

Redes, heterarquía y estética: reflexiones desde las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales

Networks, Heterarchy and Aesthetics. Reflections from Complexity Sciences and Digital Humanities

Ignacio Moreno Nava

ORCID: 0000-0003-2537-6840

Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo

Recepción: noviembre, 2022

Aceptación: enero, 2023

Resumen

Esta investigación planteó una reflexión para la identificación de afinidades y aportes complementarios entre las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales con relación al uso de la Ciencia de Redes, el concepto de heterarquía y la estética, utilizando para ello metodología cualitativa de consulta documental. La discusión profundizó en el contraste de sus características esenciales. Se concluyó que existen afinidades y aportes complementarios para la generación de enfoques investigativos innovadores que involucren las redes complejas, una visión heterárquica y propicien el avance hacia una estética de la complejidad y el pensamiento científico de punta.

Palabras clave

redes complejas, heterarquía, estética, humanidades digitales, Ciencias de la Complejidad

Abstract

This research raised a reflection for the identification of affinities and complementary contributions between the Sciences of Complexity and the Digital Humanities in relation to the use of Network Science, the concept of heterarchy and aesthetics, using for this qualitative methodology of documentary consultation. The discussion deepened in the contrast of its essential characteristics. It was concluded that there are affinities and complementary contributions for the generation of innovative investigative approaches that involve complex networks, a heterarchical vision and promote progress towards an complexity aesthetics and cutting-edge scientific thinking.

Keywords

complex networks, heterarchy, aesthetics, digital humanities, complexity sciences

Prolegómenos hacia la reflexión

Para la presente investigación, se han seleccionado dos ámbitos en los que se trabaja con redes, las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales (HD); dos campos de generación de conocimiento de carácter multi, inter y transdisciplinar, con los que se reflexiona sobre su concepción e implementación. Es necesario puntualizar que el Programa Internacional de Estudios Postdoctorales 2022 de El Colegio de Morelos y la Academia Hispanoamericana de Complejidad sirvió como marco de esta investigación. Maldonado impartió el módulo “La complejidad: Ciencia de punta”,¹ que detonó una serie de inquietudes que serían vinculadas con la temática del tercer módulo “¿Es la sociedad digital una sociedad de personas?”, impartido por Ursua.²

La motivación principal es expandir el horizonte investigativo de los trabajos desarrollados, desde un espacio académico conocido como Laboratorio de Gestión Cultural y Humanidades Digitales. En este espacio, se ha investigado por medio de las redes y temáticas relacionadas con las Humanidades, el arte y el patrimonio cultural; además, se cuenta con perfiles con un trasfondo de formación académica vinculado con la complejidad. Esto dio lugar a una anagnórisis asociada con las áreas de las Ciencias de la Complejidad y las HD, presente desde la experiencia investigativa y la complementación de ideas surgidas en el contexto postdoctoral. Es preciso mencionar también que el COVID-19 dejó un panorama postpandémico de aceleración tecnológica y repensamiento epistemológico-filosófico en diversos ámbitos.

Objetivo y justificación

El objetivo de la presente investigación es reflexionar e identificar la afinidad entre las Ciencias de la Complejidad y las HD, así como sus aportes complementarios, relacionados con la Ciencia de Redes, el concepto de heterarquía y la estética. Para ello, se usó una metodología cualitativa basada en la recopilación y análisis de textos científicos especializados, con el fin de seleccionar información que contribuya al desarrollo de ciencia de frontera. Además, se profundizó en la revisión del contenido del *Manifiesto por unas Humanidades Digitales*; su importancia reside en generar una mirada retrospectiva que trace diversas posibilidades a futuro. En el mejor de los casos, otros procesos de innovación metodológica y de generación de conocimiento serán

¹ Carlos Eduardo Maldonado, “Ciencias de la Complejidad”, conferencia presentada en el módulo 1: “La Complejidad: Ciencia de punta” del Programa Internacional de Estudios Postdoctorales 2022 (México: El Colegio de Morelos, 2022).

² Nicanor Ursua, “*Digital Humanities*. Observaciones críticas”, conferencia presentada en el módulo 3: “¿Es la sociedad digital una sociedad de personas?” del Programa Internacional de Estudios Postdoctorales 2022 (México: El Colegio de Morelos, 2022).

posibles: trasladarán enfoques y conceptos para su uso compartido entre las HD y las Ciencias de la Complejidad.

Una mirada retrospectiva de diversas conceptualizaciones

Para abordar esta temática, hay que considerar varios conceptos. En primer término, están los *grafos* —datos abstractos finitos—: consisten en un conjunto de aristas y nodos o vértice.³ Una arista entre dos nodos x y y puede ser descrita matemáticamente como arista (x, y) .⁴ Desde el punto de vista matemático, los grafos disponen de la Teoría de Grafos, que facilita su uso como herramienta de análisis y representación de la información.⁵ Por otro lado, el catálogo de componentes de un sistema, conocidos como *nodos* o *vertientes*, se considera una red, mientras que su interacción directa es *enlace* o *borde*. Esta representación de una red presenta un lenguaje común que funciona para estudiar sistemas que difieren mucho en naturaleza, apariencia o alcance.⁶

Considerando lo anterior, la Ciencia de Redes es un campo interdisciplinario que se ocupa del estudio de las redes: biológicas, tecnológicas, físicas, sociales, académicas, etc.; para su predicción, contrasta, compara e integra técnicas y algoritmos desarrollados en matemáticas, estadística, física, análisis de redes sociales, ciencias de la información e informática.⁷ En términos generales, una red es una herramienta que permite analizar ciertos tipos de estructuras y entender mejor su configuración subyacente.

Una red compleja, en cambio, difiere de un grafo, pues describe las interacciones presentes de un sistema complejo concreto, mientras que dicho grafo no debe estar asociado a uno.⁸ Maldonado apunta a que su complejidad radica en el contenido y modo de aleatoriedad e incertidumbre exhibidos y en el futuro que podría tener; es decir, su evolución los vuelve complejos.⁹ Estas redes representan sistemas cuya complejidad está comprendida entre estructuras regulares y aleatorias. Entre sus características de estudio, se considera la distribución de grados, el coeficiente de

³ Sebastián A. Valenzuela *et al.*, “Ejemplos de aplicabilidad de Giraph y Hadoop para el procesamiento de grandes grafos”, *Información Tecnológica* 27, núm. 5 (2016), <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000500019>.

⁴ Marco Aurelio Lotz, *Dynamic Graph Computations Using Parallel Distributed Computing Solutions* (Londres: Universidad de Londres, 2014), <https://www.marcolotz.com/wp-content/uploads/2014/05/LotzReport.pdf>.

⁵ Pedro Almagro y Sonia Ordoñez, “Generador de grafos multirrelacionales a partir de redes sociales”, *Ingeniería* 19, núm. 1 (2014), <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2014.1.a01>.

⁶ Albert-László Barabási, *Network Science* (Inglaterra: Universidad de Cambridge, 2016), <http://networksciencebook.com/>.

⁷ Katy Börner, Soma Sanyal and Alessandro Vespignani, “Network Science”, *Annual Review of Information Science and Technology* 41, núm. 1 (2007), <https://doi.org/10.1002/aris.2007.1440410119>.

⁸ Joaquín J. Torres, “Tema 2: Red Compleja como ejemplo de sistema complejo”, en *Guía Docente de Física de Redes Complejas y Aplicaciones Interdisciplinares* (Departamento de Geometría y Topología: Universidad de Granada, 2021), https://www.ugr.es/~jtorres/Tema_2_redes_complejas.pdf.

⁹ Maldonado, “¿Qué es un sistema complejo?”, *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 14, núm. 29 (2014), <https://revistasaludbosque.unbosque.edu.co/index.php/rcfc/article/download/664/243>.

agrupamiento, surtido o desordenado entre vértices y su estructura. Watts y Strogatz propusieron el modelo de red de mundo pequeño en 1998 y en 1999, Barabási perfeccionó la teoría de redes complejas mediante la construcción de un modelo de red libre de escala.¹⁰ En 2002, Dorogovtsev y Mendes profundizaron en las propiedades estructurales de las redes complejas en comunicaciones, biología, ciencias sociales y economía. Estas redes artificiales gigantes fueron pioneras en su tipo y permitieron el estudio de su tipología, evolución y los procesos complejos que ocurren en ellas.¹¹

Ciencia de Redes, heterarquía y estética

La Ciencia de Redes busca comprender las redes que surgen en la naturaleza, la tecnología y la sociedad. Se usa un conjunto unificado de herramientas y principios, ya que muchas redes emergen y evolucionan, impulsadas por un conjunto fundamental de leyes y mecanismos.¹² Comprender su estructura y dinámica es de suma importancia para muchos campos científicos que se basan en dicha ciencia. La teoría de redes complejas proporciona diversas características que ayudan en la evaluación del comportamiento de la red. Los métodos de la teoría de la información llaman la atención debido a su capacidad para crear una caracterización cuantitativa y robusta de tales redes.¹³

“El concepto de heterarquía surge de la neurología y la cibernética con Warren McCulloch en 1945. La arqueóloga Carole Crumley (1995) lo utilizó por primera vez para problematizar sociedades consideradas más complejas”.¹⁴ La insatisfacción de los arqueólogos con el modelo de complejidad sociocultural de banda-tribu-jefatura-Estado resultó en el reexamen epistemológico de la jerarquía, la exploración de la heterarquía y el flujo histórico y contextual entre ellos: ofrece un nuevo enfoque para el estudio de la agencia, el conflicto y la cooperación.¹⁵

La heterarquía rompe el modelo de la jerarquía: no hay poder, todos los componentes son independientes. Se cambia el concepto de *ordenar* por el de *influir*: nadie es amo, todos influyen en

¹⁰ Jianping Zheng y Bo Shao, “Throughput properties and clustering analysis of coastal ports in mainland China: an analysis method by time series complex network”, *DYNA* 97, núm. 4 (2022), <https://doi.org/10.6036/10537>.

¹¹ Joshua Triana *et al.*, “Sistema de control para computación evolutiva basado en redes complejas”, *Investigación e Innovación en Ingenierías* 8, núm. 2 (2020), <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3752>.

¹² Albert-László Barabási, “Network science”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 371, núm. 1987 (2013), <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2012.0375>.

¹³ Cristopher G. S. Freitas *et al.*, “A detailed characterization of complex networks using Information Theory”, *Scientific Reports*, núm. 9 (2019), <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53167-5>.

¹⁴ Alejandro Fujigaki, “Transmigrar entre planos de existencia. Desanidando las mitológicas desde el noroeste de México”, *Revista de Antropología* 65, núm. 1 (2022), <https://www.jstor.org/stable/48664041>.

¹⁵ Carole Crumley, “Heterarchy and the Analysis of Complex Societies”, *Archaeological Papers of the American Anthropological Association* 6, núm. 1 (1995), <https://doi.org/10.1525/ap3a.1995.6.1.1>.

quien quieran, pero hay libertad de pensamiento. En vez de *mando* se habla de *relación*, pues no existe el poder; esta es bidireccional, porque es interacción, y horizontal, porque todos son iguales: no hay nadie arriba ni abajo.¹⁶ Esta perspectiva se encuentra presente en la representación por medio de redes y redes complejas, lo cual permite entender las relaciones que estas representan.

Con relación a la estética, se pretendía concebir al arte “como un modo específico, subjetivo de predicar el absoluto (Hegel) o de ser el medio por el cual los dos mundos de la inteligencia (*noumenal*) y la realidad (*fenoménica*) se unen mediante la creación artística del genio (Kant)”.¹⁷ La estética entonces designa cualquier reflexión filosófica sobre el arte y esta forma parte de lo que abordan las disciplinas humanísticas.

Ciencias de la Complejidad y Humanidades Digitales

El concepto de *Ciencias de la Complejidad* nació en el seno del Instituto Santa Fe (Nuevo México, E. U.), para referirse a un nuevo paradigma que trabaja con la no-linealidad, impredecibilidad, cambios súbitos e imprevistos irreversibles,¹⁸ y tiene múltiples sentidos. Los grandes conjuntos de componentes interactúan entre sí a pequeña escala, se autogestionan espontáneamente y presentan estructuras globales y comportamientos no triviales a mayores escalas sin intervención externa, autoridad central o líderes que determinen el comportamiento colectivo. Estos estudian las Ciencias de la Complejidad, también llamadas Ciencias de Sistemas Complejos.¹⁹

Estas son ciencias de la sociedad del conocimiento: el estudio de los sistemas cuya creciente complejidad conduce a la gestión de la información y hacia la sociedad del conocimiento, lo que contribuye a su desarrollo y configuración.²⁰ Son también ciencias de la vida, pues buscan comprender cómo surgió, además de su diversidad, desafíos, límites y la progresión que deviene inherente a lo humano.²¹

Por otro lado, las Humanidades Digitales se componen de todas las disciplinas científicas que representan las dinámicas socioculturales pasadas, presentes y nuevas, mediante cálculos y herramientas informáticas; por lo tanto, tienen un carácter instrumentalizador digital. Incluyen

¹⁶ Lautaro Errasti, “La heterarquía”, *Ciberculturas*, <http://digigel.blogspot.com/2009/05/la-heterarquia.html>.

¹⁷ Sergio Valverde, “La estética como filosofía especulativa: Mimesis, estructura y forma del arte moderno en la ‘Teoría Estética’ de adorno”, *Revista Portuguesa de Filosofia* 67, núm. 3 (2011), <http://www.jstor.org/stable/41803945>.

¹⁸ Maldonado, *Complejidad de las Ciencias Sociales. Y de las otras ciencias y disciplinas* (Colombia: Ediciones Desde Abajo, 2016), https://www.researchgate.net/publication/304581600_Complejidad_de_las_ciencias_sociales_Y_de_las_otras_ciencias_y_disciplinas.

¹⁹ Manlio De Domenico y Hiroki Sayama, *Complexity Explained* (2019). <https://doi.org/10.17605/osf.io/tqgnw>.

²⁰ Maldonado, *Complejidad de las Ciencias Sociales*, 2016.

²¹ Maldonado, *Las Ciencias de la Complejidad son ciencias de la vida* (Chile: Trepn Ediciones, 2021), https://www.researchgate.net/publication/348937853_Las_ciencias_de_la_complejidad_son_ciencias_de_la_vida.

todas las Ciencias Humanas y Sociales (CHS), las temáticas patrimoniales —archivos y bibliotecas—, culturales y sociales que tratan, como las redes sociales informáticas, por ejemplo.²² Además, constituyen un espacio interdisciplinario que reúne CHS, Ciencias y Tecnologías de la Información (CTI) en la investigación y el desarrollo de nuevas herramientas. Priani-Saisó afirma que las Humanidades Digitales permiten otra forma de conocer un objeto, al contrario de las Humanidades tradicionales; abren nuevos campos,²³ y continuamente se reinventan.

Metodología para el acopio de información

La presente investigación es de carácter descriptivo y se utilizó una metodología de investigación cualitativa documental de diversas fuentes: libros, revistas, artículos de investigación y publicaciones digitales, con el fin de localizar, recuperar y referenciar los datos obtenidos. Como consecuencia, se creó un repositorio de fuentes que fue explorado y analizado mediante su lectura y comparación, según su relevancia. Se revisaron varias unidades de documentación, que incluyen bases de datos especializadas y repositorios institucionales. Se procedió a la interpretación y análisis del material recolectado mediante una lectura crítica a partir del análisis propuesto.

Hallazgos para la reflexión

En 2013 se generó un esquema ilustrativo que se refiere a las seis Ciencias de la Complejidad,²⁴ basado en los trabajos de Maldonado y colegas.²⁵ A continuación, se enlista el nombre de cada una, sus máximos exponentes y año en que se considera que surgen:

1. Termodinámica del no equilibrio (I. Prigogine, 1977).
2. Caso (E. Lorenz-D, Ruelle, 1962-1977).
3. Geometría de fractales (B. Mandelbrot, 1977).
4. Catástrofes (R. Thom, 1977).
5. Ciencia de redes (L. Barabási, S. Strogantz, D. Watts, 2001- 2003).
6. Lógicas no clásicas (numerosos autores, desde los cincuenta).

²² Dominique Vinck, *Humanidades Digitales: La cultura frente a las nuevas tecnologías* (Barcelona: Editorial Gedisa, 2018).

²³ Norberto Coronado, “¿Qué son las humanidades digitales?”, en *Vida Universitaria, Periódico de la Universidad Autónoma de Nuevo León* (6 de noviembre de 2020, sección Campus UANL), <https://vidauniversitaria.uanl.mx/campus-uanl/que-son-las-humanidades-digitales/>.

²⁴ Oscar Augusto Elizalde, “Aproximación a las Ciencias de la Complejidad”, *Revista de la Universidad de La Salle*, núm. 61 (2013), <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-de-la-universidad-de-la-salle/articulo/aproximacion-a-las-ciencias-de-la-complejidad>.

²⁵ Maldonado, *Derivas de la complejidad. Fundamentos científicos y filosóficos* (Bogotá: Universidad del Rosario, 2012).

Como se mencionó, se eligió la Ciencia de Redes para profundizar en los conceptos relacionales que conlleva, con base en la experiencia investigativa, la experiencia postdoctoral y su relación con las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales.

Por otra parte, el *Manifiesto por unas Humanidades Digitales* resulta significativo: se creó en París, durante el taller “THAT Camp” (18 y 19 de mayo de 2010). Define la situación, declaración y orientación que marcaron el rumbo de las Humanidades Digitales. Se señalan las siguientes características y declaraciones;²⁶ varias de ellas permiten una vinculación esencial con las Ciencias de la Complejidad.

I. Definición	1. Los cambios trascendentales experimentados en el ámbito digital por la sociedad modifican y cuestionan las condiciones de producción del saber.
	2. Se considera que las Humanidades Digitales (HD) abarcan el conjunto de las Ciencias Humanas y Sociales (CHS), de las Artes y de las Letras; se apoyan en el conjunto de los paradigmas, los saberes y conocimientos propios de estas disciplinas, a la par que movilizan herramientas y perspectivas propias del campo digital.
	3. Por HD se entiende: transdisciplina portadora de métodos, dispositivos y perspectivas heurísticas, relacionadas con procesos de digitalización en las CHS.
II. Situación	4. Desde hace medio siglo, se han multiplicado los experimentos digitales en las CHS. La coacción técnica y económica permite evolucionar el trabajo colectivo. Existen múltiples comunidades particulares que se originan en el interés que se tiene por prácticas, herramientas o diversos objetos transversales.
III. Declaración	5. Como actores de las HD, nos constituimos en una comunidad de práctica solidaria, acogedora y de libre acceso.
	6. Somos una comunidad sin fronteras, multilingüe y multidisciplinaria.
	7. Nuestros objetivos profundizan en el conocimiento, mejoran la calidad de la investigación en nuestras disciplinas y enriquecen el saber y el patrimonio colectivo, más allá de la esfera académica.
IV. Orientaciones	8. Abogamos por la integración de <i>cultura digital</i> en la definición de cultura general del siglo XXI.
	9. Lanzamos un llamado a favor del libre acceso a los datos y metadatos. Deben ser documentados e interoperables, desde el punto de vista técnico y conceptual.
	10. Estamos a favor de la difusión, circulación y libre enriquecimiento de los métodos, código, formatos y resultados de la investigación.
	11. Llamamos a la integración de las HD en las carreras de CHS, Artes y Filología.
	12. El compromiso de creación de capacidad colectiva se apoyará en un vocabulario común y se fundará en el trabajo conjunto de sus actores, con el fin de convertirlo en un bien común. Constituye una oportunidad científica y de inserción profesional.

²⁶ Marin Dacos, *Manifiesto por unas Humanidades Digitales*, <https://tcp.hypotheses.org/487>.

IV. Orientaciones	13. Deseamos participar en la definición y difusión de prácticas aconsejables referentes a las necesidades disciplinarias y transdisciplinarias identificadas, evolutivas y derivadas del debate, luego de su consenso. La apertura fundamental de las HD conlleva, sin embargo, una aproximación pragmática de los protocolos y visión que preserve el derecho a la coexistencia de métodos distintos que pueden competir entre sí, para mayor provecho de la reflexión y sus prácticas.
	14. Llamamos a la construcción de ciberestructuras evolutivas que respondan a necesidades reales. Estas se construirán de forma iterativa, mediante la comprobación de métodos y aproximaciones dentro de las comunidades de investigación.

Tabla 1. *Manifiesto por unas Humanidades Digitales*²⁷

A partir de ello, se resaltan, profundizan y discuten posibilidades de integración metodológica y conceptual entre las CDLC y las HD por medio de la Ciencia de Redes, la heterarquía y la estética.

Una discusión de bases y similitudes

De acuerdo con el *Manifiesto*, si bien las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales presentan diversas aproximaciones a la Ciencia de Redes, en realidad comparten varias afinidades. En su Definición, los cambios en la producción del saber son propiciados por las Ciencias de la Complejidad desde su origen. Mediante la vinculación a nuevas formas de conocimiento, se inicia un proceso de complejización y explicación de la complejidad de las Ciencias Sociales y campos cruzados como las Artes y las Posthumanidades.²⁸ Esto se liga a problemas radicales, nuevos lenguajes y lógicas: sorprendidos, novedosos, fluctuantes e inestables, abiertos a la impredecibilidad y ciencia revolucionaria.

En segundo lugar, las HD movilizan herramientas y perspectivas propias del campo digital, al igual que las Ciencias de la Complejidad en el caso específico de las redes complejas. Redes como Google, Facebook, CISCO o Twitter son el corazón de algunas de las tecnologías más revolucionarias del siglo XXI; estas potencian e impregnan la ciencia, tecnología, negocios y naturaleza en un grado mayor al evidente en una inspección casual. Por tal razón, se necesita comprender a profundidad las redes, con objeto de entender los sistemas complejos.²⁹

En el tercer punto, se alude al carácter transdisciplinar de las HD y su alcance por considerar las CHS: las Ciencias de la Complejidad originadas en las ciencias exactas y naturales tardaron

²⁷ Dacos, *Manifiesto*.

²⁸ Maldonado, *Complejidad de las Ciencias Sociales*, 2016.

²⁹ Barabási, *Network Science*, 2016.

mucho tiempo en involucrarse con las Ciencias Humanas, Ciencias Sociales, Humanidades y Artes; en la actualidad, hay mayor avance y cercanía. Por otra parte, es necesario puntualizar que el uso de *complejidad* supera en alcance a la inter, trans y multidisciplinariedad. Esto se debe a que, en los últimos casos, se expresa —tácita o explícitamente— un vínculo con campos, áreas o niveles, mientras que se habla de problemas cuando se trata de complejidad.³⁰

El cuarto punto —sección de Situación— enfatiza la evolución del trabajo colectivo y el interés sobre las prácticas, herramientas o diversos objetos transversales: la colaboración, el acceso abierto y la transparencia son valores distintivos y compartidos por las HD y las Ciencias de la Información.³¹ De igual modo, se acentúa la pertinencia de un diálogo que contemple el aspecto estético de las Ciencias de la Complejidad y la manera de trabajar con el Arte y las Humanidades. En este espacio fértil, se genera ciencia de frontera, mediante la vinculación de nuevos procesos de las HD que dialoguen y hagan uso de herramientas y perspectivas emergidas desde las Ciencias de la Complejidad

Asimismo, en la Declaración —punto cinco—, se aborda la práctica de libre acceso, también conocida como *datos abiertos (open data)*. Desde las Ciencias de la Complejidad, se trata de un elemento que define las redes complejas y las heterarquías, pues contrasta los sistemas jerárquicos.³² La información abierta, compartida, horizontal o con un compromiso con los niveles inferiores no existe en los sistemas piramidales y directivos: el modelo heterárquico resulta más pertinente. Las asimetrías de información³³ implican sistemas de control, vigilancia, manipulación y violencia que difieren de los ideales de una práctica solidaria, abierta y acogedora de las Humanidades Digitales. Una política de acceso abierto —*open access*— comparte un sistema de confianza y transparencia.

Por su parte, el punto seis menciona la necesidad de la ruptura de fronteras, cuyo objeto es generar comunidades multilingües y multidisciplinarias. En el caso de las Ciencias de la Complejidad, los flujos, correlaciones, bucles de retroalimentación positiva y negativa, transiciones de fase, ciclos y dinámicas no lineales, coevolución, coaprendizaje, mutualismo, comensalismo y cooperación forman parte fundamental de la organización de la naturaleza. En ese

³⁰ Maldonado, “Estética y complejidad: elementos para un estado crítico del arte”, en *Estética y complejidad: elementos para un estado crítico del arte*, ed. Carlos Eduardo Maldonado (Colombia: Editorial Corporación Creación-Arte & Ciencia, 2021), https://www.researchgate.net/publication/348018363_Estetica_y_Complejidad_Elementos_para_un_estado_critico_del_arte.

³¹ Sulema Rodríguez y Ania Rosa Hernández, “Convergencias estratégicas entre las Humanidades y las Ciencias de la Información. Una oportunidad para la transformación digital en Cuba”, *Logeion: Filosofia da Informação* 6, núm. 1 (2019), <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4830/4202>.

³² Geoff Cumming y Robert Calin, *Introduction to the New Statistics: Estimation, Open Science, and Beyond* (Londres: Routledge, 2016).

³³ Stephen Baker, *The Numerati* (Londres: Jonathan Cape, 2008); Edward Snowden, *Vigilancia permanente* (Bogotá: Planeta, 2019).

sentido, desarrollar un sistema alternativo de redes complejas y heterarquía serviría de guía para trabajos futuros que vinculen la Ciencia de la Complejidad con la investigación³⁴ y el potencial de las Humanidades Digitales.

El séptimo punto alude a una injerencia que traspasa la esfera académica: una profundización del conocimiento, en el que se han suscitado procesos disociativos. Por ejemplo, Snow infiere que la brecha entre las dos culturas —literaria y científica— proviene de una mala comprensión del cambio histórico profundo que significó la Revolución Industrial. Quizás si la ciencia y las humanidades hubieran reconocido la nueva ciencia aplicada y sus beneficios sociales, el mundo del conocimiento habría limitado su ciega especialización en pos de un intercambio más rico entre las distintas áreas.³⁵ Esto repercutiría no solo en el ámbito académico, pues una de las fortalezas de las tecnologías digitales en la investigación es la representación y difusión de resultados: permite a la comunidad científica compartir su trabajo con un público más amplio por medio de la divulgación.

Por su parte, el octavo numeral pugna por la integración de la cultura digital en el siglo XXI. Respecto a las HD, Priani-Saisó refiere que comprenden el impacto o relación de las tecnologías de cómputo en el quehacer humanístico. También afirma que la producción presente y futura de este conocimiento estará mediado por la tecnología digital.³⁶

En la sección de orientaciones, el noveno punto detalla el libre acceso a los datos y metadatos, interoperables, de forma técnica y conceptual: “Lo que realmente define a las Humanidades Digitales son una serie de principios como la interdisciplinariedad y la construcción de modelos, valores como el acceso libre y el código abierto, y prácticas como la minería de datos y la colaboración”.³⁷ Las herramientas digitales enfocadas a “proyectos de Big Data facilitan el uso de modelos de visualización a gran escala, como grafos, gráficos y líneas temporales que permiten acceder al contenido de los datos y entender sus relaciones de forma intuitiva y objetiva”.³⁸

El décimo punto remite a la difusión, circulación y libre enriquecimiento del método, código, formato y resultado de la investigación. Como menciona Maldonado, “de lo que se trata aquí,

³⁴ Maldonado, “La gestión compleja: De la jerarquía a las redes complejas y la heterarquía”, *Revista Ciencias de la Complejidad* 2, edición especial (2021), <https://doi.org/10.48168/ccee012021-008>.

³⁵ Lucía Haydée Stubrin, “Arte y ciencia: convergencias en el marco de la teoría de la complejidad”, *Artnodes*, núm. 13 (2013), <https://doi.org/10.7238/a.v0i13.1485>.

³⁶ Coronado, “¿Qué son las humanidades digitales?”, *UANL*, 2020.

³⁷ Antonio Rojas, “Las Humanidades Digitales: principios, valores y prácticas”, *Janus: Estudios sobre el Siglo de Oro*, núm. 2 (2013), <https://repositori.upf.edu/handle/10230/21517>.

³⁸ Arianne Vanrell, “Proposals for data organization and visualization to improve the management and the understanding of complex works”, *Conservar Património* 30 (2019), <https://doi.org/10.14568/cp2016033>.

verdaderamente, es de hablar de sistemas abiertos, grados de libertad y, muy especial y significativamente, de creatividad”;³⁹ dicho enfoque propicia el enriquecimiento conceptual. La heterarquía y las redes complejas constituyen alternativas a la historia occidental de organizar las cosas humanas y naturales; surgen entonces la autoorganización, la autogestión, la confianza, la autonomía y el aprendizaje.⁴⁰

Por su parte, el undécimo punto aborda la integración de formaciones. Con el fin de enfrentar nuevos retos y problemas es necesario que las HD —enfocadas a las CHS— integren a los investigadores de Física, Matemáticas, Informática e Ingeniería en nuevos campos de investigación propios de las Ciencias de la Complejidad —*Computational Social Science, Social Physics*, sistemas complejos, teoría de redes, Big Data...—, para crear infraestructuras parecidas a las de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), que midan la práctica y aumenten la autoconciencia y el pasado como sociedad —*ICT-enabled Self-Awareness*—. ⁴¹

El duodécimo punto recalca que las HD constituyen una oportunidad científica. En ese sentido, ni la apuesta por una resignificación y nuevas conceptualizaciones, el mundo ni el universo tienen una estructura jerárquica ni piramidal. Por el contrario, debe superarse esta concepción arraigada, antinatural y dicotómica, de fuerte influencia occidental, además de acompañarla de un pensamiento analítico, que trabaje con jerarquías lineales, secuenciales, en vez de con complejidad, autoorganización o no linealidad.⁴²

El numeral decimotercero desarrolla la definición y difusión de prácticas aconsejables en relación con necesidades disciplinarias y transdisciplinarias. Desde su aproximación pragmática de los protocolos y las visiones que preservan el derecho a la coexistencia de métodos distintos para mayor provecho de reflexión y práctica, es posible “una transformación radical de las formas jerárquicas de organización hacia otras que cuiden y exalten la vida. Pues bien, el modo como una transformación semejante es posible es a través de redes complejas o también de heterarquías”.⁴³

En decimocuarto lugar, se menciona la pertinencia de la construcción de ciberestructuras evolutivas que respondan a necesidades reales, por apoyarse en la comprobación de método y aproximaciones dentro de las comunidades de investigación. Para que las CHS sean más rigurosas y progresen en la comprensión del pasado es necesario usar las herramientas de análisis digital.

³⁹ Maldonado, “Estética y complejidad”.

⁴⁰ Maldonado, “La gestión compleja”.

⁴¹ Vinck, *Humanidades digitales*.

⁴² Maldonado, “La gestión compleja”.

⁴³ Maldonado, “La gestión compleja”.

El apoyo financiero de estos avances de las CHS proviene de la Office of the Digital Humanities (ODH) —National Endowment of the Humanities (NEH)—, en Estados Unidos. Se han conseguido colaboraciones científicas internacionales e interdisciplinarias que aíslan al investigador para que se sumerja en la *Big Science* y sus redes, como la Física, las ciencias de la vida y la nanotecnología —Ciencias de la Complejidad—, y se enfrente a sus propios retos.⁴⁴

En varias ocasiones, los sistemas complejos implican múltiples variables y configuraciones que no pueden ser exploradas mediante la intuición para la elaboración de cálculos simples con papel y lápiz. Por lo tanto, para comprender cómo este tipo de sistemas se estructuran y cambian en el tiempo, se vuelve fundamental incorporar modelos matemáticos y computacionales, que combinen aproximaciones analíticas con simulaciones:

Es necesario saber que las computadoras también se usan para el análisis de grandes volúmenes de datos que típicamente producen los sistemas complejos, de tal manera que se pueden delatar y visibilizar los patrones inherentes del sistema que suelen estar ocultos al ojo humano. Estos métodos computacionales conducen a descubrimientos que apoyan la profundización de nuestra comprensión de la naturaleza.⁴⁵

Hacia posibilidades integrativas entre Ciencia de Redes, heterarquía y estética

Las Ciencias de la Complejidad y las HD como campos transdisciplinarios de conocimiento se encuentran en constante evolución, lo que las llevará a encontrarse a través de las redes complejas, debido a la aceleración en los procesos metodológicos e instrumentación digital, volumen de datos y carácter abierto. Las redes complejas forman parte de las Ciencias de la Complejidad, mientras que la heterarquía forma parte de su estructura. Se trata de sistemas de autogestión y anárquicos: sin control, no verticales, no directivos, no punitivos ni policiales. Por otro lado, los sistemas complejos son inherentemente adaptativos porque pueden aprender. En consecuencia, en el marco de las Ciencias de la Complejidad, la conexión entre redes complejas y heterarquía ocurre entre modelamiento y simulación, y Antropología, Historia y Política.⁴⁶

En este sentido, los trabajos de Maldonado aclaran las posibilidades de compatibilidad en términos conceptuales y de acercamiento, por medio de una concepción heterárquica para el análisis de redes, pero que también trascienda al espíritu de las Humanidades Digitales: “Las

⁴⁴ Vinck, *Humanidades digitales*.

⁴⁵ De Domenico, *Complexity Explained*.

⁴⁶ Maldonado, “La gestión compleja”.

ciencias y disciplinas son abstracciones epistemológicas para designar en realidad formas, estilos y estándares de vida. La ciencia y el arte, consiguientemente, son nombres abstractos para designar experiencias humanas”.⁴⁷ La teoría de conjuntos, la de los n-cuerpos, la topología y las redes, la combinatoria y la complejidad computacional son cuatro instrumentos conceptuales⁴⁸ sobre los que fluye la complejidad de los sistemas sociales humanos y posthumanos.

Si bien la codificación y el análisis textual han sido dos pilares de las HD, no se cierran a esos procesos, ya que los modelos digitales se han diversificado hasta incluir la creación de grafos o la visualización de datos por medio de redes; de igual manera, se han incorporado la literatura electrónica y el estudio de los nuevos medios y artefactos digitales. Las HD han sido definidas por principios, como interdisciplinariedad y construcción de modelos; valores, como acceso libre y código abierto, y prácticas, como minería de datos y colaboración. Por ello, es fundamental continuar agregando metodologías, visiones y herramientas.⁴⁹

Las HD han usado las redes simples; sin embargo, sus problemas han escalado, por lo que se ha transitado hacia el uso de redes complejas. Esto implica incógnitas sobre el crecimiento del poder de cómputo; en este panorama postpandémico de aceleración tecnológica, se debería dialogar con perspectivas distintas, como las Ciencias de la Complejidad. La mejor introducción a las características y estructuras de la heterarquía es a través del estudio de las redes complejas y la topología, porque explicaría cómo estas formas pueden transformarse en otras.⁵⁰

La ciencia de redes, las representaciones visuales que usan estructuras de redes y redes complejas han tenido una amplia injerencia en las HD, pues se cimentan en las Humanidades clásicas, vinculándose con el arte, historia y patrimonio cultural. En consecuencia, propician el surgimiento de distintas maneras de aproximación a temáticas estéticas de manera digital. El desarrollo de la sensibilidad es menester para la consideración estética: “La buena inteligencia no es distinta de una buena sensibilidad”.⁵¹

Theodor Adorno afirmó que “la estética no es una filosofía aplicada, sino que es filosófica en sí misma”. La construcción estética es el reflejo cultural de lo que ha pasado en la sociedad en relación con la tecnología.⁵² La estética clásica, de corte kantiano y hegeliano, asume que la belleza

⁴⁷ Maldonado, “Estética y complejidad”.

⁴⁸ Maldonado, *Complejidad de las Ciencias Sociales*.

⁴⁹ Vinck, *Humanidades digitales*.

⁵⁰ Maldonado, “La gestión compleja”.

⁵¹ Maldonado, “Estética y complejidad”.

⁵² Valverde, “La estética como filosofía especulativa”.

es humanista y depende de quien observe, pero evita que se refiera a la belleza de la naturaleza. Una estética de la complejidad —de modo complejo y que sabe de complejidad— no sabe de jerarquías, órdenes, centralidades o linealidad; en cambio, considera como fenómenos, sistemas o comportamientos cruzados, la multiplicidad, diversidad, lógicas no-clásicas, transformaciones —de primer y segundo orden—, emergencia, impredecibilidad, cisnes negros y autoorganización, comunes a la sociedad, la naturaleza y ecología de conocimiento.⁵³

Una estética de la complejidad parte de la libertad. La estética, entonces, es una filosofía que estudia la belleza y el arte, se engrandece conforme se apega y protege los principios fundamentales de la humanidad y, por ser la libertad el más importante de ellos, alcanza mayor profundidad en los tiempos cuando esta predomina.⁵⁴ El arte ha dado pasos agigantados: acepta la condición biológica de la especie y el contexto técnico en el que se desarrolla; asimismo, ha generado debates sobre cuestiones existenciales que apenas han empezado a integrarse a las Ciencias Sociales. Esa convivencia resulta en una ciencia más humana y un arte más consciente del poder de la técnica o, tal vez, una nueva forma de conocimiento que ya no se pueda clasificar, por lo complejo de su naturaleza.⁵⁵

Conclusiones

La investigación cumplió con el objetivo de reflexionar sobre la identificación de afinidades y aportes complementarios entre las Ciencias de la Complejidad y las Humanidades Digitales, en relación con el uso de la Ciencia de Redes, la heterarquía y la estética. Además, profundizó en el análisis del *Manifiesto por unas Humanidades Digitales* y de textos científicos especializados para contribuir al desarrollo de ciencia de frontera.

La experimentación con aproximaciones de las Ciencias de la Complejidad, en sentido bidireccional, genera avances que permitan entender parámetros específicos de grandes conjuntos de datos que interactúan entre sí, desde las redes complejas y la organización heterárquica. De igual modo, la postura crítica e inherente a la estética de las HD contribuye a la representación de la información en las Ciencias de la Complejidad. Las herramientas, enfoques y principios de estas permiten a la comunidad científica trabajar en distintas disciplinas: permite

⁵³ Maldonado, “Estética y complejidad”.

⁵⁴ Alejandro Mijares, “La estética y la humanidad”, *Acta Odontológica Venezolana* 44, núm. 1 (2006), http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652006000100024&lng=es&nrm=iso.

⁵⁵ Stubrin, “Arte y Ciencia”.

la difusión cruzada entre métodos de investigación y su concepción mental, que sustituye la conceptualización jerárquica por una heterarquía, cuya sensibilidad conjugue la visión estética en su devenir.

Referencias

- Almagro Blanco, Pedro y Sonia Ordoñez Salinas. “Generador de grafos multirrelacionales a partir de redes sociales”. *Ingeniería* 19, núm. 1, (2014), <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2014.1.a01>.
- Baker, Stephen. *The Numerati*. Londres: Jonathan Cape, 2008.
- Barabási, Albert-László. “Network science”. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 371, núm. 1987 (2013), <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2012.0375>.
- Barabási, Albert-László. 2016. *Network Science*. Londres: Universidad de Cambridge (2016). <http://networksciencebook.com/>.
- Börner, Katy, Soma Sanyal y Alessandro Vespignani. “Network science”. *Annual Review of Information Science and Technology* 41, núm. 1, (2007), <https://doi.org/10.1002/aris.2007.1440410119>.
- Coronado, Norberto. “¿Qué son las humanidades digitales?”. *Vida Universitaria, Periódico de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 6 de noviembre de 2020, sección Campus UANL, <https://vidauniversitaria.uanl.mx/campus-uanl/que-son-las-humanidades-digitales/>.
- Crumley, Carole L. “Heterarchy and the Analysis of Complex Societies”. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association* 6, núm. 1 (1995), <https://doi.org/10.1525/ap3a.1995.6.1.1>. (Consultado el 8 de noviembre de 2022)
- Cumming, Geoff y Robert Calin-Jageman. *Introduction to the New Statistics: Estimation, Open Science, and Beyond*. Inglaterra: Routledge, 2016.
- Dacos, Marin. *Manifiesto por unas Humanidades Digitales*, <https://tcp.hypotheses.org/487>.
- De Domenico, Manlio y Hiroki Sayama. *Complexity Explained*, (2019). <https://doi.org/10.17605/osf.io/tqgnw>. (Consultado el 9 de noviembre de 2022)
- Elizalde Prada, Oscar Augusto. “Aproximación a las Ciencias de la Complejidad”. *Revista de la Universidad de La Salle*, núm. 61, (2013), <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-de-la-universidad-de-la-salle/articulo/aproximacion-a-las-ciencias-de-la-complejidad>.
- Errasti, Lautaro. “La heterarquía”. *Ciberculturas*, <http://digigel.blogspot.com/2009/05/la-heterarquia.html>.

- Freitas, Christopher G. S., Andre L. L. Aquino, Heitor S. Ramos, Alejandro C. Frery y Osvaldo A. Rosso. “A detailed characterization of complex networks using Information Theory”. *Scientific Reports*, núm. 9, (2019), <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53167-5>.
- Fujigaki, Alejandro. “Transmigrar entre planos de existencia. Desanidando las mitológicas desde el noroeste de México”. *Revista de Antropología* 65, núm. 1, (2022), <https://www.jstor.org/stable/48664041>.
- Haydée Stubrin, Lucía. “Arte y ciencia: convergencias en el marco de la teoría de la complejidad”. *Artnodes*, núm. 13, (2013), <https://doi.org/10.7238/a.voi13.1485>.
- Lotz, Marco Aurelio. *Dynamic Graph Computations Using Parallel Distributed Computing Solutions*. Inglaterra: Universidad de Londres, 2014, <https://www.marcolotz.com/wp-content/uploads/2014/05/LotzReport.pdf>.
- Maldonado, Carlos Eduardo. *Derivas de la complejidad. Fundamentos científicos y filosóficos*. Bogotá: Universidad del Rosario, 2012.
- Maldonado, Carlos Eduardo. “¿Qué es un sistema complejo?”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 14, núm. 29 (2014). <https://revistasaludbosque.unbosque.edu.co/index.php/rfca/article/download/664/243>.
- Maldonado, Carlos Eduardo. *Complejidad de las Ciencias Sociales. y de las otras ciencias y disciplinas*. Colombia: Ediciones Desde Abajo, 2016. https://www.researchgate.net/publication/304581600_Complejidad_de_las_ciencias_sociales_Y_de_las_otras_ciencias_y_disciplinas.
- Maldonado, Carlos Eduardo. “Estética y complejidad: elementos para un estado crítico del arte”. En *Estética y complejidad: elementos para un estado crítico del arte*, editado por Carlos Eduardo Maldonado. Colombia: Editorial Corporación Creación - Arte & Ciencia, 2021. https://www.researchgate.net/publication/348018363_Estetica_y_Complejidad_Elementos_para_un_estado_critico_del_arte.
- Maldonado, Carlos Eduardo. *Las Ciencias de la Complejidad son ciencias de la vida*. Chile: Trepn Ediciones, 2021. https://www.researchgate.net/publication/348937853_Las_ciencias_de_la_complejidad_son_ciencias_de_la_vida.
- Maldonado, Carlos Eduardo. 2021. “La gestión compleja: De la jerarquía a las redes complejas y la heterarquía”. *Revista Ciencias de la Complejidad* 2, edición especial, <https://doi.org/10.48168/ccee012021-008>.

- Maldonado, Carlos Eduardo. “Ciencias de la Complejidad”. Conferencia presentada en el módulo 1: “La Complejidad: Ciencia de punta” del Programa Internacional de Estudios Postdoctorales 2022. México: El Colegio de Morelos, 2022.
- Mijares Gil, Alejandro. “La estética y la humanidad”. *Acta Odontológica Venezolana* 44, núm. 1 (2006). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652006000100024&lng=es&nrm=iso.
- Rodríguez-Roche, Sulema y Ania Rosa Hernández-Quintana. “Convergencias estratégicas entre las Humanidades y las Ciencias de la Información. Una oportunidad para la transformación digital en Cuba”. *Logeion: Filosofia da Informação* 6, núm. 1 (2019). <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4830/4202>.
- Rojas Castro, Antonio. “Las Humanidades Digitales: principios, valores y prácticas”. *Janus: Estudios sobre el Siglo de Oro*, núm. 2 (2013). <https://repositori.upf.edu/handle/10230/21517>.
- Snowden, Edward. *Vigilancia permanente*. Bogotá: Planeta, 2019.
- Torres Agudo, Joaquín J. “Tema 2: Red Compleja como ejemplo de sistema complejo”. *Guía Docente de Física de Redes Complejas y Aplicaciones Interdisciplinarias*. Departamento de Geometría y Topología: Universidad de Granada, 2021. https://www.ugr.es/~jtorres/Tema_2_redes_complejas.pdf.
- Triana Madrid, Joshua, Víctor Bucheli Guerrero y Ángel García Banos. “Sistema de control para computación evolutiva basado en redes complejas”. *Investigación e Innovación en Ingenierías* 8, núm. 2 (2020), <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3752>.
- Ursua, Nicanor. “Digital Humanities. Observaciones críticas”. Conferencia presentada en el módulo 3: “¿Es la sociedad digital una sociedad de personas?” del Programa Internacional de Estudios Postdoctorales 2022. México: El Colegio de Morelos, 2022.
- Valenzuela, Sebastián A., Cristian L. Vidal, Jenny D. Morales y Leopoldo P. López. “Ejemplos de aplicabilidad de Giraph y Hadoop para el procesamiento de grandes grafos”. *Información Tecnológica* 27, núm. 5 (2016). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000500019>.
- Valverde, Sergio. “La estética como filosofía especulativa: Mímesis, estructura y forma del arte moderno en la ‘Teoría Estética’ de adorno”. *Revista Portuguesa de Filosofia* 67, núm. 3 (2011). <http://www.jstor.org/stable/41803945>.
- Vanrell Vellosillo, Arianne. “Proposals for data organization and visualization to improve the management and the understanding of complex works”. *Conservar Património* 30 (2019). <https://doi.org/10.14568/cp2016033>.

Vinck, Dominique. *Humanidades Digitales: La cultura frente a las nuevas tecnologías*. Barcelona: Editorial Gedisa, 2018.

Zheng, Jianping y Bo Shao. “Throughput properties and clustering analysis of coastal ports in mainland China: an analysis method by time series complex network”. *DYNA* 97, núm. 4 (2022). <https://doi.org/10.6036/10537>.