

Information Science: Epistemology and Complexity

Luis Fernando Cruz Quiroga MD.,Ph.D.^{1,2}

¹Complex Systems & Education (SCED-ISTEC)

²Ibero-American Science and Technology Education Consortium (I&D-ISTEC)

Abstract

Background Information Science has had little theoretical production and unclear epistemological foundation. Although epistemological orientations have evolved from explanatory to interpretive approaches (systemic, cognitive and social), they have not delved into the complexity of the subject and the object of study. Therefore, they have not responded to investigative needs in information science.

Purpose The purpose of this article was to propose an epistemological orientation that took into account the complexity of the subject and the object of study to optimize research in Information Science, and thus, theoretical production.

Design It was developed in three phases: First, a historical review of the science to date was conducted, with an emphasis on information, in order to understand the basics of Information Science. Second, a documentary analysis was made on Information Science, since its inception to date, with its different epistemological orientations; and third, a contrast with the research experience of SCED-ISTEC and the University of South Florida USF was effected.

Results An epistemological orientation was proposed to support research in Information Science from Complex Systems based on Trans-Disciplinarity

Conclusions To meet the needs and challenges of the twenty-first century, research in Information Science requires epistemological orientations that consider the complexity of the subject and the object of study. Therefore, inter / trans-disciplinary research in Information Science requires epistemological foundations that are coherent with the complexity of the subject matter

Keywords: Epistemology and Complexity, Information Science, Trans-disciplinarity, Complex Systems

1

13 Congreso Nacional de Bibliotecología y Ciencia de la Información. 20 Jornada Nacional y V Internacional de Actualización y Capacitación de Bibliotecas Médicas 7,8 y 9 de octubre de 2014.
www.unirecscolombia.org/jornada2014



Ciencia de la Información: Epistemología y Complejidad

Luis Fernando Cruz Quiroga.^{1,2}

¹Complex Systems & Education (SCED-ISTEC)

²Ibero-American Science and Technology Education Consortium (I&D-ISTEC)

Antecedentes: La Ciencia de la Información ha tenido escasa producción teórica y poca claridad en la fundamentación epistemológica. Aunque las orientaciones epistemológicas han evolucionado de enfoques explicativos a interpretativos (sistémicos, cognitivos y sociales) no han tenido en cuenta complejidad del sujeto y el objeto de estudio. Por lo tanto, no responden a las necesidades actuales y futuras de investigación.

Propósito El propósito de este artículo fue plantear una orientación epistemológica que tuviera en cuenta la complejidad del sujeto y el objeto de estudio para optimizar la investigación en Ciencia de la Información y por ende, la producción teórica.

Diseño Se desarrolló en tres fases: Primero, se realizó una revisión histórica de la ciencia hasta la fecha, con énfasis en la información, para entender las bases de la Ciencia de la Información. Segundo, se analizó documentalmente la Ciencia de la Información desde su creación hasta la fecha con sus diferentes orientaciones epistemológicas y tercero, se contrastó con la experiencia investigativa del SCED-ISTEC y la Universidad del Sur de la Florida USF.

Resultados Se planteó una orientación epistemológica para fundamentar las investigaciones en Ciencia de la Información desde los Sistemas Complejos con énfasis en la transdisciplinariedad

Conclusiones Para responder a las necesidades y retos del siglo XXI la investigación en Ciencia de la Información requiere orientaciones epistemológicas que tengan en cuenta la complejidad del sujeto y del objeto de estudio. Por lo tanto, la investigación inter/transdisciplinar en Ciencia de la Información requiere fundamentos epistemológicos coherentes con la complejidad del objeto de estudio.

Palabras claves: epistemología y complejidad, ciencia de la información, transdisciplinariedad, sistemas complejos

Introducción

La sociedad del siglo XXI caracterizada por el cambio permanente, la globalización, la multiculturalidad, el avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología, la interactividad, la conectividad y la incertidumbre exigen una transformación y adaptación permanente de la sociedad de la información y del conocimiento para responder a los retos y necesidades del nuevo contexto. Lo amerita nuevas orientaciones epistemológicas de la Ciencia de la Información que permitan la generación de marcos conceptuales, teóricos y metodológicos.

La epistemología ha tomado diversas conceptualizaciones generándose el uso indiscriminado del término. En el presente trabajo se entiende como el fundamento filosófico que orienta la producción del conocimiento científico. Su estudio gira en torno a la relación sujeto – objeto de estudio. Esta relación es determinada por la forma como el investigador percibe y comprende la realidad. Es decir, de acuerdo como percibe el sujeto la realidad, entiende la forma de producir conocimiento y orienta la metodología.

Tomando como referente la definición de realidad del Diccionario de la Real Academia Española: “existencia real y efectiva de algo” y la definición de real (verdad), por la misma fuente, como la “conformidad de las cosas con el concepto que de ella tiene la mente” en el presente documento la realidad se entiende como un sistema dinámico y cambiante que integra dos procesos complejos externos e internos al investigador.

Los procesos externos hacen referencia a los patrones, dinámicas y fenómenos sociales, políticos, culturales, económicos, tecnológicos y científicos en un momento específico de la historia. Los internos hacen referencia a estructuras, procesos y dinámicas cognitivas del investigador que le permiten entender y percibir nuevas formas de abordar y comprender los fenómenos. Entre estos dos procesos la información juega un papel relevante como eje articulador y dinamizador.

Con relación al desarrollo de la Ciencia y la Tecnología el manejo de la información ha jugado un papel relevante y transformador. No solo ha permitido la difusión organizada, sistemática y efectiva del conocimiento científico, sino que su complejidad la ha llevado

a convertirse en objeto de estudio de la ciencia. Es decir, se pasó *de la información de la ciencia a la Ciencia de la Información*.

La tesis planteada en el presente trabajo es que las orientaciones epistemológicas de tipo sistémico, cognitivo y social formuladas en el desarrollo histórico de la Ciencia de la Información no han sido efectivas porque no han tenido en cuenta la complejidad del sujeto y del objeto de estudio. Por lo tanto para responder a las necesidades y retos del nuevo milenio es necesario realizar investigaciones que tengan en cuenta en dicha complejidad.

El desarrollo del presente trabajo se lleva a cabo en tres fases. En la primera fase se realiza una síntesis de las re-evoluciones de la historia de la ciencia hasta la fecha, con énfasis en el proceso y evolución de la información, con el fin de entender los fundamentos que sirvieron de base para la creación de la Ciencia de la Información. En la segunda fase se presenta el desarrollo de la Ciencia de la Información desde su creación hasta la fecha con sus diferentes orientaciones epistemológicas. Finalmente, en la tercera fase, para responder a la tesis propuesta, se presenta una orientación epistemológica de la Ciencia de la Información fundamentada en los sistemas complejos en el marco del trabajo realizado con el SCED-ISTEC y la Universidad del Sur de la Florida USF.

Epistemología de la Información: entre la Historia y la Ciencia

Aunque la Ciencia de la Información es una ciencia joven y sus concepciones teóricas y epistemológicas están en construcción, sus fundamentos se han venido desarrollando desde hace varios siglos, de hecho la información de una u otra manera es transversal a la historia y al desarrollo de la humanidad.

La historia de la ciencia ha sido el resultado de grandes y profundos cambios sociales, políticos, económicos, culturales y científicos. Re-evoluciones que han permitido nuevas concepciones de la realidad y diferentes formas de pensar la producción y el desarrollo del conocimiento científico de acuerdo a las necesidades y retos de las diferentes épocas. Por lo tanto, la historia de la ciencia permite comprender los

fundamentos que han dado origen al nacimiento de la Ciencia de la Información y sus diversas orientaciones epistemológicas. A continuación se revisan los referentes históricos más relevantes.

Un primer referente histórico fue la edad media (siglo V al siglo XV) con dos situaciones, entre otras, que tuvieron gran impacto a nivel social, político, cultural, económico y científico y permiten entender el manejo que se le dio al conocimiento y al manejo de la información en esta época. Primero, el teocentrismo con su principio de autoridad y la escolástica con una clara sumisión de la lógica y la razón a la fe limitando el desarrollo de la ciencia y el conocimiento. Segundo, la aparición de la Peste negra la pandemia más grande de la historia de la humanidad en la cual murieron aproximadamente 65 millones de personas de Asia, África y Europa en el siglo XIV repitiendo sus oleadas hasta el siglo XV (Previte & Orton, 1978), (Riu, 1985).

Vale la pena anotar que a pesar de la marcada limitación en el desarrollo de la ciencia por las razones anotadas. Hubo sin embargo, bajo una visión aristotélica de la realidad desarrollo en diferentes áreas del conocimiento como astronomía, física, matemática y lógica. La biología y la medicina también se desarrollaron bajo concepciones Galénicas aunque también serían reevaluadas (Grant,1983), (Grant,1996).

El manejo de la información hasta el siglo XV, caracterizado por su almacenamiento, acceso y uso limitado, se realiza en las bibliotecas de los monasterios y escritorios catedralicios, como las bibliotecas del Vaticano, Corviniana, Saint Gall, Santa María de Ripoll Reichenau, Monte Casino, Fulda, Santo Domingo de Silos etc. Estas bibliotecas eran manejadas por monjes y frailes quienes difundían los libros en copias manuscritas, rollos de papiros y xilografías. Se convierten los monasterios en los centros del saber para la época (Escolar, 1990). El manejo de la información se reduce por lo tanto, a tener un lugar donde se guardan libros con uso restringido.

Un segundo referente fue la primera revolución científica que se inicia en Europa en el siglo XVI y XVII con una transformación del conocimiento medieval convirtiéndose en la base de la ciencia moderna (Rey, 1978), (Hannam, 2011). Se reemplaza el miedo y la fe por la lógica y la razón. Hay una nueva concepción del universo.

El tener un concepto fundamentado en la razón y la lógica abre una nueva perspectiva de razonamiento deductivo y experimental que permite establecer un método científico para la producción de conocimiento (Beltran, 1995). Para James, (2011) se avanza en cálculo infinitesimal, logaritmos, algebra moderna, geometría proyectiva, perfeccionamiento del sistema binario¹ y en nuevos sistemas de lógica que facilitan el desarrollo de procesos cognitivos y una nueva forma de racionalidad.

Hay un cambio drástico en la forma de concebir la producción del conocimiento científico. Ante la necesidad de diferenciar la ciencia de la pseudociencia aparece, en propiedad, la epistemología como rama de la filosofía que estudia la relación sujeto-objeto de estudio para realizar investigación científica². Se entiende al sujeto como aquel que conoce mediante el proceso de la razón y la experiencia y al objeto de estudio o de conocimiento los fenómenos de la realidad sobre el cual el sujeto desarrolla su actividad cognitiva.

Desde esta perspectiva epistemológica la realidad es externa al sujeto investigador y debe ser apprehendida por la razón (Racionalismo de Descartes, Leibnitz Espinosa) y experimentada (empirismo de Looke, Hume, Bacon, Berkeley). Estas concepciones epistemológicas marcarán en adelante todo el desarrollo científico hasta el siglo XX bajo otras denominaciones más elaboradas como el positivismo de Comte, y posteriormente el Neopositivismo o positivismo lógico del Círculo de Viena, el Pragmatismo de James, el Racionalismo Crítico de Popper entre otros. Aunque hay diferencias entre las diferentes líneas, en relación a sus enfoques inductivos y deductivos, tienen concepciones epistemológicas similares en cuanto a la relación sujeto-objeto.

Para Rey, (1978) gracias a Copernico, Newton, Kepler, Brahe y Kepler se tiene una nueva cosmovisión de la realidad y se rompen los conceptos aristotélicos. Inventos como el telescopio y el microscopio permiten tener una visión más objetiva de la realidad en diferentes dimensiones a nivel macro y micro. Epistemológicamente hablando en la medida que se optimizan los procesos cognitivos y se exploran más profundamente los fenómenos y sus dinámicas con apoyo de nuevas tecnologías que

¹ El perfeccionamiento del sistema binario es la base de posteriores procesos computacionales

² A diferencia de la Gnoseología que estudia el conocimiento en general

facilitan la observación y comprensión del objeto de estudio se produce nuevo conocimiento.

El desarrollo científico se extiende a otras áreas como la medicina con nuevas concepciones de la fisiología, la anatomía, la cirugía y la microbiología. Las ciencias económicas y sociales también se comprenden de forma diferente a la luz de otras concepciones teóricas.

Gracias a la invención de la imprenta y al manejo racional, no teocéntrico, del conocimiento también hay una revolución en el manejo de la información científica con la publicación de obras como *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copernico y *De humani corporis fabrica* de Andreas Vesalius el *Discurso del Método* de Descartes, El *Novum Organum* de Bacon, *las leyes de Kepler*, *Principia de Newton*, el *Dispensatorium de Cordus*, entre otras, que permiten que el conocimiento llegue de forma más abierta al usuario (Beltran, 1995), (Rey, 1978).

Como resultado de la revolución científica aparecen en el año 1622 sociedades científicas como la *Academie Royale Des Sciences* en Francia y la *Royal Society of London* además de las primeras publicaciones científicas. En 1655 se publica en Paris por Denis de Sallo la primera revista literaria y científica el *Journal des sçavans*. Dos meses después Henry Oldenburgpor de la Royal Society publica la revista *Philosophical Transactions of the Royal Society* a diferencia de la anterior es exclusivamente dedicada a la ciencia (Beltran, 1995), (Steven, 1996). Se fundan además grandes bibliotecas como la Bodleiana en Oxford, la Ambrosiana en Milán y la Mazarina en París (Escolar, 1990). Se comienzan por lo tanto a establecer mecanismos para difundir el conocimiento científico.

Es precisamente Gabriel Naudé bibliotecario francés de la biblioteca Mazarina el autor del primer manual de la Bibliotecología o Biblioteconomía *Advis pour dresser une bibliothèque* en donde propone, entre otras cosas, la necesidad de que el bibliotecario sea una persona culta y con formación específica, el manejo de técnicas bibliográficas, la necesidad de dar preferencia al contenidos de los libros, la necesidad de instalaciones adecuadas y con relación al usuario se propone la apertura de las bibliotecas al público (Escolar,1990), (Magán, 2004).

Un tercer referente en el siglo XVII desde 1780-1870 fue la primera revolución industrial un fenómeno económico dado en Inglaterra que transformaría las condiciones de vida de la sociedad y se extendería a otros países de Europa, Estados Unidos y Japón. En esta revolución el conocimiento científico se orientó en la aplicación de aspectos técnico-científicos de la industria. Varios inventos resultan fundamentales este período por su impacto en la sociedad como la máquina de vapor, el carbón como nueva fuente de energía (que facilitarían el transporte marítimo y terrestre), el ferrocarril y la industria textil apoyada por maquinas de hilar. A nivel de la agricultura y la siderurgia se creó maquinaria para facilitar los procesos de producción. Los sistemas de salubridad disminuyeron la mortalidad de la sociedad (Elena & Ordoñez, 1998), (Cazadero, 2009).

Con relación al manejo de la información se optimizaron los procesos de almacenamiento, registro y difusión de la información científica. Se crearon bibliotecas tradicionales en diferentes países como la biblioteca del Museo Británico (actual British Library), la Biblioteca Real de España, (actual biblioteca Nacional), la Biblioteca Braidense en Milán y las bibliotecas universitarias de Harvard, Yale y Princeton en los Estados Unidos (Magán, 2004), (Escolar, 1990).

Un cuarto referente en el siglo XIX (1870-1914) fue la segunda revolución industrial liderada por Estados Unidos seguida por Alemania y Japón la cual representó una transformación social, política, económica y científica con avances significativos en la investigación tecnológica y el manejo de la información. Las nuevas fuentes de energía como el petróleo, la gasolina y la electricidad facilitan la innovación tecnológica. Hay una tendencia a la aplicación científica en procesos de mecanización y automatización (Cazadero, 2009).

A nivel social y económico aparece una nueva visión del manejo del capital con la aparición de la banca y el mundo empresarial e industrial con cadenas de montajes bajo el apalancamiento de inversionistas y holdings. Aparece el Taylorismo como una nueva forma de entender la organización científica del trabajo.

La investigación científica se desarrolla a todo nivel desde la aparición del automóvil y la aviación hasta procesos de tipo químico, biológico y médico como es el caso de la producción de medicamentos y vacunas que disminuirían la mortalidad de la población de forma considerable (Cazadero, 2009).

Lo anteriormente anotado va de la mano de un avance sin precedentes en los procesos de telecomunicación como la radio, el cine, la telegrafía, el teléfono y la máquina de escribir que marcarían un giro definitivo en la forma de manejar la información. Se inauguran revistas científicas como Nature en 1869, Science en 1883, Springer archive 1.869 y Elsevier en 1880 (James, 2011).

El avance en la investigación científica produce gran cantidad de información en nuevos contextos que exigen un replanteamiento del manejo de la información. Aparecen las bibliotecas especializadas y los procesos de clasificación de documentos con la bibliografía. Se crea el Instituto Americano de Documentación (American Society for Information Science ASIS) aplicando nueva tecnología para el manejo documental a través de la microscopía (Kent & Lancour, 1972), (Hahn & Buckland, 1998).

Un hecho relevante que marcó un giro en el manejo de la información fue la publicación del tratado de documentación (Otlet, 2007) que incluye en el concepto de documento nuevos formatos como cine, fotografía y radio con metodologías para su manejo. Se crea además, el Mundaneum, el Instituto Internacional de Bibliografía, el Repertorio Bibliográfico Universal (RBU) y la Clasificación Decimal Universal (Otlet, 1990), (Kent & Lancour, 1972), (Curras, 1996).

Un cuarto referente fue la segunda guerra mundial y especialmente la posguerra (guerra fría) que según Heffer & Launay, (1992) y Aguayo, (1968) propició un gran desarrollo de la investigación tecnológica y científica en los Estados Unidos y la Unión Soviética. Estas dos potencias Toman el liderazgo mundial a nivel económico, científico, territorial y militar. Desplazan por lo tanto, la supremacía que hasta el momento había caracterizado a Europa. Dentro de este contexto toman fuerza investigaciones en biotecnología, energía nuclear y espacial. Se genera una producción acelerada de información y documentación que exige un nuevo manejo de la información.

El gobierno de los Estados Unidos y el Comité Nacional de Investigación le dieron prioridad al manejo de la información. Para liderar el proceso el presidente Roosevelt nombra en 1941 al ingeniero y científico norteamericano Vannevar Bush ideador del Memex³, concepto precursor de la World Wide Web (Nyce & Kahn, 1991). Como director de la *Office of Scientific Research and Development* Bush ayudó a consolidar el

³ Dispositivo mecánico de almacenamiento y búsqueda de información que incluye todo tipo de documentos caracterizado por la sencillez, rapidez y no linealidad

liderazgo científico de las principales universidades como Harvard, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de California en Berkeley, el Instituto de Tecnología de California, y la Universidad de Chicago (Stewart, 1899). En 1945 Bush publica en el *Atlantic Monthly* de Boston el clásico artículo *As we may think* donde plantea la necesidad de abordar el estudio de la información desde una perspectiva más amplia y científica con una fundamentación teórica y epistémica acorde con la nueva realidad (Zachary, 1999).

En este período también se empezaron a aplicar las tecnologías de la computación para facilitar la búsqueda de información de la mano de nuevos procesos que facilitarían la clasificación documental como los tesauros y las indizaciones. Otro concepto propuesto por el matemático norteamericano Calvin Mooers en el año 1950 para la optimización de la información documental fue el de *recuperación de la información* que incluye fundamentos teóricos de la información, sistemas, procesos y procedimientos de búsqueda. (Stewart, 1948), (Hahn & Buckland, 1998).

La URSS también crea una red de organismos de información que comprende ramas de la industria e instituciones científicas para la transferencia de la información. Hacia la mitad del siglo XX se crea el Instituto Nacional de Información Científica y Técnica organismo para seleccionar, procesar, almacenar y difundir la información. Surge la informática como una nueva disciplina que investiga científicamente los procesos y métodos del manejo de la información en sus diferentes aspectos como búsqueda, recolección, procesamiento, fuentes, automatización, herramientas, almacenamiento, y recuperación (Villoria, 1989), (Castells, 2004).

Sin embargo, las condiciones políticas, económicas y culturales surgidas con la desaparición de la URSS hacia 1991 provocan una serie de cambios estructurales y organizacionales que generan un colapso del sistema de información y sus procesos de investigación declinan en este campo (Banco Mundial & OECD, 1991).

Un quinto referente, transversal a todo el siglo XX, es el relacionado con nuevas concepciones que cuestionan las bases matemáticas y físicas tradicionales sobre la realidad del universo. Vale la pena resaltar que hasta ese momento la física clásica había sido el principal referente para entender el mundo. Por lo tanto, las nuevas visiones

físico-matemáticas abrirían el camino hacia nuevas fundamentaciones epistemológicas. Es este sentido se replantea la física newtoniana y aparecen las teorías de la relatividad de Einstein, la mecánica cuántica de Plank, la incertidumbre de Heisseberg, el principio de complementariedad de Bohr, las relaciones del mundo subatómico de Schorodinger, el principio de exclusión de Pauli, la indecibilidad de Guedel, las estructuras disipativas de Prigogyne, entre otras, que van a permitir a futuro tener nuevas comprensiones de la información (Cruz, 2013).

A manera de síntesis

Los cambios socioculturales, económicos, políticos, tecnológicos y científicos en los diferentes períodos de la historia de la ciencia han permitido la evolución en la comprensión y manejo de la información. El avance ha sido significativo e incluye una extensa lista: bibliotecas tradicionales, bibliotecas especializadas, revistas científicas, bibliografía, microscopía, documentación y sus nuevos formatos, propuestas de manejo científico y tecnológico como las de Bush, aplicación de tecnologías de la computación, clasificación documental a través de tesauros e indizaciones y procesos de recuperación de la información como los propuestos por Mooers. Todo lo anterior fue el marco para la creación de la Ciencia de la Información en el año 1962 en los Estados Unidos.

Ciencia de la Información

El desarrollo de la Ciencia de la Información se da en medio de una realidad cambiante influida sociocultural, política y económicamente por varios momentos que, a modo de introducción, sirven de referentes para comprender posteriormente las orientaciones epistemológicas.

Un primer momento, relativamente corto (una década), se lleva a cabo en línea con los avances técnico científicos y militares iniciados en la guerra fría hasta la crisis del petróleo en el año 1973, período caracterizado por una seria recesión económica, inflación, pérdidas masivas de empleo, crisis fiscal, gran afectación de la economía global y disminución del bienestar social.

Un segundo momento ocurre en la década de los 80 como respuesta a la crisis del petróleo con el surgimiento del Neoliberalismo liderado por EEUU, nuevo centro de poder de la economía mundial, que busca potenciar el mercado global, propiciando el freno del gasto público, la privatización y la carrera armamentista. Se potencian e innovan las telecomunicaciones, la microelectrónica, el desarrollo de software, las TIC y especialmente la información como eje y fuente de la economía mundial.

Un tercer momento se da en la década de los 90 caracterizado por la caída del muro de Berlín, la disolución de la Unión Soviética y la globalización. En este período hay un avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología, la sociedad de la información y el conocimiento.

Finalmente, el cuarto momento es el inicio del siglo XXI caracterizado por la revolución digital y telemática, la multiculturalidad, la globalización, la inter/transdisciplinariedad, el pluralismo, la conectividad y la Integración de lo Nano-Cogno-Tecno-info. A continuación se revisarán los referentes más relevantes del desarrollo de la Ciencia de la Información en los momentos anotados.

La Ciencia de la Información nace bajo el marco de las conferencias realizadas en el Instituto Tecnológico de Georgia en 1961 y 1962 realizadas por científicos, ingenieros y bibliotecólogos con el fin de darle a la información el estatus de ciencia pura y aplicada para responder a los nuevos retos y necesidades del siglo XX. Es decir, se hace referencia por primera vez a la necesidad de tomar la información como objeto de estudio a través de la investigación científica con una fundamentación teórica, epistemológica y metodológica (Lilley&Trice, 1989), (Taylor, 1966), (Hahn,& Buckland, 1998).

Como objeto de estudio, la información requiere que se conozcan sus propiedades, su comportamiento, las fuerzas que rigen su flujo, la forma óptima de acceder a ella y la mejor forma de procesarla para aprovecharla eficientemente (Borko, 1968). Sin embargo, por sus características, la información no puede estudiarse desde una sola perspectiva sino que requiere la interacción de la bibliotecología con diferentes disciplinas como Matemática, Lógica, Lingüística, Sociología, Tecnología de la computación, Investigación operacional, Artes gráficas y Comunicación (Lilley&Trice,

1989), (Borko, 1968), (Hahn & Buckland, 1998), (Foskett, 1980). Es decir, por su complejidad la información requiere ser abordada desde la interdisciplinariedad.

Los fundamentos teóricos iniciales para su estudio como ciencia fueron la teoría matemática de la comunicación (Shannon, 1948) y la Cybernetica (Wiener, 1948). Esta fundamentación plantea la información como una señal codificada de un sujeto emisor que transmite un mensaje a un receptor que la decodifica. Es decir, linealmente. La fundamentación le permite a la información jugar un papel relevante en los diferentes sistemas de comunicación y por ende sirve de base a otras disciplinas como la lingüística, la sociología y la comunicación, entre otras. En este sentido (Ottens & Debons, 1970) consideran que la Ciencia de la Información tiene una connotación de metaciencia al abordar el fenómeno general de la información.

Desde el punto de vista epistemológico y metodológico la Ciencia de la Información nace en el contexto epistemológico de las ciencias naturales y empíricas como el positivismo, el neopositivismo y el pragmatismo. El sujeto investiga un objeto de estudio externo al investigador que puede ser organizado, clasificado, difundido y recuperado. Un objeto de estudio, mensurable y objetivo que puede ser abordado por el método científico con rigor matemático y estadístico. Se considera que el estudio científico de la información debe basarse en modelos físico-matemáticos (Lilley & Trice, 1989), (Hahn & Buckland, 1998).

Con este enfoque epistemológico se lograron investigaciones relevantes que han permitido optimizar los procesos de información. Uno de estos es el Proyecto Cranfield y sus estudios realizados en el *Cranfield Institute of Technology* entre 1957 y 1966 los cuales generaron la base metodológica para optimizar el proceso de *recuperación de la información* planteado inicialmente por Mooers (Lilley & Trice, 1989).

En los estudios se pudo comparar la efectividad de cuatro sistemas de indización con el grado de exhaustividad: un índice coordinado de unitérminos (82%), un catálogo alfabético de materias basado en una lista de encabezamientos (81,5%), una clasificación decimal (75,6%) un sistema de clasificación facetada que descompone los campos o disciplinas científicas según distintos puntos de vista o facetas (73,8%). Lo anterior permitió mejorar los sistemas y procesos de indización con el empleo de lenguajes de búsqueda, la clasificación de relevancia documental y la aplicación de fórmulas para encontrar parámetros de exhaustividad y precisión (Lilley & Trice, 1989).

No obstante los avances científicos desarrollados hasta ese momento, la forma en que se concibe la información hace que el sujeto no sea parte del objeto de estudio y se diseñen servicios para usuarios en general sin tener en cuenta sus dimensiones cognitivas, sociales y culturales (Curras, 1996), (Kent & Lancour, 1972).

Sin embargo, la ciencia no es estática y en la medida que se construye nuevo conocimiento científico se entiende mejor la relación sujeto investigador-objeto de estudio. El profundizar en la comprensión de esta relación epistemológica posibilita la innovación metodológica para producir nuevo conocimiento.

La relación epistemológica “sujeto-objeto” en la Ciencia de la Información se empieza a entender mejor a partir de un mayor conocimiento del sujeto. Después de la mitad del siglo XX la información como objeto de estudio hace parte de un sujeto que la transforma y la adecua a sus necesidades. El sujeto procesa la información a través de operaciones mentales como atención, memoria, lenguaje, percepción, análisis, síntesis, representaciones y razonamiento lógico. Funciones cognitivas que deben ser estudiadas como parte de la Ciencia de la Información.

Estos mecanismos y operaciones mentales también deben ser abordados por las Ciencias Cognitivas interdisciplinariamente. Diversas áreas del conocimiento como filosofía, psicología, lingüística, neurociencias, neurofisiología, ciencias de la computación, informática y microelectrónica son necesarias para entender mejor la cognición (Alcaraz & Gumá, 2001).

Dentro de esta nueva visión Brookes, (1980) construye un nuevo marco teórico de la Ciencia de la Información desde lo cognitivo al mostrar que la información hace parte de la estructura cognitiva. No es algo externo al sujeto. El individuo construye conocimiento a partir del procesamiento de la información que obtiene de la interacción con la realidad. De esta manera la información se va integrando al concepto de comunicación y al concepto de conocimiento. Para demostrar lo anterior propone la *Ecuación Cognitiva de la Ciencia de la Información*. En ella plantea que una estructura de conocimiento previa puede transformarse en una estructura de conocimiento modificada por efecto de la información.

Brooks relaciona su visión cognitiva de la información con el racionalismo crítico, específicamente con el problema de los tres mundos de Popper⁴ “mundo 1 los objetos materiales, mundo 2 la mente y mundo 3 documento” (Martínez 2005). Para Brooks la Ciencia de la Información es la relación entre el mundo dos y tres de Popper. Los datos de un texto (mundo 3 de Popper) son solo información potencial que debe sufrir un procesamiento.

La información por lo tanto, es el resultado de la transformación de los datos por la cognición del sujeto. La estructura cognitiva se afecta dependiendo del estado previo de la misma y de la nueva información recibida. Es decir, La información se convierte en conocimiento cuando modifica la estructura cognitiva del sujeto. Por eso solo con la participación del receptor los sistemas de datos se convierten en información (Ingwersen, 1999).

El avance en el conocimiento cognitivo permite el surgimiento de corrientes constructivistas que tienen un enfoque diferente acerca del manejo de la información al enfoque conductista de la primera mitad del siglo XX. Para Ausubel, Novak & Hanesian, (1983), Piaget, (1896-1980) y Piaget, (1990), la información que se obtiene por interacción con el medio, a través de lenguaje, textos, sonidos, imágenes, etc, se procesa sobre estructuras previas del sujeto y sobre estas se construyen nuevos esquemas cognitivos.

Mientras se capta información se organizan simultáneamente nuevas estructuras. Las estructuras cognitivas seleccionan, categorizan, codifican, conceptualizan y evalúan la información que el sujeto recibe del medio. Son formadas por esquemas que representan la realidad interna y externa al sujeto. Le permiten tener una concordancia entre las dos realidades para funcionar en el mundo y adaptarse permanentemente a los cambios.

Dependiendo de la forma como se obtenga y procese la información se construirán las nuevas estructuras. En otras palabras el aprendizaje, la construcción de conocimiento y la transferencia del mismo dependen de un adecuado manejo de la información.

Según Belkin, (1978) información y cognición son indisolubles. Para mostrar la relación propuso un modelo cognitivo de recuperación de información centrado en el individuo y sus variaciones. Este modelo define un conjunto de interacciones que se producen entre el usuario y el sistema durante la consulta para conceptualizar, etiquetar y

⁴ Doctrina descrita por el filósofo austriaco Karl Popper para comprender la realidad a través de la interacción de 3 mundos. Mundo 1 de los objetos, mundo 2 de los procesos mentales conscientes o inconscientes y el mundo 3 conocimiento objetivo, donde se analiza los procesos mentales del mundo 2 por ejemplo teorías científicas.

transcribir la necesidad de información. Según el autor la información relaciona el conocimiento del generador con los posibles efectos sobre el receptor en un contexto social de forma generalizable y predecible. Por eso propone encontrar razones universales sobre la noción de información a través de modelos. Curras, (1992) también considera que el procesamiento de la información en el cerebro hace parte de un proceso sistémico, dialéctico e interactivo.

El proceso de recuperación de información es muy complejo. La necesidad informativa parte de una carencia de las estructuras cognitivas. A partir de dichas necesidades el sujeto realiza una búsqueda con el fin de darle uso significativo a la información (Ellis, 1992), (Ingwersen, 1999). Sin embargo, el proceso no es tan simple porque la interactividad se genera entre usuarios que tienen diferentes niveles cognitivos y necesidades y una serie de elementos del proceso como autores, indizadores, bases de datos, procesos, técnicas, artefactos y contexto con la generación de patrones sistémicos impredecibles en muchas ocasiones.

En términos de Khun, (1971) los paradigmas dominantes de las últimas décadas del siglo XX en Ciencias Sociales entran en crisis al no poder resolver problemas de forma efectiva con los enfoques epistemológicos de la ciencia normal (Denzin & Lincoln, 1994). Toman fuerza enfoques sistémicos (Bertalanffy, 1976) y hay una apertura hacia otras comprensiones de la realidad social. Dentro de este contexto el estudio de la información también concibe al usuario dentro de una relación más sistémica, dinámica y social.

Además de las corrientes de tipo positivista y racionalista (positivismo lógico o neopositivismo, pragmatismo y racionalismo crítico) toman fuerza corrientes epistemológicas de tipo cualitativo que buscan comprender los fenómenos y entienden la relación sujeto – objeto de otra manera. Es esta nueva visión el objeto de estudio no es externo o separable del sujeto. Se cambia la búsqueda de objetividad de los paradigmas positivistas por el interés en la intersubjetividad.

Aparecen movimientos epistemológicos como la hermenéutica con representantes como Dilthey, primero en proponer las Ciencias del Espíritu, Rickert, Weber, Croce, Windelband, Geertz y Schutz que buscan comprender o interpretar el significado de los actos humanos y los hechos sociales (Mardonez, 1991), (Briones, 2006).

Otra corriente que surge es la fenomenología de Husserl que busca llegar a las *esencias* y a una *lógica pura* mas allá de toda experiencia a través de purificar el fenómeno para retener su esencia (reducción eidética) y poner entre paréntesis (reducción fenomenológica) las imágenes y actitudes que se tienen del mundo y del mismo sujeto con sus valoraciones y componentes psíquicos hasta llegar a la conciencia pura y entrar en el campo de la verdadera ciencia (Briones, 2006).

Otro movimiento que surgió fue la escuela de Francfort con la teoría crítica cuyo interés era una sociedad humana y justa. Su intencionalidad por lo tanto, era la crítica y la emancipación. Integra la hermenéutica con métodos explicativos. Esta corriente se inicia con Horkheimer, Marcuse, From, Adornó y más tarde con Habermas y Apel (Mardonez, 1991).

Para Silverman, (1993) los métodos cualitativos van acompañados de un cambio de sensibilidad en la investigación en diferentes dimensiones: la dimensión histórica, la cultural, la política y la contextual.

Esta explosión de corrientes epistemológicas de tipo interpretativo va a permitir comprender la información desde el significado que tiene para el sujeto en un contexto específico. Se tiene en cuenta la implicación social y cultural de la información (Capurro, 2003).

Para Bates, (1999) la Ciencia de la Información estudia bajo este enfoque el mundo de la información registrada y producida por la acción humana. Se vincula por lo tanto, la Ciencia de la Información a las Ciencias Sociales integrando lo humano, lo social, lo histórico y lo institucional de acuerdo a necesidades y contextos específicos, (Vickery, 1987), (Belkin, 1978), (Saracevic, 1992), (Frohmann, 1999).

En un intento por integrar lo cognitivo con lo social Hjórland, (2002) propone un paradigma socio-cognitivo denominado *análisis de dominio*. En este enfoque el estudio de los campos cognitivos está en relación directa con las comunidades discursivas. El análisis de dominio como estrategia organiza y representa el conocimiento mediante la interpretación de un conjunto de relaciones significativas. Aplica a comunidades virtuales del ciberespacio y tiene en cuenta las relaciones entre discursos y perspectivas,

áreas de conocimiento y documentos o puntos de acceso de comunidades de usuarios (dominios).

A pesar de que la Ciencia de la Información hasta final del siglo XX se ha fundamentado diferentes enfoques epistemológicos de tipo explicativo e interpretativo y ha evolucionado de lo sistémico a lo cognitivo y sociocultural, hay escasa fundamentación teórica (Pinheiro, 1996). Lo anterior dificulta la construcción de nuevos conceptos (Hjørland, 2002).

Otro elemento a tener en cuenta es que desde su nacimiento la Ciencia de la Información se consideró, en teoría, de naturaleza interdisciplinar, sin embargo, en la práctica investigativa no lo ha sido. Al respecto autores como Pinheiro, (1997) y Saracevic, (1992) consideran que no existen suficientes estudios empíricos que fundamenten el manejo interdisciplinario.

A modo de conclusión

La complejidad del objeto de estudio en la Ciencia de la Información, la falta de estructuras cognitivas para identificar dinámicas complejas y la naturaleza interdisciplinar de la información dificultan su abordaje epistemológico. Por lo tanto, para realizar investigación básica y aplicada en Ciencia de la Información se requiere tener *claridad y pertinencia* en los enfoques epistemológicos.

Orientación Epistemología de la Ciencia de la Información desde los Sistemas Complejos con énfasis en la Transdisciplinariedad

SCED-ISTEC: Epistemología y Gestión del Conocimiento.

El siglo XXI presenta grandes retos para la Ciencia de la Información y su orientación epistemológica. Se requiere replantear las concepciones de la información como objeto de estudio y del sujeto investigador a la luz de las nuevas dinámicas de la realidad.

De acuerdo al contexto anotado se presenta a continuación una fundamentación epistemológica de la Ciencia de la Información en el marco de lo que se viene trabajando en el SCED-ISTEC. Para comprender el enfoque y la intencionalidad en

primer lugar se realiza, de manera muy sucinta, una contextualización del ISTECS y dos de sus líneas de trabajo que tienen relación con el manejo de Información a saber: LibLink e Investigación y Desarrollo I&D. En segundo lugar, con base en la tesis planteada, se explica la fundamentación epistemológica propuesta desde los Sistemas Complejos tomando como referentes la realidad, el sujeto investigador y el objeto de estudio. Finalmente se presentan las conclusiones.

El Ibero-American Science & Technology Education Consortium ISTECS, fundado en los Estados Unidos, desde hace 25 años promueve procesos interdisciplinarios de investigación y transferencia en Ciencia, Tecnología e Información. Para realizar su misión cuenta con iniciativas como LibLink (library linkages), Investigación y Desarrollo I&D, Salud, y Educación avanzada ACE, entre otras. <http://www.istec.org/>

La iniciativa LibLink ha venido trabajando en el desarrollo de la información a través de diversas estrategias, proyectos y acciones. Se han generado servicios bibliográficos e innovación tecnológica para el manejo de la información a través de Portal LibLink, Metabuscador ISTECS, Reflink (facilita la información interdisciplinaria), OPAC (apoya la difusión de la producción científica y académica) validador de repositorios, ranking de repositorios ISTECS, repositorios de datos de investigación, recursos educativos abiertos OERs, repositorios de objetos educativos y formación de recursos humanos en el aula Celsus.

Para favorecer el trabajo interdisciplinario se han generado estrategias de interacción con otras iniciativas como el "*Knowledge creation/Transfer through professional development and curriculum innovation*" que integra la iniciativa de educación avanzada ACE y Liblink en la preparación de los cursos y "*information exchange and Knowledge Communities*" la cual integra a R&D e ISTECS-Salud a través de a través de la localización de contenidos e integración, etc en la que Liblink colabora a través del Metabuscador ISTECS, el OPAC-ISTECS y principalmente la red global de cooperantes.

<http://www.istec.org/initiatives/liblink/>

La iniciativa de Investigación y Desarrollo I&D Promueve la investigación de punta en Ciencia y Tecnología, el desarrollo de laboratorios de I+D y la transferencia de conocimiento para responder a los retos del siglo XXI. Integra industria, universidad y centros de investigación para generar desarrollo local, regional y global con impacto

social. Facilita la colaboración, la innovación y la resolución de problemas a través de la Red Ibero-Americana Transdisciplinaria de Investigación en Sistemas Complejos que abarca áreas de Educación, Robótica, Nanotecnología, Energía, Salud, Bioingeniería y Cyber Physical Systems. Esta red es liderada por Complex Systems & Education SCED <http://www.istec.org/initiatives/rd/>

El Complex Systems & Education SCED fomenta y lidera proyectos de investigación conjunta en Ibero-América con el propósito de fundamentar científicamente la educación del siglo XXI, integrando diferentes áreas del conocimiento científico y tecnológico como la ingeniería, la nanotecnología, las neurociencias, la biomedicina, la computación bioinspirada, la vida artificial y la simulación, entre otras, mediante un enfoque transdisciplinar, ético y humanístico basado epistemológicamente en el paradigma emergente de los sistemas complejos. <http://www.istec.org/initiatives/istec-innovate/sced/>.

El trabajo en el SCED se inicia construyendo la fundamentación teórica sobre una orientación epistemológica que responda a sus necesidades, en este caso los *Sistemas Complejos*. Sobre esta base se vienen desarrollando actividades investigativas en diferentes líneas. Los proyectos se han venido trabajando a nivel local, regional e internacional con diversas instituciones académicas y de investigación como el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica INAOE de México, el Centro de investigación Desarrollo Innovación Asesoría y Capacitación en Ciencia y Tecnología CIDIACCTEC y Las Facultades de Salud e Ingeniería de la Universidad del Sur de la Florida USF, entre otras.

El trabajo realizado ha sido inter/transdisciplinario con investigaciones en diversas áreas del conocimiento como redes neuronales artificiales, robótica humanoide, computación neurobiológica, modelos teóricos, aprendizaje y cognición, reestructuración curricular, laboratorio Interdisciplinarios de Innovación en Ciencia y Tecnología, etc. El reto del SCED desde su inicio ha sido investigar sobre orientaciones epistemológicas que respondan a la complejidad de los problemas, al trabajo inter y transdisciplinario y a los procesos de investigación y transferencia de conocimiento de I&D del ISTECS. En el contexto planteado la Ciencia de la Información juega un papel relevante y transversal.

Ciencia de la Información, Sistemas Complejos y Transdisciplinariedad

La sociedad de la información y el conocimiento demanda procesos de gestión y transferencia de conocimiento adecuados a la complejidad de los diferentes contextos. Para lograrlo, además de realizar investigación básica y aplicada en Ciencia y Tecnología es necesario investigar la “información misma como objeto de estudio”, es decir, como ciencia. Teniendo en cuenta que la información es transversal a las diferentes disciplinas su abordaje debe ser inter/transdisciplinar. Así mismo, la orientación epistemológica que fundamente su estudio debe ser consecuente con su complejidad.

La fundamentación teórica de la Ciencia de la Información ha sido escasa. No ha ido de la mano con la producción científica y tecnológica. Esta brecha se puede aumentar mucho más si no se tienen orientaciones epistemológicas adecuadas para los nuevos escenarios cambiantes del siglo XXI.

La tesis planteada en el presente trabajo es que las orientaciones epistemológicas de tipo sistémico, cognitivo y social formuladas en el desarrollo de la Ciencia de la Información no han sido efectivas porque no han tenido en cuenta la complejidad del sujeto y del objeto de estudio. Por lo tanto, para responder a las necesidades y retos del nuevo milenio es necesario realizar investigaciones en Ciencia de la Información que tengan en cuenta en dicha complejidad.

El marco epistemológico propuesto para orientar la forma de producir conocimiento en la Ciencia de la Información concibe la información como parte de un sistema complejo. Esta visión va más allá de la discusión histórica sobre la conveniencia de la separación sujeto-objeto y de las posiciones sistémicas, cognitivas o sociales. Dichas posturas reduccionistas son precisamente las que no dejan ver nuevos aspectos de la realidad.

La nueva realidad y sus implicaciones en la gestión de la información

Las dinámicas de la realidad contemporánea son cambiantes y complejas caracterizadas por el desarrollo acelerado de la ciencia, la tecnología y la información. La revolución

digital y telemática, la multiculturalidad, la globalización, el pluralismo, la interactividad y la conectividad son los nuevos referentes. De otro lado, el avance en el conocimiento de los procesos cognitivos desde disciplinas biológicas (neurociencias cognitivas, genética, etc.) y artificiales (redes neuronales, inteligencia artificial, vida artificial, robótica, etc.) permiten tener una nueva visión del sujeto y su relación con el mundo. Un sujeto integrado socioculturalmente por la relación Nano-Cogno-Tecno-Info. Todo lo anterior mediado por la información.

Ante el nuevo contexto multicultural, informacional, digital y tecnológico mediado por el ciberespacio y la conectividad virtual surge una nueva generación de usuarios: los nativos digitales multitasking que se relacionan con la sociedad a través de otras mediaciones culturales y lingüísticas. Se conectan globalmente a través de la inmediatez y la interactividad permanente. Son ciudadanos planetarios con nuevas estructuras cognitivas y códigos éticos, morales y culturales diferentes. Es decir, tienen otras formas de relacionarse con la información y el aprendizaje.

Cambia por lo tanto, la forma tradicional del manejo del usuario. Se pasa de esquemas rígidos y poco funcionales de bibliotecas que no tienen en cuenta las necesidades (cognitivas, físicas y emocionales) del usuario a centros interactivos de gestión y transferencia de conocimiento que facilitan la transdisciplinariedad y la potenciación de las facultades del usuario. Se evoluciona de la infraestructura física a las unidades de información en el ciberespacio.

Los nuevos centros de gestión de la información requieren una transformación de los procesos de generación, preservación, circulación, transmisión y recuperación de la información. Los lenguajes y formatos de documentación deben ser mediados por las tecnologías de la información y la comunicación del siglo XXI a saber: Nano-Tecno-Info-Cogno.

Un elemento articulador del proceso es la mediación pedagógica. Esta no solo facilita el aprendizaje y la transferencia de conocimiento sino la humanización de la cultura digital y tecnológica. Por lo tanto, se debe potenciar la Alfabetización Informacional ALFIN en los diferentes niveles para optimizar todo el sistema. Sin embargo, es importante resaltar que los procesos de enseñanza aprendizaje deben fundamentarse en modelos

pedagógicos innovadores coherentes con los marcos teóricos, conceptuales y epistemológicos de la Ciencia de la Información.

El Sistema Complejo de Información

La información hace parte de un sistema complejo constituido por muchas partes (autores, documentos, lenguajes, mediaciones culturales, formatos documentales, estrategias pedagógicas, bases de datos, indizadores, técnicas, procesos, usuarios, equipos de trabajo, recursos tecnológicos y contexto) que interactúan para producir un comportamiento global que no puede ser fácilmente explicado en términos de los elementos constitutivos individuales.

Este sistema hace parte de otros sistemas más amplios y a su vez operan y se manifiestan en subniveles. A nivel macro y micro los subsistemas tienen varios tipos de comportamientos: comportamientos propios del nivel y comportamientos resultantes de la interacción entre niveles. Es decir, aunque los sistemas y subsistemas son autónomos están interconectados y acciones locales mínimas pueden generar afectaciones globales.

De acuerdo al nivel y contexto de operación los sistemas complejos de información dinamizan procesos genéticos, informacionales, cognitivos, bioquímicos, mecánicos, tecnológicos, energéticos y entrópicos dentro de una termodinámica de no equilibrio y en permanente construcción (Shneider & Sagan, 2005). Unos de los sistemas que han permitido comprender la complejidad de dichas dinámicas, debido a los grandes flujos de información que procesan, son los sistemas biológicos como el Sistema Nervioso Central o el Inmunológico entre muchos otros.

La complejidad del sistema no está determinada solo por el número de partes que tiene el mismo, ni por el número de interacciones, sino por las propiedades dinámicas que se generan en determinados momentos como resultado de las acciones e interacciones. Dichos comportamientos se pueden manifestar como auto-organización, adaptación, circularidad de causa-efecto, rupturas espontáneas, retro-alimentación y patrones emergentes, etc. Situaciones aparentemente ordenadas y controladas pueden pasar fácilmente al desorden y del desorden volver a reorganizarse dependiendo de muchos factores (Cruz, 2011b).

El desconocimiento de la complejidad del sistema y su inadecuado abordaje hace que, en muchas ocasiones, los resultados en diversos sistemas, procesos, procedimientos o actividades no se den como se esperaban o sencillamente no se puedan manejar. Por lo tanto, el desconocimiento de las dinámicas hace que no se aprovechen adecuadamente. La historia de la ciencia, revisada en apartados anteriores, es un testimonio de ello. En la medida que haya mejores formas de observación de los fenómenos cambia la percepción de los mismos y mejora su aplicación en la solución de problemas. Lo anterior tiene repercusiones en el desarrollo de la tecnología.

Sujeto/s investigador/es -transdisciplinariedad

El rol del investigador en el contexto planteado es fundamental, máxime cuando se requieren equipos de diferentes disciplinas para abordar problemas de información. El/los sujetos investigadores deben tener estructuras cognitivas, individuales y colectivas, que les permitan identificar señales, reconocer patrones, detectar distorsiones, y dinámicas cambiantes de linealidad de los fenómenos (orden-desorden-orden). Es decir, deben saber *identificar la complejidad del objeto de estudio* (Cruz, Moreno, García, 2013).

Es importante resaltar que las estructuras cognitivas hacen referencia a procesos psicológicos, emocionales y neurobiológicos que influyen en la construcción y deconstrucción de esquemas mentales. Se incluyen por lo tanto procesos de inteligencia emocional y social.

A nivel individual se requiere que el investigador realice una lectura permanente de las diferentes realidades que hacen parte del proceso de investigación como el objeto de estudio, el contexto y las concepciones (teóricas y epistemológicas) de los integrantes del equipo.

Sin embargo, para realizar lecturas de la realidad se requieren nuevas estructuras cognitivas que dinamicen redes neurobiológicas en diferentes niveles de complejidad a partir de lógicas lineales y no lineales. La creación de nuevas estructuras se trabaja en el

SCED-ISTEC a través de procesos de Computación Neurobiológica CNB⁵ basados en la complejidad de los procesos cognitivos.

Se deben optimizar operaciones mentales lineales y no lineales (análisis, síntesis, conceptualización, codificación, deducción, inducción, abstracción, abducción, circularidad, decodificación, disrupción, divergencia, pensamiento lateral, circular, relacional y de conjunto, entre otros). La creación de nuevas estructuras neurocognitivas permite interpretar la complejidad de la realidad y resolver problemas complejos de forma simple (Cruz & Moreno, 2012).

A nivel del equipo investigador también se deben realizar construcciones y deconstrucciones colectivas de esquemas cognitivos del mismo equipo de trabajo para entender su propia dinámica y la del objeto de estudio. Es necesario realizar reflexiones individuales y colectivas acerca de las relaciones, rupturas, interdependencia y conexiones recíprocas de las disciplinas para descubrir estructuras y patrones.

El equipo investigador debe tener una comprensión teórica común de los fundamentos teóricos y epistemológicos de los sistemas complejos, además de claridad epistemológica de los métodos explicativos e interpretativos.

Para abordar la complejidad de la información los sujetos deben construir campos unificados de conocimiento más allá de la suma de las disciplinas. En otras palabras, a partir del conocimiento de las diferentes disciplinas (multi-disciplinariedad, del lat. *multi*), se crean interacciones entre ellas (inter-disciplinariedad, del lat. *inter*) que traspasan las disciplinas individuales (trans-disciplinar, del lat. *trans*) para generar un conocimiento nuevo. Las interacciones disciplinares dinamizan procesos complejos (rupturas, circularidad y autoorganización, entre otros) que permiten la emergencia de patrones de conocimiento que son posibles soluciones al problema de investigación.

Objeto de estudio y aproximación metodológica

La información es cambiante, dinámica, multinivel y disruptiva, es decir, compleja.

⁵La Computación Neurobiológica CNB es un modelo creado por el autor para crear estructuras cognitivas que permitan identificar y resolver problemas complejos. Está fundamentado en las Ciencias de la Complejidad e integra lógicas clásicas y no clásicas, conceptos de matemática compleja, computación artificial, heurísticas, metaheurísticas y neurociencias cognitivas.

Todos los sistemas están interconectados por información, no hay sistemas aislados (decoherencia cuántica). No obstante, la información no es continua, no tiene estructuras fijas, sufre entropía y de forma análoga a la energía presenta saltos, discontinuidades y entrelazamientos.

Como fenómeno disruptivo toma diversas formas y comportamientos en el usuario o en el resto del sistema por lo tanto, su abordaje se debe dar en la misma línea con estrategias dinámicas y cambiantes.

Para aproximarse al objeto de estudio no hay que seguir esquemas rígidos lo importante es la lectura y adaptación a las dinámicas cambiantes. Hay patrones de la realidad informacional que son lineales y otros no, lo importante es poder identificar los patrones iniciales y los que emergen en un momento dado. En este sentido dependiendo del problema y el contexto hay momentos que se requieren aproximaciones causales, explicativas o deductivas y en otros momentos se requieren aproximaciones interpretativas o inductivas.

Con base en lo anterior, además de métodos científicos rigurosos y sistemáticos de investigación cuantitativa y cualitativa, el abordaje del objeto de estudio en la Ciencia de la Información se debe realizar con apoyo de la ciencia y la tecnología de punta para abordar la complejidad como las Ciencias de la Complejidad, heurísticas, metaheurísticas de trayectoria y poblacionales y procesos de modelamiento y simulación (Cruz, 2011c). Sin olvidar que lo importante es profundizar en las dinámicas del sistema.

Entender la epistemología de la Ciencia de la Información desde los Sistemas Complejos permite realizar investigación básica y aplicada que optimice la generación, búsqueda, almacenamiento, clasificación, difusión y recuperación de la información teniendo en cuenta los diferentes niveles y contextos.

Conclusiones

Hay una brecha entre el conocimiento en Ciencia y Tecnología y el conocimiento desarrollado en Ciencia de la información.

La investigación inter/transdisciplinar en Ciencia de la Información requiere fundamentos epistemológicos coherentes con la complejidad del objeto de estudio. Lo cual implica realizar cambios importantes en todo el proceso

La orientación epistemológica en Ciencia de la Información esta mediada por la relación sujeto-objeto de estudio en contextos, niveles y dinámicas cambiantes

La investigación en Ciencia de la Información varía dependiendo del conocimiento que se tenga del sujeto, el objeto de estudio y del problema a investigar. Puede requerir estrategias lineales y no lineales. Se apoya en la ciencia de punta como las Ciencias de la Complejidad, heurísticas, metaheurísticas de trayectoria y poblacionales, y modelamiento y simulación apoyadas con tecnología de vanguardia.

La complejidad no se determina por el número de partes que tiene el sistema, ni por el número de interacciones, (eso sería sistémico) sino por las propiedades dinámicas que se generan como auto-organización, adaptación, circularidad de causa-efecto, rupturas espontáneas, retro-alimentación y patrones emergentes, entre otros

La transdisciplinariedad en la Ciencia de la Información requiere nuevas dinámicas de planeación, gestión y seguimiento en los equipos de investigación

Para responder a las necesidades y retos del siglo XXI es necesario que la investigación en Ciencia de la Información tenga una orientación epistemológica que tenga en cuenta la complejidad del sujeto y del objeto de estudio.

Agradecimientos

El autor agradece el apoyo del Ibero-American Science and Technology Education Consortium ISTEAC, University of South Florida USF - College of Engineering y al Dr Wilfrido Moreno Ph.D., P.E Director Research & Development R&D ISTEAC – USF.

Bibliografía

Aguayo, J. (1968). *La guerra fría*, Editorial Jurídica de Chile.

Alcaraz, R & Gumá. (2001). *Texto de Neurociencias Cognitivas*. México: Editorial el Manual Moderno.

Ausubel, D. Novak J, Hanesian, H, David, P.(1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo 2a. ed* Editorial trillas

Beltran, R. (1995). *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*. Editorial SIGLO XXI.

Belkin, N.(1978). *Information Science and the Phenomena of Information*. Journal of the American Society for Information Science 27: 197-204.

Bertalanffy, L.(1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de cultura económica.

Briones, G. (2006). *Epistemología y teoría de las ciencias sociales y de la educación*. 2 edición. México. Trillas

Borko, H.(1968). *Information Science. What is it?*. American Documentation.19(1): 3-5.

Brooks, B.(1980).*The foundations of Information Science*. Part I. Philosophical aspects. Journal of Information Science: principles and practice: 125-133.

Capurro, R. (2003). *Epistemología y Ciencia de la Información*. Retrieved 26 septiembre, 2014 from <http://www.capurro.de/enancib.htm>.

Cazadero, M. (2009). *Las revoluciones industriales*. Fondo de cultura económica

Curras, E. (1996). *Tratado sobre ciencia de la información*, Rosario Argentina National University.

Curras, E. (1982). *Las Ciencias de la Documentación; Bibliotecología, Archivología, Documentación, e información*. Barcelona Ed Mitre.

Currás, E.(1992), *Information Science – Information as a Dialectic Interactive System Cognitive Paradigms in Knowledge Organization*, Sarada Ranganathan Endowment for Library Science, 419-431;

Cruz, L. (2011a). *Educación del siglo XXI y sistemas complejos*. Memorias Simposio Internacional sobre la Calidad de la docencia de la Educación Superior. Universidad El Bosque. 1ed. ISSN 2346-1241

Cruz, L. (2011b)“*Complex Systems as a Basis for Education and Pedagogy in the 21st Century*”. págs. 89-103 en Ebook XVIII Ibero-American Science and Technology Education Consortium General Assembly. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15948>. Ed SEDICI UNP

Cruz, L. (2011c). *Modelamiento y Simulación Educativa como Base del Desarrollo del Desarrollo Sostenible*. IV simposio Bienal Internacional “Complejidad 2011 por un desarrollo sostenible. Educación, complejidad, Interdisciplinariedad, Transdisciplinariedad, Universidad de Camaguey, Cuba. En <http://www.istec.org/initiatives/istec-innovate/sced/>.

Cruz, L. Moreno, W. Garcia, D. (2013). *A Model to Pedagogically Support Teaching & Learning Scenarios For Engineering Innovation from a Complexity Sciences Perspective* . 3World Engineering Education Forum - WEEF 2013. <http://www.istec.org/initiatives/istec-innovate/sced/>.

Cruz, L. Moreno, W. (2012). *Curricular Development for Engineering Education to meet the challenges of the XXI Century from a Complexity Perspective*”.

edutece - editorial de la Universidad Tecnológica Nacional Impreso Buenos Aires Argentina. <http://www.istec.org/initiatives/istec-innovate/sced/>.

Ellis, D.(1992). *The Physical and Cognitive Paradigms in Information Retrieval Research*. Journal of Documentation 48:45-64.

Frohmann, B. (1994). *Discourse analysis as a research method in library and information science*. *Library and Information Science Research* 16:119-138.

Zachary,G.(1999). *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century* MIT Press.

Grant, E.(1983). *La ciencia física en la Edad Media*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondo de Cultura Económica.

Grant, E. (1996). *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional, and Intellectual Contexts*, Cambridge: University Press.

Hahn,T & Buckland, M. (1998).*Historical Studies in Information ScienceI*. Information Today, Inc.

Denzin, N & Lincoln, Y. (2005). *Handbook of Qualitative Research*. 3 ed. Thousand Oaks, CA.: Sage. Eds.

Hannam, J. (2011). *The Genesis of Science: How the Christian Middle Ages Launched the Scientific Revolution*. Regnery Publishing.

Hjórland, B & Albrechtsen, H. (1995). *Toward a new horizon in Information Science: Domain Analysis*. JASIS 1995; 46 (6):400-25.

Hjórland, B. (2003). *Fundamentals of Knowledge Organization. Tendencias de investigación en organizaciónn del conocimiento*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Hjørland, B. (2002). *Epistemology and the Socio-Cognitive Perspective in Information Science*. Journal of the American Society for Information Science and Technology 53(4):257–270.

Heffer, J & Launay, M. (1992). *La Guerra Fría*. Ediciones AKAL

Ingwersen, P. (1999). *Cognitive Information Retrieval*. ARIST ;34:3-52.

Kent, A & Lancour, H. (1972). *Encyclopedia of Library and Information Science*. Volume 7 CRC Press,

Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Lilley, D & Trice R. (1989). *A History of Information Science 1945-1985*. Academic Press.

Magán, J. (2004). *Tratado básico de biblioteconomía* Editorial complutense.

Martínez, J. (2005). *El problema de la verdad en K. R. Popper: reconstrucción histórico-sistemática*. Editorial Netbiblo.

Mardones, J. (1991). *Filosofía de Las Ciencias Humanas y Sociales: Materiales para una Fundamentación Científica*. Anthropos.

Nyce, J & Kahn, P. (1991). *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*. Academic press

Otlet, P. (1990). *International organisation and dissemination of knowledge: selected essays of Paul Otlet*. Elsevier.

Otten, K & Debons, A. (1970). *Hacia una metaciencia de la información: Informatología*. Journal of the American Society for Information Science :89-94.

Otlet, P. (2007). *El tratado de documentación*. EDITUM.

Ordoñez, Elena. (1998). *Después de Newton: ciencia y sociedad durante la primera revolución industrial Volumen 9 de Tecnología, ciencia, naturaleza y sociedad*. Anthropos Editorial.

Owens, L. (1994). *The Counterproductive Management of Science in the Second World War: Vannevar Bush and the Office of Scientific Research and Development*. Business History Review 68 (Winter): 515–576.

Piaget, J. (1896-1980). *Biología y conocimiento: Ensayo sobre las relaciones entre las regulaciones orgánicas y los procesos cognoscitivos 3a ed.* Editorial siglo XXI.

Piaget, J. (1999). *Psicología de la inteligencia*. Editorial crítica.

Rey, D. (1978). *La revolución científica*, Icaria Editorial.

Ribeiro, L. (1995). *Traçados e limites da Ciência da Informação*. *Ciência da Informação* 24 (1).

Shannon, C. (1948). *A mathematical theory of communication*. Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379-423 and 623-656, July and October.

Shneider, E & Sagan, D. (2005). *Into the Cool: Energy Flow, Thermodynamics, and life*. Chicago and London: the University of Chicago Press

Shapin, S. (1996). *The Scientific Revolution*. University of Chicago Press.

Saracevic, T. (1995). *Interdisciplinary Nature of Information Science*. *Ciência da Informação* 24 (1).

Stewart, I. (1948). *Organizing Scientific Research for War: The Administrative History of the Office of Scientific Research and Development*. Boston: Little, Brown.

Silverman, D. (2006). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analyzing Talk, Text and Interaction*. Editorial SAGE.

Taylor, R. (1966). *Aspectos profesionales de la Ciencia y la Tecnología de la Información*. Annual Review of Information Science and Technology 1.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics, or control and communication in the animal and machine*. New York Wiley.

<http://www.istec.org/> recuperado el 3 de octubre de 2014

<http://www.istec.org/initiatives/liblink/> recuperado el 3 de octubre de 2014

<http://www.istec.org/initiatives/rd/> recuperado el 3 de octubre de 2014

<http://www.istec.org/initiatives/istec-innovate/sced/> recuperado el 3 de octubre de 2014.

Autor

Luis Fernando Cruz Q MD.,Ph.D. es Director del Complex Systems & Education SCED-ISTEC y miembro del Comité de Investigación y Desarrollo del Ibero-American Science and Technology Education Consortium I&D-ISTEC. Profesor de Epistemología, Teorías y Modelos Pedagógicos e Investigación de la Especialización en Docencia Universitaria y Maestría en Docencia de la Educación Superior de la Facultad de Educación de la Universidad El Bosque. lfacruz_SCED@istec.org.