

Configuración y Complejidad una lógica interdependiente

Cristina Pizzonia Barrionuevo,
Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco
pizzonia@correo.xoc.uam.mx pizzonia@hotmail.com

Ángel José Martínez Salinas
Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco
anuamtz@gmail.com

Resumen

En esta ponencia partimos de considerar la conceptualización de los entramados sociales desde la sociología, que plantea Norbert Elias y su relación con las ciencias de la complejidad. Reflexionamos sobre las explicaciones que proporcionan las herramientas no lineales con la teoría social en los términos en que es posible incrementar las capacidades de la investigación social con métodos desarrollados en otras disciplinas, lo que obliga a un dialogo entre saberes.

Revisamos los aspectos teóricos de la sociología en relación con la aplicación de modelos de las ciencias de la complejidad desarrollados en la física y las matemáticas, lo que permitiría a partir de modelos cuantitativos considerar las diferencias cualitativas que contribuirían al desarrollo de la sociología de las ausencias. La formalización a partir de los modelos de complejidad ha permitido robustecer argumentos teóricos de las ciencias sociales, lo que ejemplificamos con dos investigaciones realizadas sobre los gobiernos perhispanicos apoyados en elementos interdisciplinarios que incluyen la historia, antropología, arquitectura, física y matemáticas.

Palabras clave

Interdependencia, Complejidad, Configuraciones y Relaciones Sociales.

Introducción

Estudiar las articulaciones de la vida social desde la formalidad lógica, con métodos no lineales como el Modelado Basado en Agentes (MBA), la Teoría de Grafos y la Teoría de Fractales, permite proponer escenarios que responden preguntas de investigación de carácter holístico. De este modo, es posible proponer a la complejidad como un concepto de carácter social, ya que refiere a las convergencias localizadas en un sistema o espacio de configuraciones, el cual se compone de elementos locales que al interactuar

derivan en comportamientos emergentes o globales que antes de la interacción no eran percibidos en dicho espacio.

Esta propuesta es ambiciosa ya que no hay una definición de complejidad, sino propiedades que han sido trabajadas en la física, matemática y ciencias de la computación. Al introducir la complejidad en el estudio de las relaciones sociales, tal como lo refiere Norbert Elías (1982, 2008), es necesario desmarcarla del concepto de integración y abocarse a las dependencias sociales articuladas en varios momentos, como uno de los objetivos de la sociología. Esto implica que las relaciones entre individuos no sólo son las que ocurren de manera cotidiana, sino que es necesario abordar el problema de la interacción entre millones durante un proceso histórico. En esta propuesta se descartan estudios mecanicistas o idealizados, para construir una complejidad demostrable, localizando las redes de interdependencias de las que emergen figuraciones sociales. En este sentido, las consideraciones sociológicas de Elías convergen con las propiedades de la complejidad que son aplicadas en herramientas no lineales.

El trabajo inicia con un apartado teórico en el que se explica la relación entre los sistemas complejos y la sociología realista de Norbert Elías. Una segunda parte metodológica trata sobre cómo se aborda la investigación al analizar las bases elementales de la teoría de fractales, el MBA y la teoría de grafos para explicar las propiedades de emergencia, auto-organización y fractalidad, útiles para reconocer las relaciones sociales ocultas en los entramados relacionales, especialmente importantes en el análisis de la sociología de las ausencias.

En el apartado de resultados revisamos la metodología cuantitativa que utiliza Elías para comprender el entramado de relaciones. Si bien advierte sobre sus limitaciones, le permite reconstruir el mundo de las interdependencias sociales. Partiendo de un análisis cualitativo, analiza el incremento de posibles relaciones en tres reglas simples, en cuyos trazos se pueden ver las tendencias en el incremento de variación. Asimismo, presentamos dos estudios que aplican herramientas de complejidad para explicar las propiedades de un sistema complejo y su convergencia con los planteamientos de la configuración social que se ocupa de estudiar los entramados de relaciones sociales.

En las reflexiones finales hacemos especial referencia a las posibilidades y dificultades del trabajo de investigación en el que interactúen las disciplinas: sociología, física y

matemáticas que nos permitirían conocer las relaciones sociales interdependientes que subyacen en los entramados sociales y proponer modelos de explicación y probable predicción.

Marco Teórico

Explicar las relaciones sociales interdependientes, es uno de los objetos de estudio de la sociología; lo que implica comprender la dependencia entre las personas y desentrañar entramados sociales partiendo de una complejidad localizada en un espacio de configuraciones. Esto remite a la problemática de las diferentes formas de convivencia entre las personas. “La multiplicación y diversificación de las experiencias disponibles y posibles plantea dos problemas complejos: el problema de la extrema fragmentación o atomización de lo real y el problema, derivado del primero, de la imposibilidad de conferir sentido a la transformación social”. (De Sousa Santos, B., 2009, p. 135). En estos términos, este trabajo realiza holísticamente el estudio de las relaciones sociales desde los sistemas complejos porque “...consideran las propiedades básicas de un sistema y la imposibilidad de proponer objetivos contrarios mientras existan esas prioridades básicas del sistema.” (Casanova, P. 2005, p. 380). Esta es una visión contraria a la propuesta del mecanicismo reduccionista.

La visión de los sistemas complejos provee una teoría transdisciplinaria e integradora, cualitativa y dialéctica; capaz de trascender el estudio de las partes para convertirse en un aparato para estudiar la integración de las partes en la cual lo más importante es comprender las propiedades emergentes como resultado de la interacción, en un sistema de elementos relativamente simples, de un comportamiento colectivo diferente del que presentan por separado los elementos del sistema. (Cocho, G., Gutiérrez, J. L. y P. Miramones, 2017, p. 100)

Esta forma de investigación se relaciona con la sociología realista de Norbert Elias, conocida también como teoría de las configuraciones sociales, ya que estudia las relaciones sociales más allá de una simple integración. La configuración social es presentada como un entramado de relaciones interdependientes donde no existe un individuo aislado, ni una sociedad que lo comprima; lo que lleva a la consideración de que el todo es distinto a la suma de las partes.

Desde esta postura teórica un sistema es un espacio de configuraciones donde se tejen redes de interdependencia; la conformación de una figuración requiere observación y vivencias del campo en el que las personas limitan o extienden sus posibilidades de relaciones. Al vincular esta mirada sociológica con las herramientas de las ciencias de la complejidad es posible analizar numéricamente las articulaciones ausentes en las dependencias sociales que, al llegar a un punto crítico cambian cualitativamente el espacio de configuraciones, es una forma práctica de llegar a la “sociología de las ausencias” (De Sousa Santos, B., 2009: 98). En otras palabras, es una investigación que permite clarificar las interdependencias que no son visibles en primera instancia. Y esto es así porque están localizadas en los matices articulados de los que emergen comportamientos globales; cuya traducción permite comprender cómo, dónde y para qué las personas se relacionan entre sí.

Metodología

Analizamos algunas de las herramientas de las ciencias de la complejidad utilizadas en las ciencias sociales, específicamente la teoría de fractalas, el MBA y la teoría de grafos también conocida como teoría de redes. El propósito es identificar las propiedades de emergencia, auto-organización, y fractalidad, en el contexto de relaciones no lineales, así como las posibilidades de su aplicación con datos empíricos. Estas herramientas permiten encontrar las articulaciones sociales que pueden pasar desapercibidas si reducimos la interdependencia al concepto complicado o complejo y no continuamos con la localización de los matices de las relaciones.

Es importante considerar que a mayor dependencia, hay menos posibilidades de que cambie la configuración; la robustez del sistema es proporcional a la solidaridad que tengan los integrantes de este. Es decir, un sistema es robusto en la medida que cuenta con una cantidad de información producto del incremento de interacciones que ocurren en el espacio de configuraciones. Por otro lado, si la interdependencia es baja, con la remoción de elementos del sistema se puede generar un cambio de estado; esto es, si el sistema no es robusto, al llegar a su punto crítico se genera un cambio cualitativo e incluso puede desaparecer.

Los métodos matemáticos de las ciencias de la complejidad, como en todo modelo, tiene límites en sus supuestos, los elementos de reflexión que aportan en la dilucidación de un problema son importantes al considerar que:

...las conclusiones a las que podamos llegar usando un modelo no describirán con rigurosa exactitud lo que ocurre en el sistema real (especialmente en sistemas con un alto grado de incertidumbre) pero, cuando menos, aportarán un conocimiento significativamente mejor que el que obtendríamos sin aplicar modelo alguno. (Izquierdo, Ordax, Santos, y Martínez, 2008, p. 88).

Considerando estos señalamientos revisamos los modelos de las ciencias de la complejidad desarrollados en la física, matemáticas y ciencias de la computación que nos permitan, analizar el entramado de relaciones sociales considerado en la teoría sociológica de Elias; de los que exponemos a continuación dos trabajos.

La complejidad en Norbert Elias

Para Norbert Elias un espacio de configuraciones es un entramado de relaciones interdependientes, lo que remite a una figura abigarrada, una red fuertemente interconectada, una dependencia recíproca entre los hombres.

En este punto es conveniente abordar la cuestión de si la complejidad del ámbito objeto de la sociología es mayor que la de los planos precedentes de integración, es decir, si es mayor que la de los ámbitos objeto de la biología o de la física. Sin embargo, tal vez sea útil ofrecer al lector en este contexto una posibilidad de hacerse una cierta idea de la complejidad de las sociedades humanas.

Esto puede hacerse de manera relativamente sencilla preguntándose de qué modo aumenta el número de relaciones posibles en un grupo cuando se incrementa la cantidad de personas que integran ese grupo (Elias, N., 2008, pp. 116-117)

Para ejemplificar este planteamiento recurre a tres reglas simples representadas en fórmulas matemáticas que nos muestran las posibilidades de una relación social. El propósito es mostrar la complejidad que la sociología aborda en su campo de conocimiento; de modo que no queda reducido a elaboraciones artificiales que ajustan lo observado a un sistema de ideas prefabricado. El problema de estudiar las relaciones

humanas “se deriva de que cientos, miles y millones de personas estén relacionadas entre sí y puedan llegar a depender recíprocamente unas de otras, como es el caso del mundo de hoy” (Elias, N., 2008, p. 117) El propósito de estudiarlas es clarificarlas para reconocer cómo nos relacionamos en sociedad.

Lo anterior requiere que el investigador reconozca que la complejidad de las relaciones permiten obtener resultados inesperados. Los cambios cualitativos en las configuraciones sociales, devienen de la interacción entre los integrantes que la constituyen, en otras palabras, la totalidad de la configuración social es distinta a la suma de sus partes y lo podemos constatar con reglas simples.

Elias en su introducción a la complejidad social, presenta tres reglas donde x es el número de relaciones que pueden mantener los individuos en un grupo y n es el número de individuos que componen ese grupo.

La primera se refiere a las relaciones bilaterales:

$$x = \frac{n(n-1)}{2} \quad (1)$$

Es la representación de una díada donde si hay dos individuos sólo tenemos una relación, si tenemos tres contamos con tres relaciones bilaterales, y así siguiendo.

La segunda son todas las relaciones numéricas sencillas posibles:

$$x = 2^n - (n + 1) \quad (2)$$

La diferencia con la díada es que se considera la relación del grupo, así al tener tres individuos contamos con cuatro relaciones posibles.

La tercera son todas las relaciones posibles con perspectivas múltiples:

$$x = n \left(\frac{2^n}{2} - 1 \right) \quad (3)$$

Con esta regla simple considera la relación como dos posibilidades distintas que representan los límites de percepción entre los individuos, lo que limita la acción o

conducta. En la relación entre los individuos reflexiona que cada individuo percibe una relación diferente cuando numéricamente puede caracterizar sólo una en las relaciones numéricas sencillas. De este modo, al considerar a los matices de la realidad es posible una representación más realista.

En la tabla 1 se presentan algunos resultados de las tres reglas, podemos observar el incremento paulatino en las relaciones bilaterales en una sucesión de números. El incremento llamado sencillo, que se refiere a todos los valores numéricos posibles, presenta un aumento apresurado en los valores numéricos. La distinción entre las tres fórmulas reside en que trata de modelar las percepciones múltiples, lo que nos presenta el incremento múltiple es un aumento acelerado en los valores cada vez que se suma un individuo. Por ejemplo, con tres individuos tenemos nueve relaciones, al aumentar a un grupo de cuatro las relaciones son diecinueve. Es un incremento geométrico que es muy distinto al incremento bilateral que presenta una serie aritmética, esto nos da elementos para reflexionar sobre la pertinencia de trabajar con modelos matemáticos pensando en la relación considerada en los espacios de configuraciones sociales. Tarea nada fácil pero que puede dar interesantes resultados.

Tabla 1.

Crecimiento de las posibilidades de relación en función del número de individuos insertos en un entramado de relaciones

Número de individuos	Relaciones bilaterales	Incremento bilateral	Todas las relaciones posibles (sencillo)	Incremento sencillo	Todas las relaciones posibles (perspectivas múltiples)	Incremento múltiple
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	2	2
3	3	2	4	3	9	7
4	6	3	11	7	28	19
5	10	4	26	15	75	47
.
.
.

Para contar con una referencia sobre lo abigarrado de las relaciones sociales, en la tabla 2 presentamos cuantitativamente lo que ocurre al aplicar estas reglas a un grupo de cincuenta integrantes.

Tabla 2.

Posibilidades totales en función de 50 individuos insertos en un entramado de relaciones

Número de individuos	Relaciones bilaterales	Todas las relaciones posibles (sencillo)	Todas las relaciones posibles (perspectivas múltiples)
50	1,225	1,125,899,906,842,570	28,147,497,671,065,600

La complejidad social es visualizada con reglas simples por Elias, sin embargo, señala que esta representación no es suficiente. La figuración no sólo se localiza en los elementos que modifican las posibilidades de relación en términos cuantitativos, es en “los equilibrios de poder de cada una de las posibilidades de relación” (Elias, N., 2008 p. 119), de las que emergen las figuraciones sociales. Es en los campos de observación

donde se reconocen las condiciones para que ocurra o deje de ocurrir una dependencia entre individuos; lo que nos permite reconocer que los límites de los modelos residen en sus supuestos. Sin embargo, los resultados otorgan elementos para conocer más sobre el tema de estudio. En este caso, si trazamos los resultados de las relaciones sociales con cincuenta individuos, se obtiene una distribución que puede ser interpretada cualitativamente en un plano semilogarítmico como lo mostramos en la figura 1, 2 y 3.

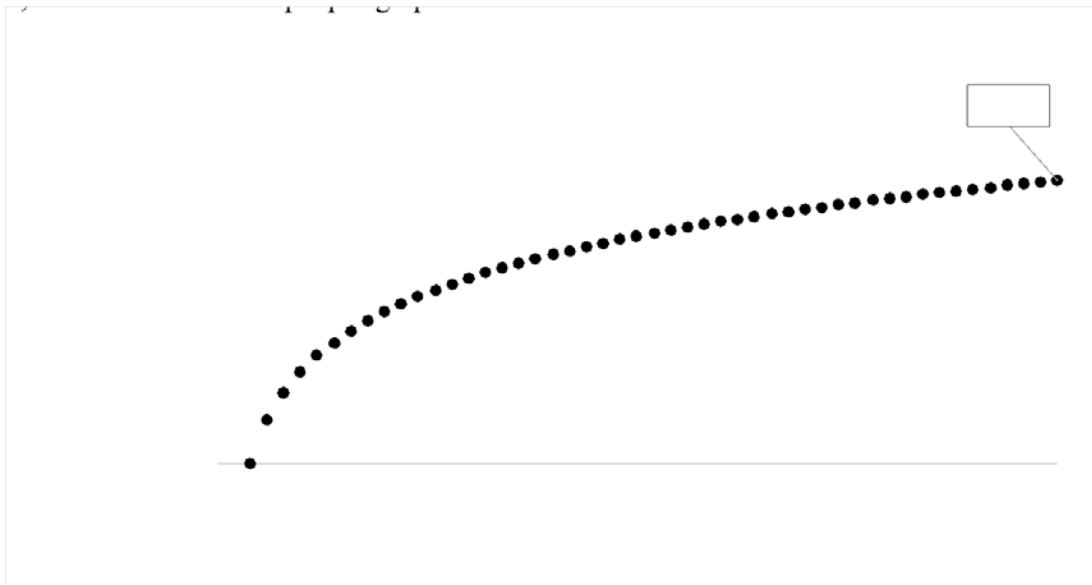


Figura 1. La distribución muestra un incremento paulatino que dibuja una curva, es una baja variación en el crecimiento de las relaciones bilaterales al aumentar el número de individuos.

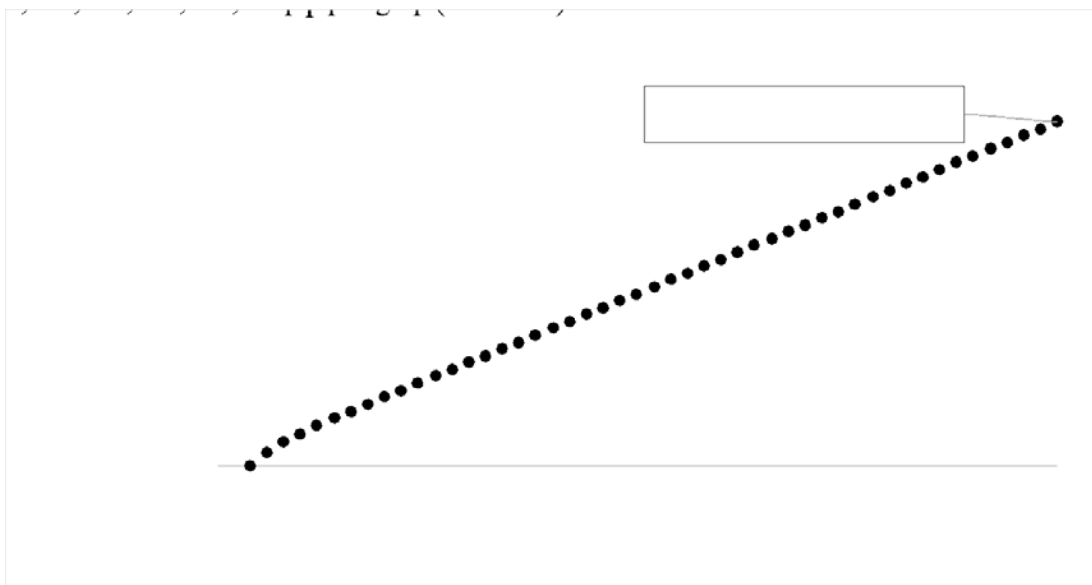


Figura 2. La distribución muestra un incremento constante que dibuja una línea, es una variación fuerte y permanente en las relaciones numéricamente posibles al aumentar el número de individuos.

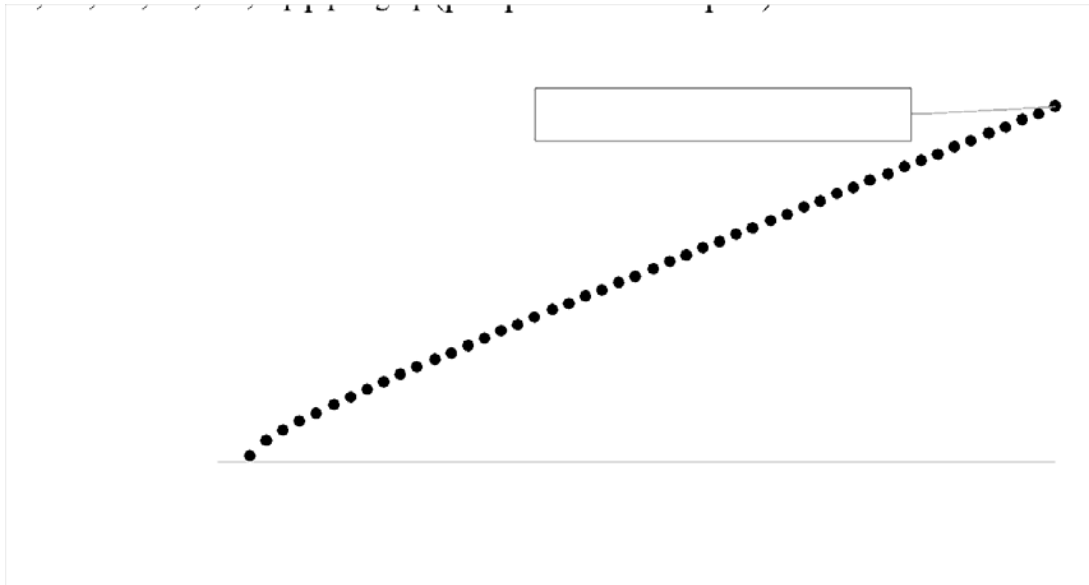


Figura 3. La distribución muestra un incremento constante que dibuja una línea, es una variación fuerte y permanente en las relaciones con perspectivas múltiples al aumentar el número de individuos.

En las relaciones bilaterales la variación en su incremento es baja, lo que se explica porque la sucesión de números es aritmética. La variación es distinta en las relaciones numéricamente posibles y de perspectivas múltiples, notamos un incremento geométrico en las figuras 2 y 3, esto ocurre ya que el modelo incluye exponentes con el propósito de reconocer que el todo es más que la suma de las partes. No es sólo una progresión de números en una secuencia lo que explica las relaciones complejas, es en los incrementos acelerados, que cualitativamente vemos en las figuras, lo que permite acercarnos a representaciones de la realidad con mayores elementos de explicación.

En un primer momento podemos pensar, que el incremento en el número de personas, tanto en las relaciones múltiples como en las sencillas, es lo que genera la diversidad de las relaciones, pero al analizar con más cuidado notamos que emerge una variación fuerte y constante por la representación de elementos adicionales al incremento progresivo de los individuos.

En números absolutos se nota más el incremento al considerar los límites de percepción entre los individuos, representada en la tercera fórmula del incremento múltiple tanto con el exponente como la relación inversa, pero observamos que la tendencia con la representación del incremento sencillo es similar ya que ambas nos dan un incremento acelerado constante.

Con estos elementos vemos la necesidad del trabajo entre las distintas disciplinas, porque emergen una serie de preguntas que, al ser respondidas robustecen los métodos y teorías con las que abordamos los temas de investigación, en este punto es muy importante citar a Norbert Elias para poner en contexto lo que se pretende lograr al analizar las relaciones sociales desde la complejidad considerando lo que ocurre en la realidad:

Con la investigación de las formas sociales como configuraciones de individuos interdependientes, empieza uno a andar por el camino de una sociología realista. En efecto el hecho de que los hombres no aparezcan como individuos aislados, totalmente separados unos de otros, sino como individuos dependientes y supeditados unos a otros, que constituyen unos con otros configuraciones de los más diversos tipos, se puede observar y comprobar mediante estudios concretos. (Eliás, 1982, p. 280)

Como notamos es un trabajo extenso que rebasa la presente exposición, pero es posible mostrar que un proceso de investigación puede considerar los limitantes de sus teorías y métodos para aportar elementos que expandan esas fronteras, Elias nos invita a pensar sociológicamente la complejidad de las relaciones sociales en casos concretos. En este punto es importante considerar las herramientas no lineales que nos proporcionan las ciencias de la complejidad para con ellas hacer un mejor análisis de las configuraciones sociales.

A manera de ejemplo

En el trabajo “¿Puede el gobierno ser auto-organizado? Un modelo matemático de la organización social colectiva Teotihuacan antiguo, México central” (Froese, T., Gershenson, C., Manzanilla, L.R., 2014). Parten de un modelo computacional red de tres templos complejos (TTCs), los detalles de su construcción computacional y matemática no los tocamos en esta exposición, pero sí exponemos los elementos básicos con que es construido.

En esta investigación consideran el MBA que se basa en un objeto de cómputo que es estimulado por otro objeto en un ambiente. A estos objetos se les conoce como agentes, se pueden clasificar en dos arquitecturas. “Los agentes reactivos realizan sus acciones como consecuencia de la percepción de un estímulo que viene de otros agentes o del ambiente” (Bandini S., Manzoni S., Vizzari G., 2009: 188). Los agentes más elaborados

son llamados deliberativos o cognitivos estos cuentan con una meta ya que tratan de seleccionar una secuencia de acciones, “su comportamiento está basado en los llamados estados mentales, en hechos que representan el conocimiento del agente del ambiente y posiblemente en memorias de experiencias” (Bandini S., Manzoni S., Vizzari G., 2009, p.188).

También usan la teoría de grafos o teoría de redes. “Diremos, una red es siempre una representación o modelo de la realidad observable, no es la realidad en sí. Las redes son gráficos que representan algo real” (Lewis, 2011, p. 6). El grafo se compone de nodos y enlaces, como una representación tipológica que nos da medidas como:

- Distribución de grado: Número de enlaces que tiene un nodo.
- Intermediación (Betweenness Centrality): acumula valores de los caminos de un nodo, se refiere al número de caminos, pero sin contar al mismo nodo.
- Coeficiente de agrupamiento (Clustering Coefficient): Esta medida nos indica del número de vecinos enlazados, lo que implica detectar los enlaces en la vecindad del nodo.

La explicación de estas herramientas de complejidad nos permiten obtener un panorama general; pero en el trabajo se aplican de forma más extensa, por ejemplo, utilizan una red neuronal Hopfield, que especifica que hay agentes que van aprendiendo patrones en una red.

El modelo está de acuerdo con el supuesto tradicional de que la acción colectiva se enfrenta a problemas serios sin un control jerárquico centralizado, pero también muestra claramente que la cooperación espontánea es factible sin él. Al menos en principio, no es necesario asumir la existencia de un linaje de gobernantes poderosos para explicar los orígenes de Teotihuacan. Un gobierno de coalición, tal como lo expresaron los TTCs, podría haber estado presente desde sus inicios. Además, dado que el modelo requiere ciertas condiciones para que el proceso de auto-optimización sea efectivo, nos permite plantear la hipótesis de que condiciones similares también estaban presentes en Teotihuacan. (Froese, T., Gershenson, C., Manzanilla, L.R., 2014, p. 9)

En este caso se busca explicar un proceso de largo tiempo con información de varias ciencias que conjuntamente permiten incrementar la capacidad de explicación: antropología, sociología, física, arquitectura, matemática y computación. Parten de la

estructura geométrica del conjunto arquitectónico de Teotihuacan, de los registros localizados en las piedras y sepulcros, así como de la lógica de los movimientos que muestran los trazos de la información que se obtienen al hacer experimentos por computadora. Esto es posible por el trabajo interdisciplinario que permite estudiar las relaciones sociales en la historia.

Para finalizar nos referimos al trabajo titulado “El Altepétl: Modelado Fractal de una Agencia Humana Prehispánica” (López, Aguilar, F., 2017)

La hipótesis que orientó esta investigación fue que las fluctuaciones de los sistemas sociales de Mesoamérica prehispánica tenían propiedades fractales similares a sí mismas basadas en la reiteración de una unidad generadora básica: el Altepétl. La repetición de procesos agregó o eliminó niveles de control jerárquico de manera no lineal. (López, Aguilar, F., 2017, p. 133)

Esta investigación se desarrolla considerando la teoría fractal que estudia irregularidades con cierto orden, Mandelbrot (1982) plantea que hay dos tipos de fractales: el exacto que es una construcción matemática y el parecido a sí mismo que son los localizados en la naturaleza. Sus propiedades son:

- Recurrencia de patrones similares. En cualquier escala tienen los mismos detalles que a nivel global.
- Auto-similitud, por estar formados de partes semejantes al conjunto total (exacta o parecido a sí mismo).
- Longitud infinita, por estar contruidos en la repetición.
- Presentan dimensión fraccionaria (D)

Con estos elementos concluye que el “atractor mesoamericano, caracterizado por tres trayectorias interconectadas de estabilidad, inestabilidad y semiestabilidad, incluía la auto-similitud fractal de la interacción entre agentes que formaban sus culturas, con independencia de la escala de complejidad jerárquica del sistema” (López, Aguilar, F., 2017, p. 139). Los elementos de reflexión del modelo los muestra en trazos que son cambiantes en el tiempo: las trayectorias Mesoamericanas en los Olmecas, en Chupícuaro, en Copan, con los Tehotihuacanos, en Tula, La Quemada, y en los Aztecas.

En ambos trabajos se utilizan herramientas de complejidad para conocer aspectos de relación, Elias mencionaba que para estudiar los entramados de relaciones es pertinente

reconocer los procesos de largo tiempo. En esta tarea las herramientas de la complejidad pueden ser una buena aliada para los estudios sociales ya que considera que “los sistemas complejos contienen información relevante no sólo en sus elementos constituyentes, sino también en el tipo de interacciones que se establecen entre los mismos” (Rodríguez, Aresky. H., 2012, p. 182). En este contexto interdependiente es notable la importancia de la auto-organización que se produce cuando un sistema carece de una dirigencia central en la generación de comportamientos globales del sistema. Lo que permite establecer relaciones entre lo micro de las que emerge lo macro:

La agregación dentro de sistemas complejos puede producir patrones, funcionalidades y propiedades, que de ninguna forma pueden existir en el nivel micro. Esto a menudo es llamado emergencia. La conciencia en el cerebro, la cultura en una sociedad, y la humedad del agua, todas existen en el nivel macro, pero no se pueden mantener por una sola parte constitutiva. Con una molécula de agua no hay humedad. (Page Scott E., 2015 p. 32).

Esta forma de estudiar las relaciones sociales no sólo busca la integración o la localización de partes funcionales de un sistema, trata de dar cuenta de los puntos críticos en los que hay cambios de estado. En términos de Elias podemos decir que buscamos en las configuraciones sociales las redes de interdependencia para conocer las figuras sociales que se tejen en ella; estos es, comprender las emergencias derivadas de las relaciones entre los individuos. Así cuando se habla de procesos de largo plazo, se hace referencia a los momentos en los que las relaciones son construidas durante el tiempo, pensar en que hay procesos aislados es una ilusión.

Las relaciones sincrónicas de una fase aislada del sistema no explican por qué éste adquirió un estado dinámico particular y no otro. La investigación de sistemas complejos pasa por la diacronía que permite establecer mecanismos evolutivos para comprender el paso de una fase a otra. La evolución de un sistema complejo no es un relato de cambios sucesivos. Su reconstrucción rebasa la descripción de estados sincrónicos sucesivos; incorpora los mecanismos complejos que son considerados responsables de cada etapa. (Duval, G., 2014, p. 81)

La propiedad de complejidad que da cuenta del proceso de largo plazo es la transición de fase, lo interesante es que si están localizados los elementos de la configuración es

posible caracterizar el sistema para notar los momentos en que hay una transición de este tipo. Sin embargo, es importante decir que esta visión holística considera, y se funda en la diversidad. La complejidad como concepto no tiene una definición debido a la gran cantidad de disciplinas que trabajan con sus propiedades; una de ellas es la sensibilidad a las condiciones iniciales que refiere a que pequeños cambios al iniciar la dinámica de un sistema cambia las trayectorias, la diversidad de relaciones puede dar cuenta de por qué una pequeña modificación en una configuración social hace cambios o al contrario a pesar de grandes modificaciones, todo permanece igual ya que el sistema es robusto.

Reflexiones finales

Al analizar el vínculo entre las ciencias de la complejidad y la sociología notamos que coinciden al trabajar con relaciones sociales; el trabajo teórico permite localizar entidades que contienen atributos vinculados entre sí; y la metodología nos facilita la generación de variables localizadas en una población que comparten un ambiente y cuentan con coincidencias.

Los trabajos de investigación que tratan el problema de las relaciones sociales localizan convergencias y divergencias derivadas de la interacción entre grupos e instituciones, tanto de carácter público como privado. Definirlas como unidades de estudio permite localizar las variables interdependientes, esto facilita localizar los comportamientos globales del sistema que emergen de la interacción de los atributos locales del sistema estudiado, lo que permite al investigador dar cuenta de las ausencias que las relaciones interdependientes pueden presentar.

Las propiedades de la complejidad nos permiten conocer los cambios en procesos de largo plazo; partiendo de la emergencia de la colectividad que se deriva de las interacciones entre los individuos. En una posición idealizada podemos decir que las relaciones pretenden mejorar las condiciones de las personas que interactúan en un territorio. Lo cierto es que una explicación sobre el entramado de relaciones requiere de localizar los matices que la configuración social tiene, por la diversidad de relaciones que pueden ser localizadas.

Al realizar análisis con las herramientas no lineales de las ciencias de la complejidad, junto con los elementos que la teoría sociológica nos presenta, posibilita conocer la trayectoria de las relaciones y explicar por qué se repite un patrón de información en condiciones específicas. La realización de experimentos por computadora proporciona nueva información que puede ser verificada. Para ello es necesario un diálogo entre saberes y el acceso a equipos de cómputo potentes para su aplicación.

A manera de conclusión, podemos decir que hay un gran trabajo por realizar. Cuando se formaliza la relación de variables con las herramientas no lineales, es posible identificar dinámicas, así como la irregularidad o regularidad de las trayectorias con reglas bien definidas. Para ello es necesario un acercamiento entre disciplinas con la finalidad de contar con modelos que utilicen las propiedades de las ciencias de la complejidad en las

ciencias sociales, partiendo de las personas y la sistematización de la información. Esto permitiría lograr mejores resultados en los estudios de la sociología de las ausencias, considerando las dependencias sociales que no son reconocidas y que no permiten esclarecer las articulaciones en la figuración social.

Referencias Bibliográficas

- Bandini S., Manzoni S., Vizzari G. (2009) Agent Based Modeling and Simulation. En R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of complexity and systems science*. (pp. 184 – 197). New York, USA: Springer
- Casanova, P. G. (2005) *Las Nuevas Ciencias y las Humanidades; de la Academia a la Política*. Barcelona, España: Anthropos.
- Cocho, G., Gutiérrez, J. L. y Miramontes, P. (2017) Ciencia y Humanismo, Capacidad Creadora y Enajenación. En Miramontes, O., Vizcaya, E., López, D. O., Guillén D. y García, J. (Eds.), *De los sistemas complejos a la imaginación heterodoxa. GERMINAL COCHO GIL*. (pp. 95-112). Ciudad de México, México: CopIt-arXives y EditoraC3. Recuperado de <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/TS0014ES/TS0014ES.pdf>
- De Sousa Santos, B. (2009) *Una Epistemología del Sur*. Estado de México, México: CLACSO - Siglo XXI
- Duval, G. (2014). Teoría de sistemas. Una perspectiva constructivista. En Ramírez, S. (Ed) *Perspectivas en las teorías de sistemas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Recuperado de <http://computo.ceiich.unam.mx/webceiich/docs/libro/Perspectivas%20en%20Olas%20teorias%20de%20sistemas.pdf>.
- Elias, N., (2008) *Sociología fundamental*, Barcelona, España: Gedisa.
- (1982) *La Sociedad Cortesana*, México: FCE.
- Froese, T., Gershenson, C., Manzanilla, L.R. (2014) Can Government Be Self-Organized? A Mathematical Model of the Collective Social Organization of Ancient Teotihuacan, Central Mexico. *PLOS ONE*, 9(10), 1 – 14. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0109966&type=printable>
- Izquierdo, L. R., Ordax, J. M. G., Santos, J. I., y Martínez, R. D. O. (2008) Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas, *Empiria Revista de metodología de ciencias sociales*, (16), pp. 85 – 112.
- Lewis, Ted G. (2011). *Network science: Theory and applications*. Canada: John Wiley and Sons
- López, Aguilar, F. (2017). The Altepetl: Fractal Modeling of a Pre-Hispanic Human Agency. En Fernando Brambila (Ed.), *Fractal Analysis-Applications in Health Sciences and Social Sciences* (pp. 133-140). InTech. Recuperado de <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/55170.pdf>
- López, Aguilar, F. (26 de octubre 2009). The Altepetl. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://epistemologia-critica-de-mesoamerica.blogspot.mx/2009/10/el-altepetl.html>
- Mandelbrot, Benoit B. (1982) *The fractal geometry of nature*. New York, USA: W. H. Freeman and Company. Recuperado de https://ordinatous.com/pdf/The_Fractal_Geometry_of_Nature.pdf

Page Scott E. (2015) What Sociologists Should Know About Complexity en *Annual Reviews of Sociology*, 41(1), pp. 21-41

Rodríguez, Aresky. H. (2012) Modelos basados en agentes para la simulación de Sistemas Complejos Sociales. En Corona, Fernández J. y Cortés, del Moral R. (Eds.) *Complejidad, la encrucijada del pensamiento*. (pp. 181-196) Ciudad de México, México: Miguel Ángel Porrúa. Recuperado de https://www.academia.edu/2907537/Modelos_basados_en_agentes_para_la_simulaci%C3%B3n_de_Sistemas_Complejos_Sociales?auto=download