

LA CIENCIA SOCIAL COMPUTACIONAL COMO METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN GNOSEOLÓGICA A LA INVESTIGACIÓN SOCIAL: UN CASO BASADO EN EL ANÁLISIS DE REDES

Luis Fernando Gutiérrez Cano*

<https://orcid.org/0000-0003-4490-3925>

germán.isaza@endeporte.edu.co

Luis Jorge Orcasitas Pacheco*

<https://orcid.org/0000-0001-6189-4333>

luis.orcasitas@up.edu.co

*Universidad Pontificia Bolivariana

Palmira, Colombia

Cita este capítulo:

Gutiérrez Cano, L. F. y Orcasitas Pacheco, L. J. (2020). La ciencia social computacional como metodología de investigación y su contribución gnoseológica a la investigación social: un caso basado en el análisis de redes. En: Villota Enríquez, J. A. y González Valencia, H. *Tecnología, Sociedad y Educación: perspectivas interdisciplinarias en torno a las TIC desde el campo social y educativo* (pp. 83-104). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

La ciencia social computacional como metodología de investigación y su contribución gnoseológica a la investigación social: un caso basado en el análisis de redes

Luis Fernando Gutiérrez Cano
Luis Jorge Orcasitas Pacheco

Resumen

Este documento propone un análisis reflexivo gnoseológico de los dispositivos esenciales que componen la Ciencia Social Computacional, CSC, y que hacen de esta una innovadora y eficaz proposición metodológica, aplicable a la investigación de las problemáticas sociales. Se expone, entonces, un acercamiento teórico a un entorno de investigación en donde los datos son el principal punto de partida para abordar y comprender, mediante su análisis, diversos ámbitos de los fenómenos sociales contemporáneos. Del mismo modo, evidenciar que, desde la CSC, los problemas sociales que se detectan en una ciudad, pueden ser analizados desde el estudio de redes sociales y la modelación de redes como, por ejemplo, el caso que se propone en este documento: la relación existente entre los usuarios de Twitter y una red de palabras que emerge de la cadena de mensajes que se originan en estas discusiones y que, al ser procesados computacionalmente, se pueden caracterizar la participación ciudadana.

Palabras claves

Ciencia Social Computacional; interdisciplinariedad; redes sociales; Twitter; computación.

Abstract

This document proposes a reflexive gnoseological analysis of the essential devices that compose the Computational Social Science, CSC, and that make this an innovative and effective methodological proposition, applicable to the investigation of social problems. It exposes, then, a theoretical approach to a research environment where data is the main starting point to address and understand, through its analysis, various areas of contemporary social phenomena. With the same token, the data can show that from the CSC, the social problems in a city can

be detected, and can be analyzed from the study of social networks and modeling networks. For example, the case proposed in this document: existing relationship between Twitter users and a words network that emerge from the message chain that originates in the discussions and that, when computed, can be observed in a citizen participation network.

Keywords

Computational Social Science; interdisciplinarity; social networks; Twitter; computing.

Introducción

Los avances que evidencia la computación en las últimas dos décadas del siglo XXI, son innegables; de ahí, es habitual la conformación de redes de comunicación e información, como consecuencia de la universalidad del uso de diversos dispositivos tecnológicos en la vida cotidiana, lo que ha propiciado “ensamblajes de datos que son el insumo a través del cual se movilizan la economía y la sociabilidad” (Meneses, 2018, p. 415).

A lo anterior se añade que, en 2020, el número de usuarios de Internet en el mundo es de 4540 millones, lo que significa un crecimiento del 7% (Galeano, 2020), y los últimos datos del Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones/ TIC y bases de datos, del Banco Mundial (2018), señala que hay más de 7 mil millones de suscripciones a telefonía celular en el mundo; todo ello lleva a los investigadores a preguntarse acerca de cómo puede utilizarse la información que se genera para un mayor y mejor entendimiento de sus posibles objetos de estudio (Meneses, 2018). Es por ello que, a partir de ese escenario, se empiezan a definir innovaciones en las formas y métodos de investigación, desde la disposición de métodos provenientes de disciplinas como la Ciencia Social Computacional, la ciencia de datos o las humanidades digitales, cuyos componentes se fundan, perentoriamente, en las ciencias computacionales; al respecto, Berry (2012, p. 1), recalca que:

[...] The way in which we pursue research is changing, and digital technology is playing a significant part in that change. Indeed, it is becoming more and more evident that research is increasingly being mediated through digital technology. Many argue that this mediation is slowly beginning to change what it means to undertake research, affecting both the epistemologies and ontologies that underlie a research programme¹⁰.

10 [...] La manera en que investigamos, está cambiando, y la tecnología digital está jugando un papel importante en ese cambio. De hecho, cada vez es más evidente que la investigación está

De otro lado, es evidente que los macrodatos (*Big Data*), ya son elementos constituyentes de los itinerarios gubernamentales y corporativos; por tanto, concierne a las Ciencias Sociales, deducir qué fenómenos pueden ser comprendidos con el apoyo de estos; así mismo, establecer qué dilemas éticos traen consigo y cómo su análisis puede ayudar a entender, proyectar y resolver problemáticas sociales (Meneses, 2012). En consecuencia, es un deber de la comunidad científica, en el entorno de las Ciencias Sociales, conocer profundamente los procesos de manejo, transformación y aplicación de los datos, y que estos beneficien a los ciudadanos; todo ello implica diálogos multilaterales, desde un ambiente convergente, que involucre a las ciencias computacionales, las humanidades digitales y algunas ingenierías, asimismo, con el propósito de obtener nuevos conocimientos, habilidades y lenguajes.

Por otra parte, desde el ámbito ciudadano, se debe tener en cuenta que tradicionalmente estos han construido las agendas emergentes sobre temas de interés público, mediante la apropiación de metodologías de participación ciudadana de manera presencial como foros, encuentros y talleres ciudadanos, entre otras. Cuando se entra en contacto con las ciencias de la complejidad y se llega a la síntesis de la Ciencia Social Computacional, CSC (en inglés *Computational Social Science*, CSS), vale la pena preguntar ¿conviene pensar solamente en términos de deliberación y participación de la forma tradicional?, o, ¿es factible desarrollar otras formas de escuchar a los ciudadanos? De acuerdo con lo anterior, esta propuesta se enfoca, en conocer otra forma de escucha, mediante un proceso de extracción de *tuits* que inteligentemente llene el vacío existente en la ciudad inteligente, entre los poderes locales y los ciudadanos para buscar soluciones, específicamente en el tema de la accidentalidad vial.

Por consiguiente, el reto real es obtener, agrupar, filtrar y asociar toda esta información en un determinado tiempo acerca del significado y las implicaciones de todas estas opciones ampliamente esparcidas, a partir de un medio socio-técnico como, por ejemplo, Twitter, que escuche la inteligencia colectiva en la ciudad.

Este nuevo campo está llamado a continuar la lucha por la búsqueda constante de métodos avanzados que faciliten la solución de problemas sociales complejos, desde el análisis científico que propenda por ver más allá del espectro visible – como lo han hecho las Ciencias Sociales–, a las nuevas perspectivas que ofrece

cada vez más mediada por la tecnología digital. Muchos sostienen que esta mediación está comenzando a cambiar lentamente lo que significa emprender una investigación, afectando tanto a las epistemologías como a las ontologías que subyacen en un programa de investigación.

la CSC, en la que participan descripciones e inducciones estadísticas, nuevas teorías de análisis semántico y la simulación de sistemas complejos, desde las posibilidades de una herramienta y una ciencia como la computación; de ahí que, en el marco de la CSC, la idea es responder preguntas tales cómo ¿qué es, de dónde surge, cuáles son sus fundamentos, supuestos, metodologías y los casos de aplicación, especialmente para este estudio, desde la perspectiva del análisis de redes sociales (ARS).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este texto tiene como punto de interés dos asuntos fundamentales; el primero, un trazado gnoseológico de la CSC, teniendo en cuenta sus principales fundamentos teóricos y metodológicos en el ámbito de la investigación y; segundo, desde de dicho trazado, el estudio de los asuntos de interés público como es el caso de una agenda ciudadana, a partir de lo conectivo, particularmente el sentido semántico de las palabras, teniendo en cuenta cómo una red de mensajes expresados en *tuits*, se convierten en entidades individuales que permiten la emergencia de campos semánticos de los asuntos de interés público, a partir de preguntas que los conecten. Al respecto, Cardon (2012), indica que los asuntos de interés público, como un recurso proveniente de redes semánticas complejas, son los que precisamente permiten la conexión de *tuits* y el análisis de mensajes que contengan enunciaciones públicas.

¿Qué es la Ciencia Social Computacional?

Los primeros trazados en relación con el concepto de Ciencia Social Computacional fueron esbozados por Lazer, Pentland, Adamic, Aral, Barabási, Brewer, Christakis, Contractor, Fowler, Gutmann, Jebara, King, Macy, Roy y Van Alstyne (2009), quienes compilaron las probabilidades y problemas, productos de la administración de datos sociales, como efecto del uso de Internet. Los autores observaron que la mayoría de las técnicas necesarias para analizar este tipo de datos se adecuaban a entornos computacionales, debido a que los científicos sociales generalmente no están capacitados para manejar *Big Data* (Heiberger y Riebling, 2016).

Con todo, es indudable que los principales interrogantes que emergen de la progresiva interconexión global tienen un asiento preferentemente social, lo que generó el incremento de análisis de redes sociales como campo académico; de ahí, autores como Lewis, Kaufman, González, Wimmer y Christakis (2008), desde los servicios que se concentran en la web, plantean tres asuntos de análisis: la construcción de un perfil público o semipúblico dentro de un sistema definido; la articulación en una lista de otros usuarios con quienes se comparte una conexión,

y la posibilidad de ver y recorrer su lista de conexiones y los realizados por otros dentro del sistema. Así mismo, Onnela, Saramäki, Hyvönen, Szabo, Lazer, Kaski, Kertész y Barabási (2007), plantean el estudio simultáneo de la estructura local y global, y el impacto de una red de comunicación de toda la sociedad; mientras que Karsai, Kivelä, Pan, Kaski, Kertész, Barabási y Saramäki (2011) se circunscriben en el estudio de las problemáticas de la difusión de las dinámicas humanas en toda su complejidad, utilizando datos de eventos con marca de tiempo en las redes de comunicación y el modelo de inteligencia artificial.

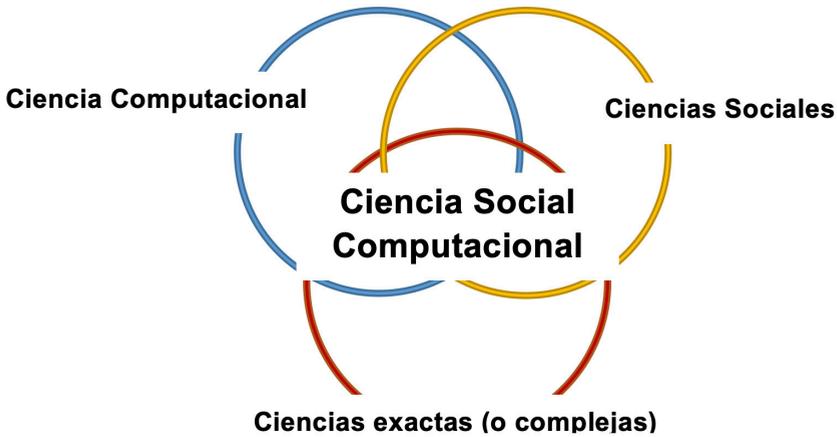
A raíz de este contexto, el científico social y teórico de redes de la Universidad de Columbia en Nueva York, Duncan Watts (citado por Giles, 2012, p. 450), recordó un error de programación que lo obligó a combinar reuniones con estudiantes graduados en ciencias de la computación y sociología:

It was abundantly clear that these two groups could really use each other: the computer-science students had much better methodological chops than their sociology counterparts, but the sociologists had much more interesting questions," he says. "And yet they'd never heard of each other, nor had it ever occurred to any of them to walk over to the other's department.

Lo anterior, explicita claramente las ventajas que bosqueja la CSC, desde un conocimiento metódico, no solo para los informáticos como "habitantes naturales" del nuevo mundo de conexiones digitales, publicaciones y *tuits*, sino también para científicos sociales altamente capacitados en el análisis de grandes cantidades de datos y sistemas complejos; por ello, surgió un movimiento que trata de aprovechar el progresivo crecimiento de la cantidad de datos en línea.

De acuerdo con lo anterior, desde las configuraciones que desarrolla Cioffi-Revilla (2017), la Ciencia Social Computacional se puede definir como la investigación interdisciplinaria, a través del medio computacional, del universo social en muchas escalas, desde actores individuales hasta las agrupaciones más grandes; del mismo modo, se basa en una perspectiva científica en la que diferentes tradiciones de investigación fluyen en una, como se observa en la figura 1.

Figura 1. Ciencia Social Computacional y sus nexos científicos



Fuente: Lettieri (2016, p. 4)

Ahora bien, lo anterior engloba una serie de concepciones, direcciones y proposiciones teóricas que se refieren a numerosos instrumentos, fundamentados en el uso, cada vez más profundo, que hace las ciencias sociales de metodologías, herramientas y procesos computacionales, cuyo objetivo es el análisis de fenómenos y dinámicas sociales. Del mismo modo, Lettieri (2016, p. 4), subraya que “the CSC scientific background is extremely varied and encompasses contributions from complexity science, general system theory, cybernetics, information theory, computer science, mathematics, economics, sociology, political science and many more”¹¹.

Aunque esta configuración científica se manifiesta como particularmente interdisciplinar, amplifica sus ramificaciones a los diversos entramados partícipes en los estudios que comprenden las ciencias sociales, tal es el caso de las manifestaciones o fenómenos que caracterizan las relaciones sociales y las redes, los medios masivos de comunicación e información, las expresiones culturales, la desigualdad socio-económica, la política, los movimientos y conflictos sociales, entre otros asuntos. Todo ello permite la triangulación de técnicas que admitan envolver instrumentos como el *Big Data*, los algoritmos de extracción de información, las simulaciones por computador o la producción de determinados prototipos de comportamiento; al respecto Mason, Wortman Vaughan y Wallach (2014), subrayan que:

11. La formación científica de la CSC es extremadamente variada y abarca contribuciones de la ciencia de la complejidad, la teoría general de sistemas, la cibernética, la teoría de la información, la informática, las matemáticas, la economía, la sociología, la ciencia política y muchas más.

Computational social science is an emerging research area at the intersection of computer science, statistics, and the social sciences, in which novel computational methods are used to answer questions about society. The field is inherently collaborative: social scientists provide vital context and insight into pertinent research questions, data sources, and acquisition methods, while statisticians and computer scientists contribute expertise in developing mathematical models and computational tools. New, large-scale sources of demographic, behavioral, and network data from the Internet, sensor networks, and crowdsourcing systems augment more traditional data sources to form the heart of this nascent discipline, along with recent advances in machine learning, statistics, social network analysis, and natural language processing¹².

Este nuevo escenario de trabajo que delinea la Ciencia Social Computacional valora un modelo de investigación interdisciplinaria del contorno social en un sinnúmero niveles (desde lo individual hasta grupos mayores), con el apoyo de la computación; por tanto, el modelo CSC involucra una amplia diversidad temática y multiplicidad de directrices en el ámbito de la informática y el procesamiento de datos, ineludibles para la comprensión y asimilación de fenómenos sociales complejos. Este tipo modelo interdisciplinario con el apoyo de la informática, no es extraño en otras áreas del conocimiento, puesto que los desarrollos de las técnicas informáticas permiten optimizar los procesos, debido a la capacidad de estas para recopilar y analizar grandes cantidades de datos, lo que ya es evidente en las transformaciones que han experimentado ciencias como la física y la biología (Heiberger y Riebling, 2016).

Es pertinente aclarar que, tal como expone Cioffi-Revilla (2017), la CSS no se circunscribe únicamente al *Big Data* ni al análisis de redes sociales o a modelos de simulación social; por el contrario, además de incluirlos, también hace otras circunscripciones inherentes a la investigación científica.

12 La Ciencia Social Computacional es un área de investigación emergente en la intersección de la informática, la estadística y las ciencias sociales, en la que se utilizan nuevos métodos computacionales para responder preguntas sobre la sociedad. El campo es inherentemente colaborativo: los científicos sociales proporcionan un contexto vital y una visión de las preguntas de investigación pertinentes, las fuentes de datos y los métodos de adquisición, mientras que los estadísticos y los informáticos contribuyen con su experiencia en el desarrollo de modelos matemáticos y herramientas computacionales. Nuevas fuentes a gran escala de datos demográficos, de comportamiento y de red de Internet, redes de sensores y sistemas de *crowdsourcing* aumentan las fuentes de datos más tradicionales para formar el corazón de esta disciplina naciente, junto con los recientes avances en aprendizaje automático, estadísticas y redes sociales, análisis y procesamiento del lenguaje natural.

En resumen, la CSC tiene la particularidad de emplear su capacidad de compilar y analizar datos con una extensión, profundidad y niveles sin precedentes; no obstante, aún coexisten barreras importantes que, de algún modo, pueden restringir su avance en el ámbito de la investigación, tales como las institucionales y, en términos de enfoque, los temas de investigación en áreas como la física y la biología; todo ello representa un enorme desafío (Lazer et al., 2009).

Reconfiguración de los paradigmas

Si bien los paradigmas en la ciencia son significativos porque definen una determinada perspectiva investigativa, no necesariamente están predestinados a convertirse en una teoría (Cioffi-Revilla, 2017), al menos no en el sentido exacto. Cuando se habla de paradigma, lo que se busca es una orientación o una cosmovisión (adaptación del alemán *Weltanschauung*, *Welt*, “mundo”, y *anschauen*, “observar”), expresión que se atribuye al filósofo Wilhelm Dilthey.

Ahora bien, los modelos cambiantes de la recopilación de datos y las nuevas capacidades que los investigadores tienen para llevar a cabo una búsqueda que aproveche estos a niveles micro, meso y macro, apuntan a la posibilidad de una renovación científica significativa en las Ciencias Sociales Computacionales: nuevo pensamiento relacionado con el análisis de regularidades empíricas, el diseño experimental y la investigación empírica longitudinal, sugieren que estos enfoques pueden adaptarse para la adquisición rápida de grandes conjuntos de datos (Chang, Kauffman y Kwon, 2013). Lo anterior indica que será factible lograr observaciones frecuentes, controladas y significativas de los fenómenos del mundo real.

En el proceso que conlleva la aplicación de la Ciencia Social Computacional, su paradigma se enfoca en el procesamiento de información de la sociedad, es decir, en el papel que cumple la información para la comprensión de los sistemas y procesos sociales. *In particular, information processing plays a fundamental role in explaining and understanding social complexity, which is a subtle and deep concept to grasp in CSS as well as in more traditional social science*¹³ (Cioffi-Revilla, 2017, p. 2). Para este autor, existen dos aspectos en el escenario paradigmático del procesamiento de información a partir de la CSC:

13 En particular, el procesamiento de la información juega un papel fundamental en la explicación y comprensión de la complejidad social, que es un concepto sutil y profundo para comprender tanto en la CSC como en las ciencias sociales más tradicionales.

1. Sustantivo, en donde la CSC utiliza el procesamiento de información para explicar y comprender cómo operan la sociedad y los seres humanos dentro del procedimiento para producir sistemas complejos emergentes. En consecuencia, esto también significa que la complejidad social no puede entenderse sin destacar el procesamiento humano y social de la información como un fenómeno fundamental.

2. Metodológico, en donde la informática se convierte en el enfoque instrumental fundamental para modelar y comprender la complejidad social (lo que no significa que otros enfoques, como los históricos, estadísticos o matemáticos, se vuelvan irrelevantes). Desde esta perspectiva, (Chang, Kauffman y Kwon, 2013, p. 71), indican que:

Advanced technologies now support researchers' efforts to acquire data to identify interesting empirical regularities in complex real-world systems to support high value decision support. The data spectrum available in the new decision support spans the largest scale to the smallest possible scale¹⁴.

Los anteriores suponen que los nuevos enfoques respaldan que el estudio de fenómenos similares a los que se estudió en el pasado, y nuevos fenómenos que no se han descrito completamente, tengan un control mucho mayor que antes y con entornos más realistas, lo que facilita investigaciones sin alteraciones y permiten el abordaje de los fenómenos sociales en todas sus dimensiones, de manera simultánea y más efectiva (Chang, Kauffman y Kwon, 2013); asimismo, los autores exponen algunas direcciones y directrices para la investigación cuyo soporte se centra en la CSC.

- Los impactos del conocimiento contextual, que pueden proporcionar fundamentos importantes para comprender por qué se producen diferentes resultados en disímiles entornos. Por ejemplo, es factible estudiar las respuestas a los *tuits* en un contexto de red social que involucra temas políticos, candidatos y elecciones.
- El valor de la personalización, la información conjunta y la diferenciación, que permiten una recopilación de datos en múltiples niveles micro para obtener información sobre el comportamiento humano, que puede conducir a los investigadores a formas nuevas de explorar la diversidad individual y las reacciones emocionales a través de los grandes datos.
- Estudios concentrados en patrones, explicaciones y predicciones de eventos de conocimiento social: estudio de los eventos del pasado o que pueden

14 Las tecnologías avanzadas ahora respaldan los esfuerzos de los investigadores para adquirir datos que identifiquen regularidades empíricas interesantes, en sistemas complejos del mundo real para apoyar el soporte de decisiones de alto valor. El espectro de datos disponible en el nuevo soporte de decisiones abarca, desde la escala más grande, hasta la más pequeña posible.

sucedir (experimentos naturales y controlados); comprensión de dónde ocurren los eventos (en una red social, en una red física de tiendas, en los patrones geoespaciales del uso de celulares por parte de las personas, o los mensajes de un usuario de Twitter para sus seguidores). Todo ello conlleva un conocimiento interdisciplinario como método de análisis, como historial de eventos y minería de datos o modelado.

- Los impactos en el ámbito social y las nuevas capacidades de detección de datos y redes sociales. Investigaciones centradas en las redes sociales como Twitter y Facebook, entre otras, permiten la compilación de datos para la evaluación de más problemas sociales y económicos, porque facilitan el acceso a informaciones relacionadas con los sentimientos sociales entre las personas en las comunidades en línea, así como sus preferencias, elecciones y relaciones sociales.
- Investigaciones sobre cuestiones de privacidad de la información, es decir, aquellas relacionadas con grandes conjuntos de datos en paralelo con investigaciones de negocios, consumidores y perspectivas sociales.

Convergencia naturaleza, seres humanos e inteligencia artificial

El premio Nobel, Herbert Simon, fundador del campo de la inteligencia artificial, quien contribuyó ampliamente a la comprensión de los procesos psicológicos por medio de computadores, fue el primer científico social computacional que delineó la concepción de esta convergencia, y la aplicó como base para su teoría de los artefactos y las redes sociales, a partir sus investigaciones sobre la psicología de los científicos, sobre simulación de procesos psicológicos, y las implicaciones de estos trabajos para la sociedad, las cuales tuvieron aplicación en el campo de la administración, entre otras áreas (Ardila, 2001). Desde ese instante, se puede establecer otra distinción importante en CSC, entre sistemas naturales, humanos y artificiales: *“an ontological or categorical distinction that is different or does not exist at all, at least not to the same degree, in other fields of knowledge”*¹⁵ (Cioffi-Revilla, 2017, p. 9), lo que determina que todo el entramado de la CSC puede combinar las tres categorías de sistemas (importante comprender la composición de cada uno), así como sus similitudes y diferencias. En el cuadro 1 se pueden observar los componentes de estos tres elementos, que permiten establecer las propiedades de cada uno de estos sistemas y, de manera análoga, comprender sus interrelaciones.

15 Una distinción ontológica o categórica que es diferente o no existe, al menos no en el mismo grado, en otros campos del conocimiento.

Cuadro 1. Componentes naturaleza, seres humanos e inteligencia artificial

Sistemas	Componentes
Naturaleza	Entidades biofísicas que existen en naturaleza, completamente independiente de los humanos y sus artefactos (paisajes silvestres, animales distintos de los humanos, ecosistemas regionales y la bioquímica de la vida, incluida la biología del cerebro humano como órgano natural, no solo fenómenos mentales).
Seres humanos	Individuos con pensamientos y cuerpo que toman decisiones (actores, agentes, personas y términos similares denotan sistemas humanos). Se tiene en cuenta la capacidad humana para crear artefactos.
Inteligencia artificial	Concebida, diseñada, construida y mantenida por humanos (estructuras de ingeniería o sociales que operan como elementos de compensación de adaptación entre los humanos y la naturaleza).

Fuente: Cioffi-Revilla (2017, p. 9)

Áreas principales de la Ciencia Social Computacional

En seguida, según la propuesta de Cioffi-Revilla (2017), se presenta una visión general de cada una de las áreas de la CSC.

1. Extracción automatizada de contenidos sociales: es el conjunto de metodologías computacionales que facilitan la obtención de información, relacionada con la creación de información social, comenzando por los datos sin procesar y que anteriormente se realizaban manualmente; lo anterior se orienta en información social extraída a través de procedimientos computacionales automatizados. Para Lettieri (2016), la extracción automatizada, con métodos de inteligencia artificial, es un paso importante para la elaboración de teorías que ya están produciendo resultados satisfactorios.

2. Redes sociales: otra área importante de la Ciencia Social Computacional es el estudio de las redes sociales, debido a su importancia y complejidad social. En las

Ciencias Sociales el estudio de interacción de los actores sociales se denomina análisis de redes sociales, que involucra aquellas relaciones que ligan a individuos humanos, aunque es factible, asimismo, que se estudie grupos de animales (Freeman, 2012).

Estos estudios se han vuelto muy frecuentes, debido al incremento de redes sociales y sitios web como Facebook, Twitter, Instagram, entre otros. Para Cioffi-Revilla (2017), *“the advent of digital computing and CSS has transformed the study of social complexity through network analysis and modeling, expanding the frontiers of research at an unprecedented rate while advancing our understanding along many fronts in this área”*¹⁶ (p. 14).

3. Complejidad social: para la CSC es un tema invaluable y determinante, esto como efecto que la teoría de la complejidad, en los últimos veinte años, ha proporcionado a la ciencia social métodos poderosos para el análisis de dinámicas inmersas en muchos fenómenos sociales. Desde la CSC los científicos tienen la oportunidad de hacer inferencias importantes sobre la evolución de dinámicas sociales que no son confiables sobre las bases de datos u observación simple (Lettieri, 2016), pero que, con una base de conceptos y principios matemáticos, los modelos teóricos de la complejidad iluminan las reglas subyacentes al comportamiento de los sistemas sociales que, como todos los sistemas complejos, se caracterizan por dinámicas no lineales y apenas predecibles (Mitchell, 2009).

4. Modelos de simulación social: este componente resulta fundamental, por su multidisciplinariedad e interdisciplinariedad, puesto que se fundamenta en metodologías relacionadas con las disciplinas de modelado y simulación; de otro lado, *“social simulations are computational models that provide social scientists with the opportunity to explain in experimental terms and to predict the evolution of complex social phenomena reproducing the real-world processes that generate the social reality”*¹⁷ (Lettieri, 2016, p. 6).

Por tanto, es importante señalar que, las dos técnicas de simulación principal utilizadas hoy en la investigación social son la dinámica de sistemas (un sistema

16 El advenimiento de la computación digital y la CSC ha transformado el estudio de la complejidad social a través del análisis y modelado de redes, expandiendo las fronteras de la investigación a un ritmo sin precedentes, al tiempo que avanza nuestra comprensión en muchos frentes en esta área.

17 Las simulaciones sociales son modelos computacionales que brindan a los científicos sociales la oportunidad de explicar, en términos experimentales, y predecir la evolución de complejos fenómenos sociales que reproducen los procesos del mundo real que genera la realidad social.

social se puede representar como el resultado de ciclos complejos de acción y retroalimentación que se logran describir en términos matemáticos), y los modelos basados en agentes (fenómenos sociales macro, resultado de las interacciones que ocurren, a nivel micro, entre individuos y entre estos y el medioambiente).

El análisis de las redes sociales

En los decenios recientes, el entorno de los métodos y análisis de las redes sociales, han despertado un considerable interés en la comunidad científica del área de las ciencias sociales, debido, en gran parte, a lo atractivos que resultan los enfoques que se originan en los estudios de las relaciones que se establecen entre las entidades sociales, y los alcances y esquemas que se configuran en dichas relaciones; por tanto, diversos investigadores han descubierto que el escenario que proyecta la red, permite una nueva disposición que facilita responder los interrogantes que enuncian las investigaciones estándar de las ciencias sociales, a partir de definiciones precisas en materias como la política, la economía, o los entornos de las estructuras sociales (Wasserman y Faust, 1994).

De acuerdo con el anterior contexto, para Cioffi-Revilla (2017), las redes sociales están constituidas por actores y relaciones sociales, son constantes, habituales e implicadas en todas las disciplinas de las ciencias sociales: antropología, economía, sociología, ciencias políticas y psicología, así como en territorios interdisciplinarios como la comunicación, ciencias de la gestión, las relaciones internacionales, historia y geografía, especialmente la geografía humana; en ese sentido, para Marín y Wellman (2011):

A social network is a set of socially-relevant nodes¹⁸ connected by one or more relations. Nodes, or network members, are the units that are connected by the relations whose patterns we study. These units are most commonly persons or organizations, but in principle any units that can be connected to other units can be studied as nodes¹⁹ (p. 11).

18 Marín y Wellman (2011), incluyen dentro de estos nodos las páginas web, los artículos de revistas, países, vecindarios, departamentos dentro de las organizaciones o posiciones.

19 Una red social es un conjunto de nodos socialmente relevantes conectados por una o más relaciones. Los nodos, o miembros de la red, son las unidades que están conectadas por las relaciones cuyos patrones estudiamos. Estas unidades son más comúnmente personas u organizaciones, pero en principio cualquier unidad que pueda conectarse a otras unidades y pueden estudiarse como nodos.

Debe resaltarse que, el análisis de las redes sociales (*social network*) significa, ante todo, un metódico acercamiento interdisciplinar y, al mismo tiempo, el primer eslabón de la cadena de transformación e innovación para el enfoque que se tiene de los fenómenos sociales, es decir, representa “una aproximación intelectual amplia para identificar las estructuras sociales que emergen de las diversas formas de relación, pero también un conjunto específico de métodos y técnicas” (Sanz Menéndez, 2003, p. 21).

¿Qué es una red social?

Cioffi-Revilla (2017) delimita la red social como un organismo compuesto por diversas piezas que encierra entidades (actores, valores, sentimientos, ideas, ubicaciones, atributos); relaciones (enlaces, vínculos, asociaciones, afiliaciones, interacciones, evaluaciones) y apéndices (díadas, tríadas, grupos y subgrupos). Para el análisis de redes sociales, los científicos utilizan la teoría de grafos, los métodos algebraicos, el álgebra matricial y la teoría de probabilidad, que proporcionan fundamentos matemáticos importantes.

En conjunción, estos métodos proveen notables y relevantes fundamentos, lo que hace que los modelos de redes sociales jueguen una destacada labor en el contexto de las Ciencias Sociales Computacionales; por otra parte, “el análisis de redes debe ser visto más como un conjunto de técnicas con una perspectiva metodológica compartida que como un nuevo paradigma en las ciencias sociales” (Sanz Menéndez, 2003, p. 21).

Estudio de caso de Twitter para observar una red de demandas ciudadanas

Las sociedades contemporáneas exploran novedosas e innovadoras tecnologías para buscar el bienestar de sus ciudadanos y sus ciudades, de acuerdo con Goodchild (2007), Haklay, Singleton y Parker (2008) y Wang, Amin, Li, Abdelzaher, Kaplan, Gu, Pan, Liu, Aggarwal, Ganti, Wang, Mohapatra, Szymanski y Le (2014), una de estas tendencias se centra en el aprovechamiento del llamado “sensor social”, que genera permanentemente datos sobre reportes del entorno que, publicados en Twitter, proveen información útil para la extracción de patrones y comportamientos globales.

Al respecto, Cardon (2012), plantea que los asuntos de interés público como un recurso proveniente de redes semánticas complejas, facilitan la conexión entre

tuits y el análisis de mensajes que surgen de enunciaciones públicas, es decir, con sentido público. Para Miralles (2017), las Ciencias Sociales y la Ciencia de la Computación no han logrado explicar el problema sobre la teoría de la esfera pública, y es ahí donde emerge la CSC como un campo que permite comprender lo público en la esfera de los grandes datos, como un lugar de intersección y como espacio potencial de creación que logra articular las tres dimensiones centrales que se abordan en el texto: lo público, lo computacional y lo semántico.

La pregunta que se enuncia para este caso, está dirigida a cómo evaluar la participación del sensor social en la construcción de una agenda ciudadana para la ciudad inteligente, con base en la perspectiva de la CSC, el análisis de datos, con el propósito de representar un asunto de interés público como lo es la accidentalidad vial.

Metodología

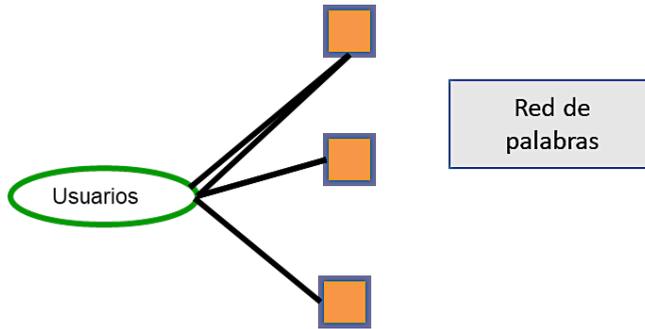
El análisis de redes planteado busca los patrones de vínculo que unen un *tuit* con otro, considerando un análisis estructural cuantitativo (Lozares, Verd y Muntayola, 2017), y se establece como unidad de observación los *tuits*.

Enseguida, se presenta desde la perspectiva paradigmática de las estructuras sociales emergentes y la teoría de grafos, la manera como se puede representar la forma en que emerge una red de palabras, cuyo origen es el sensor social. La propuesta plantea determinar, desde de los usuarios de Twitter, el mayor número de demandas y la manera como se relacionan y colaboran al tema de la accidentalidad vial.

Capa de análisis 1: Red bipartita usuarios-palabras

Esta nivel de análisis tiene el propósito de observar desde un grafo bipartito, la manera cómo emerge una red de palabras a partir de los usuarios de Twitter. En teoría de redes, un grafo bipartito describe relaciones entre dos actores o entidades (Wasserman y Faust, 1994), aplicable para este caso de análisis en la relación existente entre dos entidades como los son usuarios y palabras. Esta red, como se representa en la figura 2, pretende observar el origen de las mayores demandas que hacen los usuarios, la manera cómo se configura la red, se crean grupos y se establecen relaciones.

Figura 2. Usuarios-Frecuencia de palabras

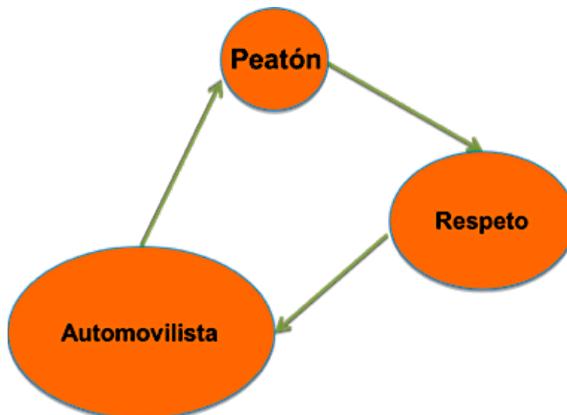


Fuente: Elaboración propia (2020)

Nivel de análisis 2: Red de palabras accidentalidad

Este nivel de análisis tiene como fin comprender la manera como emerge el contenido accidentalidad vial, con base en la frecuencia de las palabras, y lograr identificar, igualmente, la forma cómo emergen niveles de relaciones y de propuestas ciudadanas. Se considera, en tal sentido, que las palabras adquieren peso social por la cantidad existente de estas, como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3. Red comunidad de palabras

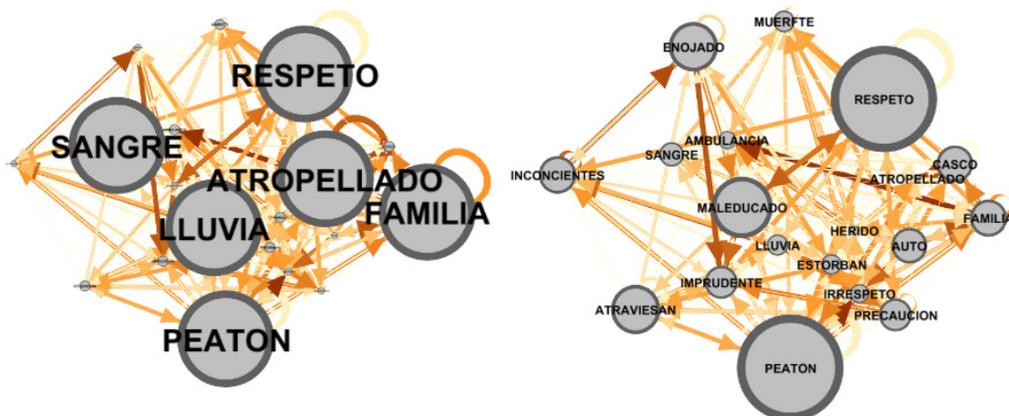


Fuente: Elaboración propia (2020)

Nivel de análisis 3: Red de palabras asociadas

Este nivel de análisis busca asociar palabras que poseen alguna relación por las características existente entre ellas y por la manera como cada palabra se encuentra precedida o antecedida de la otra, tal como se aprecia en la figura 4.

Figura 4. Red de palabras asociadas por características semánticas



Fuente: Elaboración propia (2020)

El proceso para encontrar el peso de la relación entre las palabras que se preceden-antecedentes consiste en determinar, 1) las comunidades y su grado de conectividad, 2) asignar un sentido, estableciendo, por ejemplo, las palabras que expresan pesimismo u optimismo, y así sucesivamente, 3) con el resultado de juntar palabras, se realiza un análisis sociológico que puede derivar, a su vez, en un análisis de comunidades por la frecuencia de las palabras que aparecen o no aparecen, 4) se pasa de establecer palabras individuales, que quizá no digan mucho a un conjunto de palabras que sí pueden decir mucho más. A este análisis se le pueden añadir otras operaciones propias del análisis de redes.

Consideraciones CSC

La evaluación del aporte de la inteligencia colectiva que se obtiene del análisis semántico a la cadena de mensajes de Twitter, puede contrarrestar las visiones tan poco democráticas que se le han dado al concepto de la ciudad inteligente, el cual ha estado muchas veces asociado a un centro de poder, a un hecho tecnológico

y no a un hecho social. La manera de transformar el concepto existente de la ciudad inteligente es proponer la creación de redes que representen la participación ciudadana, que emerge de la figura del sensor social, y a través de la CSC, el análisis de redes sociales y la teoría de redes, observar patrones de agrupamiento y relacionamiento de los usuarios con el contenido semántico accidentalidad vial. Con los resultados obtenidos en cada una de estas redes y otras que puedan ser creadas, podría ser caracterizada la participación ciudadana que brinda el hecho de estar conectados a través de un medio socio-técnico como Twitter.

Referencias bibliográficas

- Ardila, R. (2001). Herbert A. Simon (1916 - 2001) Psicólogo premio Nobel. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 33(2), pp. 223-224. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/805/80533209.pdf>.
- Banco Mundial (2018). Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones/TIC y base de datos. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/it.net.user.zs>
- Berry, D. (2012). Introduction: Understanding the Digital Humanities. En D. Berry (Ed.) *Understanding Digital Humanities* (pp. 1-20). Londres, Reino Unido: Palgrave Macmillan.
- Cardon, D. (2012). Le parler privé-public des reseaux sociaux d'internet. En Proulx, S, Millette, M, Heaton, L. *Médias Sociaux Enjeux pou la communication* (pp. 33-48). Quebec, Canadá: Pressess de l'Université du Quebec.
- Chang, R. Kauffman, R., Kwon, Y. (2013). Understanding the paradigm shift to computational social science in the presence of big data. *Decision Support Systems*, 63, pp. 67-80. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923613002212>.
- Cioffi-Revilla, C (2017). *Introduction to Computational Social Science. Principles and Applications*. Fairfax, Estados Unidos: Springer.
- Freeman, L. (2012). *El Desarrollo del Análisis de Redes Sociales: Un Estudio de Sociología de la ciencia*. Bloomington, Estados Unidos: Palibrio.
- Galeano, S. (2020). El número de usuarios de Internet en el mundo crece un 7% y alcanza los 4.540 millones (2020). Madrid, España: *Marketing 4 commerce*. Recuperado de <https://marketing4ecommerce.net/web-push-notifications-que-son-y-como-usarlas-en-tu-estrategia-de-marketing/>.

- Giles, J. (2012). Computational social science: Making the links. *Nature News*, 488, pp. 448-450. Recuperado de https://www.nature.com/news/polopoly_fs/1.112431/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/488448a.pdf.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), pp. 211-221. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Haklay, M., Singleton, A., Parker, C. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), pp. 2011–2039. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00167.x>
- Heiberger, R., Riebling, J. (2016). Installing computational social science: Facing the challenges of new information and communication technologies in social science. *Methodological Innovations*, 9, pp. 1-11. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2059799115622763>.
- Karsai, M., Kivelä, M., Pan, R. K., Kaski, K., Kertész J., Barabási, L. y Saramäki, J. (2011). Small but slow world: How network topology and burstiness slow down spreading. *Physical Review*, 83, pp. 025102-1 - 025102-4. Recuperado de <http://barabasi.com/f/325.pdf>.
- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S. et al (2009). Computational Social Science. *Social Science*, 323(6), pp. 721-723. Recuperado de <https://gking.harvard.edu/files/LazPenAda09.pdf>.
- Lettieri, N. (2016). Computational Social Science, the Evolution of Policy Design and Rule Making in Smart Societies. *Future Internet*, 8(19), pp. 1-17. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1999-5903/8/2/19/htm>.
- Lewis, K., Kaufman, J., González, M., Wimmer, A. y Christakis, N. (2008). Tastes, ties, and time: A new social network dataset using Facebook.com. *Social Networks*, (30), pp. 330-342. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378873308000385>.
- Lozares, C. Verd, J., Mutanyola, D. (2017). Redes sociales, entornos situacionales, entornos reticulares: representaciones distribuidas o el poder borroso de las cliques. *Revista Redes*, 28(2), pp.46-61. Recuperado de: <https://revistes.uab.cat/redes/article/view/v28-n2-lozares-verd-mutanyola/pdf-674-es>
- Marin, A., Wellman, B. (2011). Social Network Analysis: An Introduction. En J. Scott y S. Carrington (Eds.) *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*, pp. 11-25. Londres, Reino Unido: SAGE Publication.
- Mason, W., Wortman Vaughan, J., Wallach, H. (2014). Computational social science and social computing. *Mach Learn*, (95), pp. 257-260. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10994-013-5426-8>
- Meneses, M. (2018). Grandes datos, grandes desafíos para las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Sociología*, 80(2), pp. 415-444. Recuperado de <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/57723/51185>.

- Miralles, A. (2017). *Lo público en Twitter como problema de Ciencia Social Computacional* (tesis de doctorado). Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity. A Guided Tour*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press. Recuperado de http://waltersorrentino.com.br/wp-content/uploads/2012/02/melanie-mitchell-complexity_a-guided-tour-366-paginas.pdf.
- Onnela, J., Saramäki, J., Hyvönen, J., Szabo, G., Lazer, D., Kaski, K., Kertész, J. y Barabási, L. (2007). Structure and tie strengths in mobile communication networks. *PNAS*, 104(18), pp. 7332-7336. Recuperado de <https://www.pnas.org/content/pnas/104/18/7332.full.pdf>.
- Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de Redes Sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, (7), pp. 21-29. Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/1569/1/dt-0307.pdf>.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wang, D., Amin, T., Li, S., Abdelzaher, T., Kaplan, L., Gu, S. y Le, H. (2014). Using humans as sensors: An estimation-theoretic perspective. *13th International Symposium on Information Processing in Sensor Network*. Simposio llevado a cabo en Berlín, Alemania. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268640502_Humans_as_Sensors_An_Estimation_Theoretic_Perspective.