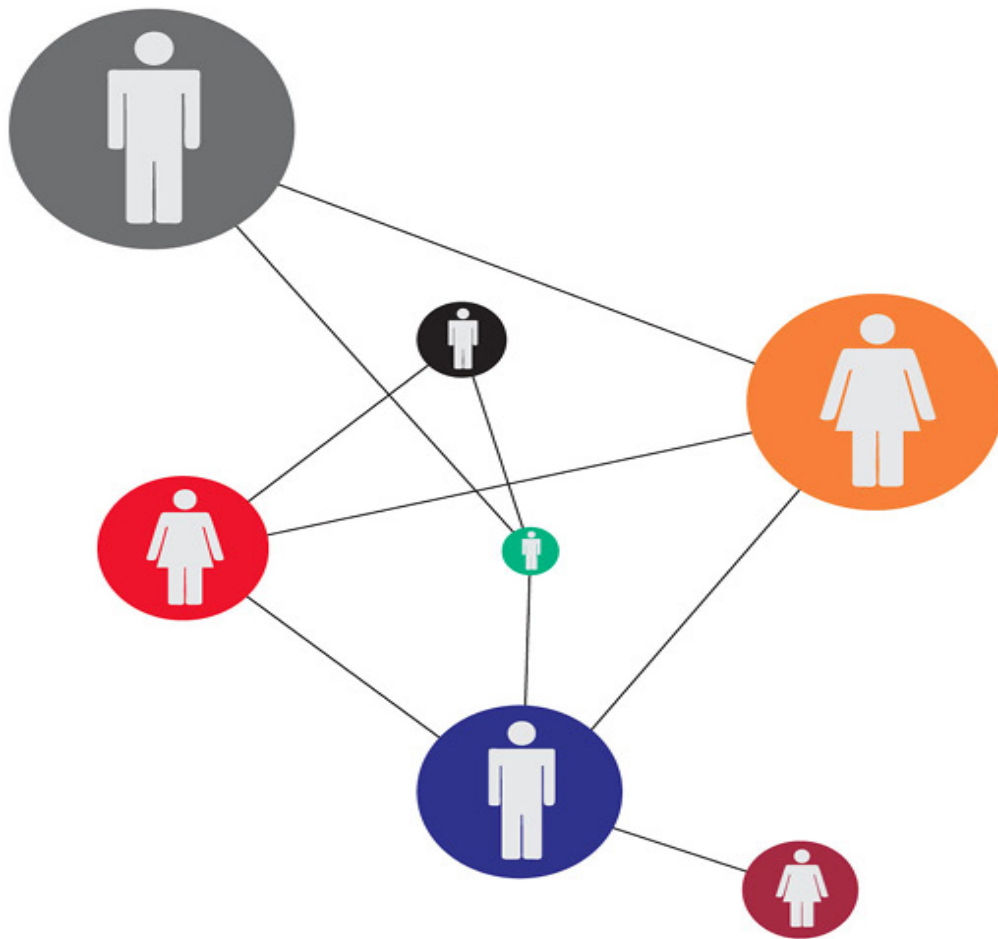




MANUEL VIVANCO

Sociedad y complejidad

Del discurso al modelo



INVESTIGACIÓN SOCIOLOGICA



MANUEL VIVANCO

Sociedad y complejidad

DEL DISCURSO AL MODELO



SOCIEDAD Y COMPLEJIDAD

Del discurso al modelo

© LOM Ediciones / Facultad de Ciencias Sociales de la
Universidad de Chile

Primera Edición, 2010

ISBN: 978-956-00-0144-3

eISBN:9789560012715

Diseño, Composición y Diagramación:
Editorial LOM.

Concha y Toro 23, Santiago

Fono: (56-2) 688 52 73 Fax: (56-2) 696 63 88

lom@lom.cl | www.lom.cl

Impreso en los talleres de LOM

Miguel de Atero 2888, Quinta Normal

Fonos: 716 9684 - 716 9695 / Fax: 716 8304

Impreso en Santiago de Chile.

Introducción

Complejidades lógicas o empíricas

El paradigma emergente de la complejidad no es una propuesta generada por una escuela o construida conscientemente con un fin predefinido. Más bien es una amplia y variada gama de enfoques, invenciones, perspectivas y descubrimientos que, provenientes de distintas disciplinas, convergen en su pluralidad hacia una mirada que problematiza la ciencia normal.

Las fuentes son identificables -cibernética, teoría matemática de la información, teoría general de sistemas, inteligencia artificial-, pero el producto puede caracterizarse de diversos modos.

En primer término, amerita distinguir la posición de particularistas y universalistas. Ambas perspectivas asumen que la complejidad es un dato de la realidad; sin embargo, se disiente respecto al carácter explicativo del discurso y los algoritmos de la complejidad.

Desde la perspectiva particularista cabe identificar fenómenos, comportamientos y procesos que son entendidos como complejos en un sentido que es preciso establecer en cada caso particular. En consecuencia, la complejidad como hecho concreto solo puede aprehenderse en su fenomenología específica. En este contexto resulta inútil buscar las leyes universales comunes a todos los sistemas complejos, sean estos del ámbito de las ciencias físicas, biológicas o sociales. Una teoría unificada de la complejidad se presume tan improbable como una teoría unificada de los cuatro campos físicos. Este enfoque considera que los sistemas simples son igualmente simples en la relación de las partes con el todo y, por el contrario, cada sistema complejo posee su propia complejidad.

Para la perspectiva universalista, la complejidad, independientemente de la materialidad del objeto implica

las mismas clases abstractas de problemas, estructuras y procesos. En este contexto los principios que gobiernan los sistemas complejos son los mismos y operan independiente de la sustancia de los elementos que componen el sistema. Se asume que las teorías de la complejidad son abstractas y se reconoce en los sistemas una complejidad específica articulada con una lógica de la complejidad que opera en el mismo sentido en todos los dominios. Reconociendo la especificidad de los sistemas, el universalismo es una perspectiva epistemológica, mas no ontológica.

Las dos posturas reseñadas reeditan en clave moderna la clásica disputa escolástica de los universales. Controversia centenaria en la que, eventualmente, ambas posiciones tienen elementos de verdad.

La complejidad surge cuando se presentan dificultades de carácter empírico o lógico. Las complejidades empíricas refieren a desórdenes e incertidumbres y las complejidades lógicas a contradicciones y unión de términos antagonistas.

Un ejemplo de complejidad empírica es el efecto mariposa. Se verifica un efecto mariposa en sistemas sensibles a las condiciones iniciales. Esta es una propiedad distintiva de los sistemas caóticos. En particular, cualquier perturbación en el sistema se amplifica sin proporción a la magnitud de la perturbación. La trayectoria del sistema resulta impredecible dada la influencia desmesurada de las perturbaciones.

En virtud del efecto mariposa en sistemas definidos por ecuaciones deterministas, el horizonte de predicciones resulta impredecible. La divergencia entre el estado original y los estados sucesivos después de un corto periodo temporal inviabiliza todo intento predictivo. Paradojalmente sistemas que son deterministas resultan intrínsecamente impredecibles.

Un ejemplo de complejidad lógica es una partícula elemental que se presenta como onda (inmaterial y continua) y corpúsculo (material y discontinua). Su estado

ondulatorio permite dar cuenta de ciertos fenómenos y su estado corpuscular permite comprender otros. Ambos estados, aunque opuestos, son reales y medibles.

Nótese que no se trata de una contradicción entre dos proposiciones lógicas, sino entre la lógica y la realidad.

El resultado de esta antinomia es el derrumbe de la lógica formal. Desde Aristóteles ésta ha sido el fundamento en el cual se apoya el juicio y el raciocinio. Bases para la actividad científica teórica y experimental.

Los principios fundamentales que constituyen la matriz de la lógica formal son la identidad (A es A) y la no contradicción (No a la vez A y no A). Siendo principios solidarios resulta evidente que la lógica formal al eliminar la contradicción es insuficiente para dar cuenta de procesos complejos como la dicotomía onda-corpúsculo

En términos de Gunther (1998) el surgimiento de contradicciones, antinomias y paradojas en la lógica como en la matemática no es síntoma de un fracaso subjetivo, sino una indicación positiva de que nuestro razonamiento lógico y matemático ha entrado en una dimensión teórica nueva gobernada por una nueva legalidad.

Una nueva episteme

La ciencia clásica describe y representa la realidad en función de una racionalidad que se funda en la lógica aristotélica, la geometría euclídea, la epistemología de Descartes y la mecánica de Newton.

El paradigma cartesiano newtoniano demostró su eficacia en la sociedad industrial. Sin embargo, el desarrollo del conocimiento evidencia que la realidad presenta dimensiones distintas a lo simple y lineal, ordenado y mecánico, reducido y fragmentado.

La explicación simple reduce el objeto a sus partes componentes y entiende que los fenómenos pueden aislarse y desvincularse del entorno. El análisis se convierte en reducción de lo plural a lo elemental. Se aparta como epifenómeno el desorden, la reflexividad, lo antagónico, lo contradictorio.

Los principios de intelección simples y reduccionistas resultan insuficientes para encauzar el estudio de fenómenos constitutivamente complejos. A todas luces inapropiados para indagar en inteligencia artificial, teoría de supercuerdas, nanotecnología, biodiversidad, genoma humano, hipótesis Gaia, termodinámica de procesos irreversibles, sociedad artificial o ciberespacio.

A la fecha el término complejidad no tiene un estatuto epistemológico y semántico relevante porque no ocupa un lugar en el discurso científico comparable a nociones como racionalidad o estructura.

Las escuelas abordan el estudio de la complejidad desde diversas perspectivas. Así, por ejemplo, el pensamiento complejo desarrollado por Morin solo coincide parcialmente con las indagaciones en sistemas complejos adaptativos de Santa Fe Institute. La complejidad en Morin

es una cosmovisión y para Santa Fe Institute es una constatación empírica.

Independientemente de la entrada, la mirada compleja instala una redefinición en la relación entre las ciencias y de las ciencias con la sociedad. Desde una nueva racionalidad pone en juego nuevos principios y procedimientos para repensar lo pensado y pensar lo no pensado.

No se trata solo de nuevas lógicas, geometrías, lenguajes, conceptos y algoritmos, sino también de una nueva episteme -en el sentido griego del término ajena a la versión Foucault.

Tensión esencial

El paradigma emergente se constituye como tal producto de una lenta acumulación de anomalías en el ámbito de la ciencia normal. Científicos decimonónicos de renombre realizaron descubrimientos que no encajaban en la propuesta monolítica de la ciencia clásica.

La teoría de números que ocupa en las matemáticas un lugar fundamental (análogo al lugar que ocupan las matemáticas en las ciencias) fue cuestionada en sus fundamentos cuando se demostró que era posible medir y comparar dos conjuntos de números infinitos. La comparación permitió concluir que un infinito era mayor que otro.

La geometría acostumbrada a las formas perfectas de la geometría euclídea se vio sacudida por geometrías que no respondían a nuestra percepción cotidiana del espacio.

Para ilustrar la tensión esencial, se describirán algunas de las anomalías que auguraban la crisis que se cerniría sobre el paradigma clásico durante el siglo XX. Tal como ocurrió en el siglo último pasado, quienes generaron momentos de rupturas cruciales en el siglo XIX no asumieron en toda su radicalidad las conclusiones ontológicas y epistemológicas implícitas en sus descubrimientos.

Sin embargo, son hitos insoslayables en la evolución del conocimiento científico y promueven el posterior cuestionamiento al paradigma clásico.

El primer fractal

Weierstrass, considerado padre del análisis moderno (Bell 1996), se propuso estudiar curvas irregulares en todos sus puntos. Curvas con la forma dentada del filo de un serrucho.

La particularidad de tales curvas es que siendo continuas no tienen derivada. La función de Weierstrass es continua y no es derivable en ningún punto -sorprendentemente no tiene tangente.

El descubrimiento de tales curvas implicó un completo examen de los fundamentos del análisis. Suscitaban profunda aprehensión en la comunidad de matemáticos abocados a la tarea de aritmetización del análisis. Según Colette (1998), Hermite habría escrito: "Me alejo con espanto y horror de esta plaga lamentable de funciones continuas que no tienen derivada".

Para el estudio de la complejidad, la célebre función de Weierstrass resulta de particular interés. Su representación gráfica da lugar a un objeto fractal. Su descubrimiento se realiza 100 años antes que Mandelbrot desarrollara la geometría fractal. Dispositivo clave para estudiar complejidad.

Alef-cero

La idea de infinito es difícil de aprehender y conceptualizar porque está más allá de toda experiencia humana. El descubrimiento de los números transfinitos se produce cuando Cantor demuestra que no existe correspondencia uno a uno entre distintos conjuntos de números infinitos, quedando en evidencia que existía diferencia en infinitud entre dos conjuntos infinitos.

Para llegar a una conclusión tan contraintuitiva introdujo el término numerable para designar todo conjunto que puede ponerse en correspondencia biunívoca con el conjunto de números reales. Demostró que todo subconjunto infinito de los números reales también es numerable. Por ejemplo, el conjunto de los números cuadrados perfectos.

Comparando series teóricamente infinitas de distintos conjuntos de números -números reales y números impares o números reales y números racionales- descubrió que era posible establecer distintos tamaños de infinito. Las investigaciones de Cantor lo llevaron a una conclusión que en su momento resultó un despropósito y actualmente es provocadora. A saber, que hay infinitos infinitos. Se demuestra que para cualquier número transfinito existe un número mayor.

Para los matemáticos de la fecha, series infinitas de distinta magnitud eran monstruos de la matemática. Según Pagels (1991), muchos matemáticos pensaron que Cantor estaba loco (murió en un sanatorio para enfermos mentales). Fue desconocido por su antiguo maestro Kronecker y vilipendiado por Poincaré, una autoridad de primer nivel.

Posteriormente se reconoció a la teoría de conjuntos desarrollada por Cantor como el marco unificador para

toda la matemática moderna.

Espacio curvo

La geometría euclídea es la matemática del espacio cotidiano. Corresponde a la estructura del espacio percibida mediante los sentidos. *Los Elementos* de Euclides es la obra matemática -no dedicada solo a geometría- que sustentó el desarrollo y la enseñanza matemática hasta fines del siglo XIX. Según Kline (1992), en los *Elementos* está la génesis del método axiomático deductivo, que es la piedra angular de la matemática como ciencia formal.

Las geometrías no euclídeas se desarrollaron problematizando el quinto postulado formulado por Euclides. La incapacidad de demostrar el postulado de las paralelas promovió la generación de una geometría alternativa en Bolyai, Lobatchevki y Riemann.

La propuesta de Riemann cambió de raíz todo el enfoque del razonamiento deductivo al modo de Euclides. Riemann propuso una geometría esférica apropiada para describir espacios curvos n dimensionales.

La geometría de Riemann permite estudiar la curvatura del espacio, que es condición para el desarrollo de la teoría de relatividad general. Técnicamente la relatividad general se conoce como teoría geométrica de la gravedad.

Cabe destacar que las anomalías del siglo XIX son apenas una pálida muestra de los problemas extraordinarios con soluciones imposibles que serían abordados en las décadas siguientes. Preguntas y resultados que imponen de facto la complejidad en la lógica, la materia, la teoría y la realidad.

Puntos de inflexión. Nuevas trayectorias

Las ciencias sociales no se pueden pensar como un coto cerrado. Resulta imperioso considerar las grandes novedades científicas que afectan nuestra comprensión del mundo.

El punto de inflexión generado por la relatividad, la complementariedad, la incertidumbre y la incompletitud generan un cambio de trayectoria que no solo ha cambiado las preguntas, sino también los problemas, los objetos, los parámetros, la lógica, los conceptos, las dimensiones y los procedimientos de la investigación y la ciencia.

La complejidad de lo real queda instalada cuando son problematizados radicalmente el tiempo y el espacio, la materia y los sistemas formales.

Para ilustrar el cambio de trayectoria visitamos brevemente los episodios que generaron un antes y un después en la comprensión del mundo.

Inflexión relativa

Nuestra experiencia cotidiana nos indica que el espacio y el tiempo son dos entidades separadas continuas e infinitas.

La relatividad especial se funda en una idea sorprendente. A saber, que el espacio y el tiempo en conjunto forman una sola identidad tetradimensional. Geométricamente significa agregar una cuarta variable t a las tres variables de espacio x, y, z .

Se reemplaza la idea de un espacio tridimensional y un tiempo absoluto independiente por una entidad contraintuitiva que subyace a la realidad fenoménica. A saber, el continuo espacio-tiempo. El tiempo no existe disociado del espacio y el espacio no existe sino en el tiempo.

Se demuestra que el tiempo es relativo. El tiempo transcurre más despacio en un sistema de referencia en movimiento respecto a un sistema en reposo.

Se demuestra que la masa de un cuerpo es relativa. La masa crece en conjunto con la velocidad tendiendo a una magnitud ilimitada cuando la velocidad se acerca a la velocidad de la luz. Se demuestra que el tiempo se detiene a la velocidad de la luz.

La noción de tiempo relativo no permite concluir que éste sea una entidad puramente subjetiva. Tiempo y espacio, como todos los procesos de la naturaleza, existen en y por sí mismos.

La relatividad general fue desarrollada posteriormente para explicar el movimiento de planetas y estrellas. En rigor es una alternativa a Newton asumiendo la existencia del continuo espacio-tiempo.

Se demuestra que la dimensión espacio-tiempo se curva en presencia de la materia. A saber, el espacio y el tiempo

se curvan en presencia de un campo gravitatorio.

La luz de naturaleza ondulatoria (eletromagnética) y corpuscular (fotones) se comporta según los efectos de la gravedad. En consecuencia, la luz se curva ante masas gravitatorias que influyan su recta trayectoria.

Desde la inflexión relativa. el tiempo es en realidad espacio, la gravedad es en realidad curvatura geométrica y le energía es en realidad masa.

Inflexión por complementariedad

Bohr en 1927 formula el principio que pone fin al dualismo onda-corpúsculo. En el ámbito de las partículas elementales, el aspecto corpuscular y el aspecto ondulatorio son dos representaciones complementarias de una sola y misma realidad.

Bohr acepta una antinomia que correspondía a una realidad empírica y contradecía los principios lógicos de identidad y no contradicción.

Bohr asume que la complejidad de lo real supera la racionalidad científica imperante. En una pirueta intelectual mayor declara que el dualismo onda-corpúsculo no deriva en una paradoja sino en una complementariedad. Acepta la antinomia y no considera que ésta sea insoluble. Surge el principio de complementariedad.

La complementariedad destierra al pasado el isomorfismo entre lógica y realidad propio de una racionalidad científica sustentada en la lógica formal.

En términos de Krippendorff (1997) se entiende por complementariedad la relación entre partes con identidad en contraste que se comportan de manera tal que la acción de una se acopla con la acción de la otra. En particular, se establecen relaciones recíprocas de los términos en forma circular.

Keeney (1987), a propósito de la complementariedad, genera un conjunto de dicotomías que forman parte del paisaje conceptual de la mirada compleja.

Complejidad y pares de complementarios

forma/proceso	ambiente/sistema
totalidad/partes	territorio/mapa
descriptor/descrito	recursivo/lineal
autonomía/control	observador/observado

El principio de complementariedad es el antecedente lógico y empírico del bucle recursivo que será un signo de identidad de la complejidad y, a su vez, dispositivo clave para el estudio de la complejidad organizada.

Inflexión reflexiva

Heisenberg descubrió en 1927 que es imposible conocer la trayectoria de una partícula elemental. Concluyó que no tiene sentido decir que una partícula posee una trayectoria formada por puntos continuamente conectados entre sí en el espacio.

Un electrón, mediante procedimientos experimentales, no revela cuál es su velocidad y su posición. Resulta imposible establecer ambas magnitudes en forma simultánea. La medición da lugar a una relación de indeterminación. Cuanto más se determina la posición, más se indetermina la velocidad y viceversa.

Nótese que se trata de dos modelos descriptivos lógicamente incompatibles que se generan al intentar producir un dato de la realidad. Esta dificultad da lugar al principio de incertidumbre.

Una consecuencia de esta indeterminación es que el comportamiento de la partícula solo se puede conocer en términos de probabilidades. No hay certezas en la incertidumbre.

El principio de incertidumbre es un caso particular del principio de complementariedad caracterizado por una relación causal estocástica.

La incertidumbre en la medición es una indeterminación empírica de la que no cabe deducir la validez del indeterminismo en sentido ontológico. Tampoco amerita derogar el principio de causalidad o asumir la indeterminación como una legalidad universal misteriosa.

Inflexión por incompletitud

La matemática desde una perspectiva formal es una disciplina deductiva de carácter axiomático. Desde esta perspectiva no es una ciencia de la cantidad, sino una disciplina orientada a obtener conclusiones lógicamente coherentes a partir de un conjunto de axiomas.

En este contexto resulta relevante establecer la coherencia interna del sistema de axiomas y postulados tal que no puedan deducirse teoremas contradictorios entre sí utilizando el mismo sistema de referencia.

El artículo de Gödel "Sobre proposiciones formalmente indecibles de los Principia Matemática y sistemas afines" demuestra que todo sistema formal deductivo que considere los principios y reglas elementales de la lógica y la aritmética se enfrentará necesariamente con proposiciones indecibles.

Se entiende por proposición indecible una proposición que no puede ser demostrada ni refutada dentro del sistema. En este contexto se señala que el sistema es incompleto.

Resulta evidente que para un sistema deductivo el atributo de incompletitud deslegitima al sistema en su naturaleza íntima.

El teorema de la incompletitud trae anexo una segunda consecuencia devastadora para los sistemas formales. En efecto, de la incompletitud se infiere el teorema de inconsistencia. Teorema que establece la incapacidad de un sistema axiomático para probar de acuerdo a su formalización que el sistema es consistente.

La consistencia es una propiedad básica en un sistema formal. Dice relación con la coherencia o ausencia de contradicción dentro del sistema. Gödel demuestra que si la aritmética es consistente, entonces es incompleta.