la mente, los valores, las virtudes y los significados – se vieron, en ese momento, reducidos a polvo, al–orden–que–emerge–del–caos característico de los procesos del «ello».” (p.231)

Se considera que los trabajos de Wilber han sido de gran importancia para reunir las “piedras inconexas” (psicología, física cuántica, teorías de la relatividad, del orden implicado, de la información y de sistemas) en la nueva visión de la realidad a que apunta la psicología transpersonal, aunque mantiene algunas diferencias con ella. Otro pionero en estos trabajos de integración ha sido Ervin Laszlo, filósofo y científico interdisciplinario de origen húngaro, quien “*consiguió dar con la piedra angular de la existencia de lo que él llama el «campo psi», que describió como un campo subcuántico, que contiene un registro holográfico de todos los eventos ocurridos en el mundo fenoménico*” que asume plenamente la dimensión espiritual del mundo (Grof, p.134).

El paleontólogo y filósofo francés Pierre Teilhard e Chardin expuso una concepción filosófica parecida según la cual todas las cosas tendrían dos aspectos íntimamente ligados: el “interior” (espiritual) y el “exterior” (material). La ley de la evolución sería que el desarrollo de la complejidad material (“exterior”) conlleva el crecimiento paralelo del aspecto interior, hasta llegar a un umbral – la aparición del hombre – en que el “interior” se hace accesible a sí mismo: es el surgimiento de la conciencia. Y ésta, a su vez, crece hasta que llega a un nuevo umbral en que podría liberarse por completa del “exterior”. Explica que, cuando a unos millones de moléculas se añaden unos millones de moléculas más, el cambio más obvio es cuantitativo. Sin embargo, al mirar de más cerca, y en tanto haya una determinada diversificación de las moléculas que se unen, se puede descubrir con asombro un cambio cualitativo: en cierto umbral de complejidad, la materia inanimada acumulada en las moléculas individuales se transforma en vida. Y al crecer la complejidad, el “interior” se hace patente.

David Chalmers llegó a una concepción semejante, compartiendo la ley de complejidad (aunque la desarrolla menos): “*Allí donde haya procesamiento complejo de la información, encontrarás conciencia compleja. A medida que el procesamiento de la información se haga más y más simple, encontrarás tipos de conciencia más simples.*” (en S.Blackmore, p.66)

“Al igual que el progreso científico continúa disipando el hechizo de la anticuada visión materialista del mundo, propia del siglo XVII, también podemos observar los trazos generales de una nueva y emergente comprensión global de nosotros mismos, de la naturaleza y del mundo en el que vivimos. Este nuevo paradigma debería ser capaz de reconciliar la ciencia con la espiritualidad basada en la experiencia, de una naturaleza aconfesional, universal y que abraza a todos, llegando así a una especie de síntesis de la ciencia moderna y la antigua sabiduría.” (*ibidem*, p.134)

## Conclusión

Podemos concluir con Pierre Lévy que la máquina, como concepto y modelo, forma parte intrínseca del ideario occidental desde muy antiguo y, como lo hemos visto, sigue muy vigente como modelo científico para investigar la realidad e incluso para describir el ser humano..

"Una gran estructura subyacente singulariza Occidente: la máquina universal. Es uno de los secretos de su historia, la forma escondida en su ideal democrático, un motor invisible de su arte, el sello de su poderío industrial y científico. El concepto de máquina universal se elaboró rigurosamente en el campo de la lógica matemática. Pero la gran máquina universal occidental desarrollaba sus trucos y sus combinaciones en las profundidades del imaginario social y diez mil aspectos de la vida concreta mucho antes de ser definida por la informática. El ordenador no es más que la manifestación técnica de esta configuración subterránea." (Lévy, p.71)

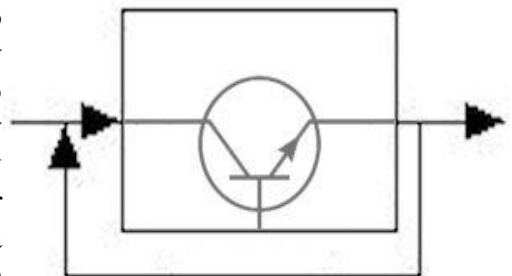
Al mismo tiempo parece que el neomecanicismo es el paradigma dominante y pasó para muchos de ser metodológico a ser ontológico, lo cual puede ser objetado. *"Con los progresos de la informatización, el orden del cálculo y de las operaciones efectivas tiende a gobernar la esfera del sentido y de la interpretación"* (Lévy, p.152). Los computadores ocupan hoy en la cultura *"el lugar de referencia intelectual"* (p.153) e incluso social, con los *smartphones*. Esto supone una nueva metafísica, lo que pasa demasiado desapercibido. La informática, que se basa en el cálculo binario, supone una comprensión del mundo basada en lo medible y lo fragmentario.

"La discontinuidad del cálculo deja escapar por abajo el detalle infinito de la realidad natural. Pero esta realidad huye también, por arriba, de la puesta en algoritmos, a lo largo de toda la escala graduada de los niveles de descripción." (*ibidem*, p.156)

Nada impide, por cierto, simular computacionalmente una célula – como lo hacen las neuronas artificiales de la inteligencia de máquina más avanzada –, pero si la célula natural fuese una máquina que computa, su comportamiento en el tiempo correspondería a una combinatoria de posibles estados precodificados. *"Pero si, como pienso, no computa, todo ocurre como si inventase su historia"* en cada momento, dice Lévy (p.166).

"La descripción de las macromoléculas no puede deducirse de las ecuaciones de Shroedinger, válidas a escala atómica. La interacción de macromoléculas no permite concluir al modelo de la célula. El razonamiento que conduciría desde la descripción de las células y la declaración de sus leyes de interacción al funcionamiento de un organismo todavía está fuera de su alcance, sin mencionar la relación entre la dinámica neuronal y el pensamiento. [...]  
¿Está el ser humano basado en la computación? Respondemos resueltamente: ¡no!" (p.167).

Si Maturana y Varela tratan al ser vivo como una máquina, no es en el sentido de que pueda ser reducido al cálculo y desentrañado por la computación: es en el sentido de modelo universal que hemos visto aparecer aquí en diversas versiones y aplicaciones: un sistema que recibe entradas, las procesa y entrega resultados. Edgar Morin lo dejó muy en claro al mostrar como la conciencia emerge de la complejidad de la "máquina humana". Este concepto de emergencia, con todo lo que implica, es sin duda el mayor aporte del último siglo.



Emergencia y complejidad deberán siempre ser considerados como intrínsecos al modelo universal de máquina, mientras “máquina” debe dejar de ser entendido como un mecanismo artificial.

*“Somos máquinas que necesitan ayuda del universo para funcionar.”*  
(Del filme “Un cuento de invierno”, 2014)

## Bibliografía

- Blakmore, S. (2010): Conversaciones sobre la conciencia, Barcelona, Paidós.
- Chalmers, D. (1996): La mente consciente – En busca de una teoría fundamental, Barcelona, Gedisa.
- Colle, R. (2017): Redes inteligentes: El poder de la comunicación, de las células a la sociedad global, Santiago de Chile, Ediciones INCOM-Chile. <https://goo.gl/o6kLL5>
- (2016): La ciencia y el espíritu: Científicos en busca del alma, Santiago de Chile, Autoedición. [http://issuu.com/raymondcolle/docs/ciencia\\_y\\_espiritu](http://issuu.com/raymondcolle/docs/ciencia_y_espiritu)
  - (2015): ¿Ser Digital o ser Humano?, Santiago de Chile, Ediciones INCOM-Chile. [http://incomchile.cl/web/wp-content/uploads/2015/05/Colle\\_Ser\\_humano.pdf](http://incomchile.cl/web/wp-content/uploads/2015/05/Colle_Ser_humano.pdf)
  - (2012): Comunicación y conocimiento – Desafíos de la era digital, Alicante, Colección Mundo Digital de Revista Mediterránea de Comunicación. <http://www.mediterranea-comunicacion.org/article/view/cmd1-comunicacion-y-conocimiento-desafios-de-la-era-digital/pdf>
  - (2002): Teoría cognitiva sistémica de la comunicación, Santiago de Chile, Ed.San Pablo. (Borrador en PDF en <http://issuu.com/raymondcolle/docs/librotcsc>)
  - (1999): La representación del conocimiento en sistemas hipermediales, Universidad de La Laguna (Tenerife, (Islas Canarias, España), Tesis doctoral.
  - (1992): “Hacia una revolución epistemológica: la biología cognitiva de H.Maturana”, en Revista LOGOS, México, nº 58, pp.93-111.
- Gardner, H. (1988): La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva, Barcelona, Paidós.
- Grof, S. (2010): “Breve historia de la psicología transpersonal”, Journal of Transpersonal Research, Vol. 2, 125-136
- Johnson-Laird, P. (1983): Mental Models, Cambridge, University Press.
- (1993): “La théorie des modèles mentaux”, en EHRLICH, M.F. & alt.: Les modèles mentaux: Approche cognitive des représentations, Paris, Masson, 1993.
- Le Moigne, J.L. (1994): La théorie du système général, Paris, PUF, 4ºed..
- Lévy, P. (1987): La machine univers, Paris, La Découverte.
- Lindsay, P.& Norman, D. (1983): Introducción a la psicología cognitiva", Madrid, Tecnos, 2º ed.
- Maturana, H. y Varela, F. (1974): De máquinas y seres vivos, Santiago de Chile, Ed.Universitaria.
- Maturana, H. y Varela, F. (1984): El árbol del conocimiento, Santiago de Chile, OEA.
- Morin, E. (1994): Introducción al pensamiento complejo, Barcelona, Gedisa.
- (1977): La méthode: 1. La nature de la nature, Paris, Seuil.

- (1980): La méthode: 2. La vie de la vie, Paris, Seuil.
- (1986): La méthode: 3. La connaissance de la connaissance, Paris, Seuil.
- (1998): "L'enjeu humain de la communication", en Cabin, Ph.: La Communication: Etat des savoirs, Auxerres, Ed.Sciences Humaines

Mucchielli, A. (1999): Théorie systémique des communications, Paris, A.Colin.

Penrose, R. (1994): Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness, New York, Oxford University Press.

Pozo, J.I. (1994): Teorías cognitivas del aprendizaje, Madrid, Morata, 3º ed.

Shannon, C. y Weaver, W. (1981): Teoría matemática de la comunicación, Madrid, Forja.

Vidali, P. (1995): "Experiencia y comunicación en los nuevos medios", en Bettetini, G. y Colombo, F: Las nuevas tecnologías de comunicación, Barcelona, Paidós, pp.259-285.

Vygotsky, L. (1979): El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Barcelona, Ed.Crítica (El texto original es mucho más antiguo).

Wiio, O. (1981): What is Information. A Conceptual Analysis of Some Basic Words, Minneapolis, Paper, ICA meeting.

Wilber, K.& col. (1987): El paradigma holográfico – Una exploración en las fronteras de la ciencia, Barcelona, Kairos.

Wilber, K. (1998): Ciencia y religión, Barcelona, Kairos.