



## **EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DISPONIBLE EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. 1990-2010**

Carlos Andrés Aristizábal Botero.

Gabriel Vélez Cuartas.

### **Summary**

The majority of indicators on science, technology and innovation are concentrated, like in the majority of international indicators, measuring the investment in ACTI (Activities of Science, Technology and Innovation), the intensity and amount of bibliographical production, or the production of patents, but none of these indicators measures the knowledge available.

### **Resumen**

La mayoría de indicadores sobre ciencia, tecnología e innovación se han concentrado, como en la mayoría de indicadores internacionales, en medir la inversión en ACTI (Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación), la intensidad y cantidad de producción bibliográfica, o la producción de patentes, pero ninguno de estos indicadores mide el conocimiento disponible.

Así por ejemplo, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica presenta básicamente indicadores sobre: inversión en ACTI, personal ocupado en, Objetivos y fuentes de ideas para la innovación, fuentes de financiamiento, evaluación de la política pública en ciencia y tecnología, propiedad intelectual, industrial y derechos de autor y certificaciones. Ninguno de estos datos habla de manera explícita del conocimiento disponible, sino específicamente de concentración de la inversión y la productividad.

Se entiende por conocimiento científico y tecnológico disponible: la creación de conceptos o profundización y especificación en ellos, la propuesta de procedimientos, la generación de modelos o la profundización en un campo de

especialización específico en un espacio territorial concreto. En este caso se presenta el mapa la construcción del mapa de conocimiento en el departamento de Antioquia, teniendo en cuenta la producción científica en términos de publicaciones y actividad investigativa.

Esto implica dar un salto en la problematización, teórico y metodológico que permita entender los estudios sobre ciencia y tecnología, no únicamente desde una perspectiva de la generación de comunidades académicas fuertes por su producción o concentración de la inversión y la generación de relaciones, sino también entender al conocimiento científico como las capacidades cognitivas que la sociedad tiene para enfrentar sus problemáticas económicas y sociales.

En una región específica como el departamento de Antioquia, será su capacidad cognitiva científica para resolver los propios problemas que la modernidad misma se encarga de plantear y que tendrán que resolver de forma más o menos autónoma, para no enfrentar problemas tan graves como la dependencia tecnológica, la falta de competitividad, el atraso social o la impertinencia de ciertas Políticas.

La creación de un mapa de conocimiento, permite identificar contenido de la producción científica territorial para el caso entre 1990 y 2010 en el Departamento de Antioquia. Describir la diversidad y diversificación de la investigación científica, la relevancia de la producción de acuerdo a la importancia de los medios de publicación (para el caso de artículos o textos). Este mapa puede convertirse en una herramienta para la generación de política pública, en tanto constituye un atlas de la ciencia local.

Para su diseño se hace uso del análisis de redes bibliométrico en un modelo al que se le ha llamado Redes de Sentido. Este modelo permite construir mapas de textos cuya función es generar subconjuntos de ellos clasificados por especificidad temática, genealogía teórica y metodológica y especialidades confluyentes.

El modelo de redes de sentido propone que el sentido de un conjunto grande de textos puede emerger a partir de la agregación de los textos por sus marcas diferenciándolos de otros tipos de textos por conservar marcas distintas Palabras claves: Mapas de la ciencia, cienciometria, indicadores de conocimiento, indicadores científicos

1. Situación contextual de la medición de conocimiento en Antioquia. Ni en el Departamento de Antioquia ni en Colombia existen hasta el momento mapas que permitan describir el conocimiento científico y tecnológico disponible.

La mayoría de indicadores sobre ciencia, tecnología e innovación se han concentrado, como en la mayoría de indicadores internacionales, a medir la inversión en ACTI (Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación), la intensidad y cantidad de producción bibliográfica, o la producción de patentes, pero ninguno de estos indicadores mide el conocimiento disponible.

Así por ejemplo, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT II (del Departamento Nacional de Planeación, Colciencias y Departamento Administrativo Nacional de Estadística) presenta básicamente indicadores sobre: inversión en ACTI, personal ocupado en, Objetivos y fuentes de ideas para la innovación (mercado y productos, costos, productividad y calidad, procesos de producción, etc), fuentes de financiamiento, evaluación de la política pública en ciencia y tecnología, propiedad intelectual, industrial y derechos de autor y certificaciones.

Ninguno de estos datos habla de manera explícita del conocimiento disponible, sino específicamente de concentración de la inversión y la productividad.

El otro gran esfuerzo nacional en medición de actividades de ciencia, tecnología e innovación son los indicadores en Ciencia y Tecnología producidos por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. De manera similar a la encuesta los indicadores presentados son: Inversión en ACTI, formación científica y tecnológica, capacidades en ciencia y tecnología (productos, grupos, caracterización de la actividad investigativa), producción bibliográfica (publindex, producción SCI y Scopus), títulos de propiedad industrial.

Ambas actividades de medición operan bajo el supuesto, tal vez sugerido por primera vez en los 60 por Derek de Solla Price (1973 [1963], 1965), de comprender que el desarrollo económico está directamente ligado a la productividad científica de un país. Esto sin desconocer el trabajo de Schumpeter sobre las capacidades tecnológicas y la concentración del capital, más de tres décadas antes de los planteamientos de De Solla Price. Estos supuestos han generado toda una corriente de estudios e indicadores mundiales liderados por el Banco Mundial (KEI) o por la OCDE para observar el estado de desarrollo de la economía global.

Sin embargo, estos indicadores no permiten observar directamente el estado de la producción científica o los temas potenciales que se puedan constituir en fortaleza de una región. Esto se constituye en necesidad fundamental, si se tiene en cuenta que por ejemplo en Colombia la ley de Ciencia, Tecnología e Innovación 1286 de 2009 ya propone la construcción descentralizada de agendas regionales para distribuir la asignación presupuestal, tarea para la que se necesita información que permita identificar las fortalezas científicas y tecnológicas existentes con el objetivo de priorizar (no sólo desde el deseo de cada sector económico, sino desde las propias realidades).

La articulación de la oferta y la demanda propuesta por la Ley, requiere de mapas de conocimiento disponible. Así también en Antioquia, el Plan de Desarrollo Departamental, se propone el incremento de inversión en ciencia y tecnología del 0,27% al 0,5% con respecto al PIB Nacional. Para ello se plantea la necesidad de georeferenciar, identificar y conocer los recursos (o conocimientos) con los que cuenta el territorio. Proponen utilizar los indicadores de Observatorio para monitorear estas tareas en el cumplimiento de la meta, pero como vimos anteriormente, no son suficientes para dar cuenta del conocimiento disponible.

De la misma forma, en la tarea de la Expedición Antioquia, un inventario del conocimiento científico y tecnológico disponible en el departamento, se hace indispensable. De allí la necesidad de un proyecto que presente una metodología adecuada para ello.

Así pues, se entiende por conocimiento científico y tecnológico disponible: la creación de conceptos o profundización y especificación en ellos, la propuesta de procedimientos, la generación de modelos o la profundización en un campo de especialización específico en un espacio territorial concreto. En este caso sería 2711 en el departamento de Antioquia, teniendo en cuenta la producción científica en términos de publicaciones, actividad investigativa de grupos y áreas de creación de patentes, modelos y diseños.

Esto implica darnos un salto en la problematización sino también técnico y metodológico que permita entender los estudios sobre ciencia y tecnología, no básicamente desde una perspectiva de la generación de comunidades academicísimas fuertes por su producción o concentración de la inversión y la generación de relaciones de triple hélice, sino también entender al conocimiento científico como las capacidades cognitivas que la sociedad tiene para enfrentar sus problemáticas económicas y sociales. En una región específica como el departamento de Antioquia, será su capacidad cognitiva científica para resolver los propios problemas que la modernidad misma se encarga de plantear y que tendrían que resolver de forma más o menos autónoma, para no enfrentar problemas tan graves como la dependencia tecnológica, la falta de competitividad, el atraso social o la impertinencia de ciertas políticas.

#### 1. Los indicadores de conocimiento y los procesos de comunicación.

Si bien el campo de indicadores no ha sido prolífico en la creación de herramientas metodológicas y estudios que den cuenta del conocimiento disponible, sí existen estudios de caso e investigaciones que tratan de mapear especialidades o disciplinas. Así podemos encontrar esfuerzos realizados desde el Actor. Network Theory (veáse Callon M, Law J y Rip A, 1986); desde la teoría de sistemas con el trabajo amplio trabajo metodológico de Loet Leydesdorff en The Challenge of Scientometrics (2001) o su amplio trabajo de investigación empática disponible en su página web ([www.leydesdorff.net](http://www.leydesdorff.net)); o desde la síntesis del discurso McInnis R (2001) entre otros.

Cuando se plantea un proyecto tan ambicioso como la descripción vasta de la producción científica de una amplia región se requiere de herramientas teóricas que vayan más allá de la hermenéutica en los estudios interpretativos empíricos de la ciencia, o de la interacción pragmática entre investigadores en situación de laboratorio como los que adelantaron Knorr-Cetina, Cicourel o Bruno Latour en los 70 y 80. La teoría de sistema de Niklas Luhmann (1996, 1984, 2007) y los adelantos empáticos de su aplicación de Loet Leydesdorff (2001b) y algunos otros modelos como el presentado en esta investigación, permiten partir de una concepción de la sociedad diferente a otras teorías sociológicas disponibles hasta el momento. Desde estas perspectivas se considera que la sociedad está constituida por comunicaciones (por ejemplo: textos, conversaciones, símbolos, material audiovisual, en fin) y que estas comunicaciones son las que permiten que de alguna u otra forma podamos interactuar.

Así pues, el objeto de esta investigación son básicamente textos, es decir comunicaciones, de carácter científico. A continuación se presenta un breve marco teórico desde la teoría de sistemas sociales, que permite una comprensión y delimitación más precisa de los conceptos necesarios a ser utilizados en esta investigación. Para entrar a una teoría concreta de la ciencia, primero habrá que dar un pequeño rodeo por la comprensión de la sociedad desde esta perspectiva.

#### 1.1 Los sistemas sociales y la comunicación:

La comunicación como elemento constitutivo de lo social, sería la única que podría describir literalmente lo social. Contra toda la tradición sociológica, Luhmann estaría planteando que el principio de lo social no es la acción sino la comunicación. La socialidad no es ningún caso especial de la acción, lo que sucede es que en los sistemas sociales la acción se constituye por medio de la comunicación y de la atribución en una reducción de complejidad, como auto simplificación indispensable del sistema. En el nivel de la teoría general de sistemas se habla de una constitución mutualista o dialógica. Con esto se quiere decir que la autorreferencial en el nivel de los procesos básicos sólo es posible cuando existen por lo menos dos procesadores de información que se pueden

referir uno al otro y, por medio de uno y otro, a ellos mismos. (...) Los sistemas consisten únicamente en acuerdos selectivos producidos por la acción combinada de estos procesadores, y la estructura de estos sistemas sólo tiene la función de posibilitar los cambios y los reencuentros permanentes de tales acuerdos". (Luhmann N 1998, 140) Para comprender como se constituye un todo (una estructura sistemática) a partir de la comunicación o como se organiza la comunicación para poder seleccionar un sentido, es necesario remitir a cuatro conceptos cibernéticos fundamentales para explicar el auto organización de un sistema de y para la comunicación según Luhmann: código, función, operación y observación. Según Luhmann, en el desarrollo de la modernidad, siguiendo rastros de Durkheim (1973) en sus planteamientos acerca de la diferenciación funcional, la sociedad ha creado códigos muy específicos para generar temas que describan distintas formas de vivencias y acciones. Pero ¿cómo es posible el surgimiento de una codificación de la comunicación que además pueda ser caracterizada como diferenciación funcional en la sociedad?

1 No es objetivo de este apartado hacer un debate entre los pro y los contra de una concepción de la sociedad a partir de la acción o la comunicación, pero debido al interés de entender a la ciencia como un sistema social que opera comunicativamente se supondrá la posición de Luhmann como válida, lo cual derivará de la propia argumentación aquí expuesta y no en contraste con otras teorías (sólo las enunciadas hasta el momento que consideran el problema de la comunicación). Todo surge en los principios de emisión y recepción de Shannon y Weaver, pero con una crítica en la concepción de las operaciones que ocurren en un proceso de transmisión de la información: El concepto de información generalizado desde Shannon y Weaver permite fácilmente formular así las cosas. El planteamiento actual nos dice que la información es una selección de un repertorio (conocido o desconocido) de posibilidades. Sin esta selectividad de la información no se logra ningún proceso comunicativo, por mínimo que se pueda mantener el valor de novedad del intercambio de noticias, como cuando la comunicación se realiza por ella misma o simplemente llena el vacío en una

reunión. Además, alguien debe seleccionar una conducta que comunique esta información, deliberada o impremeditadamente. Lo decisivo es que la tercera selección se puede basar en la diferenciación entre la información y la comunicación.

Como esto es decisivo y como la comunicación sólo se puede entender sobre esta base, llamaremos (un poco inusualmente) al receptor ego y al emisor alter. (Luhmann N 1998, 142-143) Habrá que recordar que al ser el foco de atención el procesamiento de la información a través de comunicación, ego y alter sólo son roles o formas de observación de la información (como información, como dada a conocer y entendida de alguna forma), no necesariamente individuos en tanto un individuo también puede ser alter y ego a la vez (Luhmann N 2007, 258). Desde alter y hasta ego la información es referida a vivencias y acciones. Desde esta perspectiva Luhmann plantea dos formas de la información como tal: vivencia de alter, vivencia de ego, (ver gráfico 1) y dos formas de darla a conocer: actuar de alter, actuar de ego. Cuando cada una de estas formas se presenta en un proceso de comunicación, se generan símbolos (formas de la comunicación en terminología luhmanniana) que permiten que ego pueda entender de alguna forma (aceptar o rechazar) lo comunicado por alter. Es decir, si la vivencia de alter de situaciones amorosas participa de un proceso de comunicación solo ocurre en tanto éstas se dan a conocer y apelan a las acciones de ego en situaciones amorosas como comprensión de la vivencia de alter. El regalar flores como acto comunicativo requiere relacionar la vivencia de emociones expresada con algo que simboliza la emoción (amor a través de flores) y apelar a las acciones de ego en situaciones emocionales en donde se expresa este tipo de emociones (amor). De esta forma habrá una aceptación o rechazo de las flores en la comprensión de la situación amorosa. El amor como palabra y como conjunto de vivencias y acciones específicas se convierte en símbolo que sirve como medio de comunicación. De acuerdo a las atribuciones de vivencia o acción para alter y ego, se presenta en el siguiente esquema y el tipo de símbolos que pueden ser usados dependiendo de tales atribuciones.



### Gráfico 1.

Diferencias de atribución entre alter y ego. Selección de información darla a conocer Entenderla Tomado de Luhmann, La Sociedad de la Sociedad, 2007, 261 (Modificaciones del autor).

“1) alter al comunicar su vivencia suscita una vivencia correspondiente de ego; 2) la vivencia de alter lleva a un actuar correspondiente de ego; 3) el actuar de alter sólo es vivenciado por ego; 4) el actuar de alter provoca un actuar correspondiente de ego”. (Luhmann N 2007, 261-262). Añadiría: a través de los medios de comunicación simbólicamente generalizados.

#### 1.2 El sistema de la ciencia y la comunicación:

La ciencia, al igual que otras actividades de tipo social como las económicas, las políticas o las jurídicas, se orienta por un código. El código emerge de las formas en que la comunicación opera en la sociedad. Una de las operaciones constitutivas es referida a la verdad (la comunicación de una vivencia de alter suscita una vivencia de ego). Aquí no se habla de una verdad dogmática, para lo cual se haría referencia a la distinción entre creer y no creer. La verdad está referida a su posibilidad de ser falseable en tanto la distinción se erige como verdad/falsedad.

La verdad es algo que se considera principio de comunicación, por tanto partirá de una vivencia que considera legítimo su proceder. Sin embargo la complejidad comunicativa de lo social que estalla con el advenimiento de la modernidad, ha requerido de mecanismos específicos que permitan legitimar la gran cantidad de comunicaciones consideradas como verdaderas. En otras palabras se han requerido observaciones de las observaciones mediante un sentido especializado en legitimar esas observaciones de las observaciones a través de observaciones. Así nace la ciencia moderna.

En su aparición se clausura operativamente. En otras palabras, si la ciencia no se diferencia de las formas de observación de otros sistemas, no habría forma de legitimar conocimiento científico, de conocimiento dado por la fe por ejemplo. Así pues, para la ciencia, los otros sistemas son entorno y la única forma de

interrelación con estos, es a través de acoplamientos estructurales. Esto quiere decir que la única forma en que la ciencia puede ver a otros sistemas sociales, es de manera científica. Luhmann plantea que “el conocimiento es el resultado de todos los acoplamientos estructurales” (Luhmann, 1996, 121); y si el conocimiento científico es un tipo de conocimiento específico, se podría decir que el conocimiento científico es el resultado de todos los conocimientos mirados de manera científica.

Esto quiere decir que la evolución de la ciencia depende directamente de la evolución de los otros sistemas sociales (por ejemplo económico) y no sociales (por ejemplo los sistemas psíquicos –procesamiento de percepciones- o biológicos –La posibilidad de ver y oír-). Sólo es posible hacer ciencia económica, si hay un sistema que opera con soluciones y problemas a sus propias operaciones. La ciencia entrar a operar en tanto existan dudas acerca de lo legítimo de una o varias operaciones económicas (aunque no cabe duda que el sistema económico mismo tratará de compensar, desde sus propias operaciones, la falla que ha surgido en el sistema, pero ello no quita que la ciencia también entre a operar para producir parámetros de legitimación de ciertas comunicaciones del sistema económico). De igual manera los otros sistemas no sociales: sólo es posible hacer microbiología o astronomía si existen herramientas adaptadas para ampliar la capacidad de percepción biológica; sólo es posible hacer cibernética con operaciones psíquicas (Según Piaget) de cierto tipo relacionadas con el estadio transo de los procesos psicogenéticos.

Al decir que el conocimiento científico es un tipo de conocimiento específico y auto poético en la sociedad no quiere decir que el conocimiento científico sea relativo, trivial o infundamentado. Dice Luhmann al respecto: “la verdad misma no es relativa. Sostenemos que se le utiliza y se le debe utilizar exclusivamente de manera autorreferencial. No contiene referencia ajena alguna ya que no existe ninguna verdad fuera de la verdad” (Luhmann, 1996, 131). La ciencia garantiza el sostenimiento de la expectativa de verdad con varios elementos. Podría decirse

que el primer elemento en la cadena de enlaces comunicativos de tipo científico son los conceptos. Al ser constitutivos de la ciencia es importante hacer su diferencia con respecto a las palabras. Las palabras más que los conceptos están más fuertemente orientadas al contexto de la actual comunicación, en caso de que quieran ser comprendidas totalmente y, por ejemplo, la plática sobre el árbol no tendrá ningún sentido si no se supiera de qué árbol se habla. También el lenguaje normal puede abstraer para referirse a ejemplares generales e indeterminados; pero se apoya en la posibilidad de mostrar haciendo alusión a la situación y no a un contexto elaborado de conceptos. Los conceptos deben ser esclarecidos en el contexto de distinciones delimitadas, de tal manera que su significación pueda entenderse dentro de un contexto relativamente libre (esto es: en su propio contexto conceptual), que puede abrirse como un problema para sí mismo. Por esta razón los conceptos no son menos equívocos que las palabras: más bien en muchos casos sucede lo contrario. Lo decisivo entonces, es el contexto que emplean y que lleva a una reducción de comunicación en general y comunicación específicamente científica. (Luhmann, 1996, 279). La formalización conceptual lleva a un concepto muy importante para los sistemas científicos, el de limitacionalidad, que funge como límite de lo que puede ser o no entendido bajo la operación de un sistema conceptual (sea de carácter técnico o metodológico). Si se quieren poner en marcha operaciones se debe introducir una selección. Esto se lleva a cabo mediante el hecho puro de la operación. Pero en el caso de que se quiera controlar una observación, se debe entender la selección como la marcación dentro de una distinción como esto y no lo otro. Con esto se elige algo determinado, y lo indeterminado queda dejado de lado. La ganancia posterior de determinación se logra cuando la distinción señala lo determinado (dentro de lo cual la operación se determina como selección) como por ejemplo en el caso de esto y no lo otro, aquí y no allí, ahora y no después. De esta manera lo que se gana es en limitacionalidad (Luhmann, 1996, 282).

La limitacionalidad es la contingencia de la ciencia. Sólo se puede echar a andar algo dentro de los límites que ella misma se proponga conceptualmente hablando.

En otras palabras, al delimitarse un objeto de estudio teórica y metodológicamente, no sólo se está acudiendo a un principio de recorte de la realidad para observar de manera específica un fenómeno concreto, a la vez se están dando los límites del discurso en el que se va a operar para describir la realidad. Podría decirse que la limitacionalidad es el punto ciego de la elaboración del discurso científico. Por ejemplo alguien que realiza una investigación de redes sociales considerando que el comportamiento de los individuos está determinado por la posición de éste en la estructura de relaciones (Wellman 1999), el autor no discute el tipo de estructuralismo al cual se hace referencia para plantear que la estructura tiene un efecto directo en el comportamiento individual. Simplemente quien delimita el objeto observa de manera natural la realidad observada como un conjunto de relaciones causa efecto entre estructuras e individuos y toda atribución explicativa provendrá de la limitacionalidad supuesta por el mismo discurso como punto ciego.

De allí que el concepto de limitacionalidad sea de suma relevancia para esta investigación. En tanto se pretende una observación de segundo orden de las teorías y metodologías asociadas al concepto de redes sociales, es posible desde este punto de vista observar las limitacionalidades de las teorías y metodologías desde las que se plantea el término de red social. En el caso específico de esta investigación, al ser red social un concepto estructural, se pueden observar las distintas limitacionalidades construidas desde conceptos estructuralistas al respecto (lo cual se tratará en el último apartado de este texto).

La limitacionalidad opera bajo la existencia de teorías y metodologías, que se configuran como programas. Estos dos tipos de programas que no son más que operaciones, son las que garantizan la auto hipótesis del sistema y las que permiten diferenciarlo de otros tipos de sistemas. En otras palabras el sistema estará programado para operar su codificación de verdad y no verdad, construyendo teorías y metodologías que permitan generar distinciones cuya unidad básica son los conceptos.

Descubrir diferentes perspectivas técnicas o metodológicas acuñadas bajo un concepto requiere de la identificación de una distinción: problema/solución. Esta surge en cuanto se delimita un objeto. La delimitación es siempre la identificación de un problema de investigación. En la ciencia se puede decir que se soluciona un problema en tanto se elaboran argumentos científicos convincentes para la comunidad científica con respecto a la descripción, comprensión o explicación causal del problema que se presenta en el fenómeno delimitado. En la construcción del problema y su distinción de la solución operan teoría y metodología como programas que garantizan procedimientos científicos en el paso de un problema a una solución que eventualmente volverá a ser problema cuando sea retomada por otras investigaciones. La ciencia opera a través de la argumentación técnica y metodológica. Una argumentación se identifica como científica cuando conjuga tres elementos básicos: la especialización científica (o disciplinas y especialidades); la utilización de la autoridad entendida como prestigio o reputación ganada en el proceso mismo de la producción científica; y la aclaración que lleva a reformulaciones (Luhmann N 1996, 316-317).

Con respecto a la especialización, un argumento científico siempre estará inscrito dentro de una especialidad científica. De esta manera cada especialidad desarrolla inclusive formas de argumentación propias: así será distinto leer un texto matemático de uno sociológico. Por lo general en la tradición de textos escritos dentro de las matemáticas los argumentos tendería a ser concisos y axiomatizados; en la sociología los argumentos tenderían a ser extensivos y narrativos. Pero sin duda alguna, ambos estarán regidos por la distinción problema/ solución desde el planteamiento de teorías y metodologías adecuadas.

La utilización de la autoridad se rige dentro de la argumentación como una especie de economía de esfuerzos. Así cada vez que se efectúa una comunicación en forma de argumentación no habrá que explicar los orígenes de toda argumentación técnica y metodológica y bastará con mencionar obras y autores prestigiosos que se hayan dedicado al desarrollo de elementos teóricos y metodológicos previos. Así por ejemplo en este texto no habría que explicar los

orígenes y desarrollos de todos los aportes que se han hecho en cibernética y bastará con remitir a los autores para profundizar en otros aspectos que no sean relevantes a la argumentación de este mismo texto.

Por último, la aclaración es la herramienta con que cuenta la argumentación para hacer de la solución a un problema un nuevo problema desde la óptica de otro fenómeno observado. Sin la aclaración no hay posibilidad de autopsiéis sistémica, en tanto que las teorías y metodologías se considerarían como infalibles y se caerán en una especie de dogmatismo más cercano al sistema religioso en donde la verdad es una distinción entre creer y no creer, perdiendo la posibilidad de falsación.

2. La construcción de los descriptores de conocimiento. Para construir el mapa de la producción científica y tecnológica del Departamento de Antioquia se tienen en cuenta las publicaciones realizadas por investigadores adscritos a organizaciones departamentales y presentes en los índices de: Web of Science (SCI y SSCI), Scopus, Latindex, Scielo, Pubindex y Redalyc2.

Con respecto a la producción investigativa se acudirá a las bases de datos GrupLac de Colciencias, a alguna información disponible en los indicadores de ciencia y tecnología y la Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico. De igual manera se han visitado departamentos de I+D e investigación en distintas organizaciones como muestra aleatoria para corroborar los datos presentes tan-2 Debido a que los índices utilizan distintos criterios de indexación se deberá proceder a realizar un trabajo de estandarización y normalización de la información. Se considera relevante no sólo tomar en cuenta los índices relevantes a la producción de corriente principal como web of science o Scopus, sino también índices regionales como Latindex, Scielo y Redalyc, así como las publicaciones de Pubindex, debido a que gran parte de la producción científica departamental, suponemos que debe de estar almacenada en ellos, tanto en el GrupLac de Colciencias como en las encuestas respectivas. Los tipos de información recolectados para los tres tipos de datos es la siguiente: Para publicaciones: Procedencia organizacional y ubicación geográfica de los autores,

Autores, Referencias bibliográficas, Títulos, Palabras claves, Resúmenes, especialidades de los artículos y las referencias (en los casos respectivos), Así Para la producción investigativa: Procedencia organizacional y ubicación geográfica de los autores, Autores, Título, Resumen, Especialidad de Referencia, Año.

Estos datos bibliométricos permiten identificar códigos, programas, funciones y operaciones (de argumentación de la ciencia a través del análisis de redes bibliométricas. Todos estos datos bibliométricos están siendo normalizados para adecuarlos a bases de datos que utilicen Microsoft Access. Para su procesamiento se está adelantando el desarrollo de un software que permita procesar redes de sentido. Como soporte de este software será utilizado el Pajek (software de libre acceso para el análisis de redes sociales grandes) y algunos programas de Loet Leydesdorff también de libre acceso como el TI.exe, Fulltext.exe y otros relativos a la organización de bases de datos bibliométricas disponibles en ([www.leydesdorff.net](http://www.leydesdorff.net)).

## 2.2. Herramientas de análisis de la información:

Se hace uso del análisis de redes bibliométrico en un modelo al que se le ha llamado Redes de Sentido (Vélez Cuartas 2008, 2010). Este modelo permite construir mapas de textos cuya función es generar subconjuntos de ellos clasificados por especificidad temática, genealogía teórica y metodológica y especialidades confluyentes. Metodologías similares han sido aplicadas por Leydesdorff et al (2008) entre otros. A diferencia del modelo de Leydesdorff basado en la aplicación de la teoría matemática de la información, esta plantea el uso del análisis de redes sociales exploratorio y operaciones de motrices booleanas.

Esta metodología desde el análisis de redes bibliométricas considera cada texto (publicación o proyecto) como un punto o nodo y los tipos de datos bibliométricos como lazos (autores, fechas, palabras, lugares de procedencia, especializaciones).

Esto permite la construcción de varias dimensiones de relaciones entre los textos. Así del mismo conjunto de textos, emergerán redes de autores, redes de palabras, redes de lugares de procedencia, etc.). Cada red puede ser representada como una matriz de adyacencia comúnmente utilizada en análisis de redes sociales. Las matrices de adyacencia distribuyen los textos en columnas y filas para rellenar la matriz con las relaciones representadas en cantidades o en presencias o ausencias de relaciones. El modelo de redes de sentido propone que el sentido de un conjunto grande de textos puede emerger a partir de la agregación de los textos por sus marcas diferenciándolos de otros tipos de textos por conservar marcas distintas. Si se considera la teoría de sistema de Luhmann, estas agregaciones son posibles porque los textos se codifican, cumplen con funciones temporales y de referenciación, tienen programas y operan en las formas de argumentación: prestigio, especialización y corrección. A continuación se presenta un esquema que operacionaliza los distintos conceptos en los datos bibliométricos:

Gráfico 2. Operacionalización, Argumentación Programas, Limitacionalidad, Autoridad, Especialización, Corrección, Teorías, Metodologías, Textos Científicos, Referencias, Suscripción disciplinaria, Títulos, Palabras Claves, Resúmenes, Distinción de agregaciones, Funciones heterorreferencia/ autorreferencial, temporalidad, Codificación, verdadero/falso.

Las operaciones de la argumentación al lado izquierdo se distribuyen así Las referencias permiten observar en la agregación de esas a través de múltiples textos el prestigio de uno o varios autores; la especialización a través de la adscripción disciplinar no sólo del texto sino también de las referencias de las publicaciones y la corrección a través de las genealogías posibles de observar en la agregación de referencias. Teorías y metodologías pueden observar en la agregación de palabras designando conceptos específicos dentro de las diferentes ciencias y finalmente la limitacionalidad es el conocimiento disponible en un conjunto de textos elegidos y agrupados por los criterios precedentes.



Cada uno de estos tipos de datos constituye una red que debería ser contrastado con las otras redes emergentes a través de la multiplicación de matrices booleanas propia del análisis de matrices algebraicas. Finalmente las operaciones que permiten extraer los subconjuntos son específicas de cada tipo de red: de las redes de palabras se extraen subconjuntos a través de la substracción de relaciones entre textos que no supere las tres palabras compartidas entre ellos (ver análisis de umbrales De Nooy et al 2005).

De las redes de especialidades se conservan los conjuntos de palabras con un umbral mayor a tres de palabras compartidas y se multiplica (para el procedimiento de multiplicación de matrices (ver Kolman et al 1997 o Kemeny et al 1972) por la matriz de relaciones de especialidades compartidas entre los textos, generando un nuevo subconjunto (Vease Velez 2010). Las genealogías provenientes de las referencias se utiliza el main path analysis de Hummon y Doreian (1989) que permite construir subconjuntos de textos que comparten genealogías comunes y que pueden contrastarse con las otras redes a través de multiplicación de matrices booleanas. Los datos de fechas y procedencia geográfica serán usados como atributos de los nodos para su análisis posterior.

El resultante es un mapa de componentes de distinciones como el que se presenta a continuación. Cada uno de los puntos representa un agregado de teorías o metodologías y cada punto deberá ser analizado de acuerdo a especialidades convergentes, temáticas predominantes y genealogías específicas del conocimiento. Gráfico 3. Ejemplo de Mapa de componentes de distinciones (tomado de Velez 2010) Bibliografía. Callon, M, Law,J, Rip,a, Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London: Macmillan Press. 1996 DANE, DNP y Colciencias, Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera en Colombia 2003-2004. Disponible en: [ftp://190.25.231.247/books/LD\\_9240\\_2003-2004-EJ3.PDF](ftp://190.25.231.247/books/LD_9240_2003-2004-EJ3.PDF). Acceso 15 agosto 2010.

De Nooy, W, Mrvar, A, Batagelj, V, Exploratory Social Network Analysis with Pajek. Nueva York: Cambridge University Press, 2005 De Solla Price, D, Hacia una

Ciencia de la Ciencia. Ariel: Barcelona. [Little Science, Big Science. Columbia University Press: New York]. Traducción: López Piñero, José María. 1973. De Solla Price, D, Networks of Scientific Papers: The Pattern of Bibliographic References Indicates the Nature of the Scientific Research Front. Science v. 149, n.3683, p. 510-515, Julio 30, 1995

Gobernación de Antioquia. Plan de Desarrollo Departamental 2008- 2011. Línea estratégica relativa a Ciencia, Tecnología e Innovación. Disponible en: [http://www.antioquia.gov.co/plandesarrollo/ordenanza/3\\_2cienciaytecnologia.html](http://www.antioquia.gov.co/plandesarrollo/ordenanza/3_2cienciaytecnologia.html). Acceso 15 agosto 2010.

Hummon, N, Doreian, P, Connectivity in a citation network: The Development of DNA theory, In: Social Networks, v. 11, p. 36-63, 1989.

Kemeny, J, Snell, J, Thompson, G, Introducción las Matemáticas Finitas México: España, Argentina, Chile: Compañía Editorial Continental. 1972

Kolman, B, Busby, R, Ross, S, Estructuras de Matemáticas Discretas para la Computación, México: Prentice-Hall,1997 Luhmann, N, La ciencia de la sociedad. Mexico DF: Universidad Iberoamericana. 1996.

Leydesdorff, L, The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications. u-Publish. com: Universal Publishers. USA, 2001.

Leydesdorff, L, A Sociological Theory of Communication: The Organization of the Knowledge-Based Society. u- Publish.com: Universal Publishers. 2001b

Leydesdorff, L, Schank, T, Scharnhorst, A, De Nooy, W. Animating the development of Social Networks over time using a dynamic extension of multidimensional scaling. En: El profesional de la información, v. 17, n. 6, pp. 611-626, noviembre diciembre 2008. Luhmann, N, Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general México: Anthropos, 1998 Luhmann, N, La Sociedad de la sociedad, México: Herder, 2007.

McInnis, R, Discourse Synthesis: Studies in Historical and Contemporary Social Epistemology. Westport (Connecticut): Praeger.2001 Salazar, A, Indicadores de Ciencia y Tecnología 2008: Colombia. Bogotá Observatorio Colombiano de



**CENTRO DE ESTUDIOS DE OPINIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

Ciencia y Tecnología.2009 Vélez, C, Las Redes de Sentido de las Redes Sociales: Un Estudio Cienciométrico Tesis Doctoral. Mexico: Universidad Iberoamericana. 2010. Disponible en: <http://revista-redes.rediris.es/webredes/novedades/tesis.pdf>  
Vélez, C, (2008). Meaning (Communication) Networks in Science: The Evolution of Social Network Concept. En: Workshop Communication Networks on the Web.University of Amsterdam (Ascor), 2008.