

ATLAS DE LA CIENCIA DE ANTIOQUIA 1990-2010: PROPUESTA PARA LA MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES REGIONALES DE LA CIENCIA.

Sesión temática propuesta: Demandas sociales: indicadores sub-nacionales, nuevos actores, nuevos temas.

Dr. Gabriel Vélez Cuartas
G.I. Redes y Actores Sociales
Departamento de Sociología
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Universidad de Antioquia
gabrielvelezcuartas@gmail.com

Mg. Carlos Andrés Aristizábal Botero
G.I. Redes y Actores Sociales
Departamento de Sociología
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Universidad de Antioquia
cspracticass@antares.udea.edu.co

RESUMEN

Presentación: Desde hace algunos años, el país viene hablando de la necesidad de construcción de agendas de ciencia y tecnología para impulsar diferentes sectores sociales y económicos. Los mapas ofrecidos especialmente por organizaciones como Scimago o el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología permiten hacer mediciones acerca del desarrollo de la participación de la ciencia en los círculos de producción global y las discusiones con los investigadores más reputados del planeta. Sin embargo, las respuestas por las trayectorias científicas en las diferentes áreas de conocimiento están por resolverse: ¿A qué problemas estamos respondiendo? ¿Además de la investigación médica, qué otros campos se han desarrollado y en qué temas? A estas y otras preguntas el Atlas de la Ciencia de Antioquia producido por el grupo de Investigación Redes y Actores Sociales de la Universidad de Antioquia propone algunas respuestas. **Objetivos:** Presentar metodologías y desarrollos para la medición del impacto de la ciencia desde un punto de vista regional y con indicadores alternos a los del impacto de la citación. Dar cuenta de la trayectoria temática, los colegios invisibles y la colaboración de la producción de la ciencia en Antioquia entre los años 1990-2010. **Metodología:** Materiales: Se presenta la primera base de datos en Antioquia (Datant Ciencia) construida con datos de publicaciones nacionales (revistas Publindex A1, A2 y B) que permiten la medición de algunos indicadores bibliométricos en las 6 áreas de conocimiento consideradas por la UNESCO. Igualmente se toman datos en este período de ISI Thompson como contraste. Herramientas de análisis: Para la realización de mapas se ha utilizado análisis de redes científicas con mapas de co-aparición de palabras en diferentes textos a través del desarrollo de un algoritmo propio para la identificación de trayectorias temáticas; análisis de co-citación para los colegios invisibles introduciendo algunas modificaciones que permiten observar evoluciones temáticas a través de análisis de co-citación a través de representaciones gráficas explícitas; análisis de colaboración científica interinstitucional en los niveles regional, nacional e internacional. **Conclusiones/Resultados:** Esta ponencia presenta los principales descriptores del atlas de la ciencia: temas, colaboración y colegios invisibles con los resultados más notables. Se presentan 12 mapas de trayectorias temáticas (con datos de Datant Ciencia e ISI

Thompson), 12 de colaboración científica (con datos de Datant Ciencia e ISI Thompson) y 6 de colegios invisibles (con datos de ISI Thompson) en las áreas de: Ciencias de la Salud, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Sociales, Humanidades y Artes, Ciencias Agrarias, Ingeniería y Tecnología. Proyecto: “El Conocimiento Científico y Tecnología Disponible en el Departamento de Antioquia 1990-2010”. Proyecto CODI, Convocatoria Temática 2010, Universidad de Antioquia. Cofinanciación: Fundación Universitaria Luis Amigó. Grupo de Investigación Redes y Actores Sociales.

<http://www.udea.edu.co/atlas>

1. PROBLEMA A RESOLVER

Figura 1. Atlas de la Ciencia de Antioquia (imagen)



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. De manera clara no existe un modelo metodológico, ni una medición específica del conocimiento científico y tecnológico disponible el Departamento.

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 I+D, 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 georreferenciar, 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 2013, 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 y un mapa del conocimiento científico y tecnológico disponible.

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 en el departamento de Antioquia, teniendo en cuenta la producción científica en términos de publicaciones, actividad investigativa de grupos y áreas de I+D y creación de patentes, modelos y diseños.

Esto implica dar no sólo un salto en la problematización sino también 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 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 tendría 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 públicas. Así mismo, el impacto de los resultados de una investigación como esta, permitirían mejorar la información disponible para la toma de decisiones en los campos propicios de inversión, y el mejoramiento de situaciones sociales a través de soluciones metodológicas ya expuestas en estudios de casos o investigaciones registradas en el campo social. ¿A qué problemas estamos respondiendo? ¿Además de la investigación médica, qué otros campos se han desarrollado y en qué temas? A estas y otras preguntas el Atlas de la Ciencia de Antioquia producido por el grupo de Investigación Redes y Actores Sociales de la Universidad de Antioquia propone algunas respuestas.

De manera más concreta, se pretende complementar los indicadores construidos (a través de un modelo metodológico y la puesta a disposición de mapas de conocimiento disponible) hasta el momento por los dos tipos de estudios citados anteriormente procurando dar cuenta de los siguientes descriptores:

- (1) Contenido de la producción científica (publicaciones, producción investigativa y patentes, modelos y diseños) territorial entre 1990 y 2010 en el Departamento de Antioquia.
- (2) Diversidad y diversificación de la investigación científica entre 1990 y 2010.
- (3) Relevancia de la producción de acuerdo a la importancia de los medios de publicación (para el caso de artículos o textos) según índices.
- (4) Relevancia de la producción de acuerdo a la importancia de los grupos o centros de investigación (para el caso de investigación) según clasificación de Colciencias.
- (5) Tipo de producción científica o tecnológica por áreas de conocimiento de acuerdo a formas de autoclasificación de grupos, índices o sectores de pertenencia.

2. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Para construir el mapa de la producción científica y tecnológica del Departamento de Antioquia se tendrán en cuenta las publicaciones realizadas por investigadores adscritos a organizaciones departamentales y presentes en los índices de: Web of Science (SCI, SSCI, A&H) y DATANT CIENCIA artículos publicados en revistas Publindex A1, A2 y B en el período 1990-2010. Se aplicaron tres tipos de procedimientos diferentes: Temas, Colegios y Colaboración.

2.1 Temas

Los temas se identificaron a través del análisis de co-textos. Este tipo de análisis permite agregar artículos según su cercanía al compartir un determinado número de palabras que pueden ser interpretados como desarrollos conceptuales dentro de un campo. Esta metodología permite una mejor precisión en la detección de textos, sin embargo el desarrollo de este modelo se encuentra en una fase experimental con mejores resultados que los modelos anteriores para construir inventarios en grandes conjuntos de artículos. (Vélez Cuartas, G: 2012)

La metodología empleada en este Atlas permite distinguir los temas más relevantes de la Ciencia de Antioquia: por la cantidad de textos escritos alrededor de un tema de acuerdo al número de artículos por subgrupo, por la cantidad de citas que reciben los artículos escritos en un subgrupo temático y por el número de instituciones antioqueñas involucradas y sus relaciones de colaboración.

Los textos aislados, que no se repiten temáticamente, han sido agrupados en una de las esquinas de la pantalla y su lista también puede ser consultada para mejorar los criterios de búsqueda de conceptos específicos tratados en la literatura que no pudieron ser capturados por la red.

Se utilizaron los títulos y palabras claves disponibles en ISI Thompson WOS y se construyó la base de datos DATANT CIENCIA la cual incluye todos los títulos y palabras claves de los artículos publicados en revistas Publindex A1, A2 y B.

Se utilizó el software FRQLIST.EXE de Loet Leydesdorff disponible en línea (<http://www.leydesdorff.net>) para construir los archivos de correspondencia entre palabras y artículos susceptibles luego de ser transformados en archivos para Pajek XXL también disponible en línea (<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>).

Cada punto representa un artículo, cada enlace una relación indica que dos artículos comparten 3 o más palabras en su título y palabras claves. Esto indica que existe una alta probabilidad de compartir un tema común. Cada grupo está compuesto por 3 o más artículos relacionados entre sí (tríadas). Sólo pueden entrar al grupo de artículos tríadas. Esto quiere decir que un grupo está conformado por tríadas de artículos relacionadas entre sí. Esto garantiza que los grupos realmente representen temas.

Finalmente se realizaron tres depuraciones de los grupos:

- Se aplicaron los algoritmos VOS Clustering y Louvain Method disponibles en PAJEK XXL para detectar los puntos más relacionados que posiblemente formaran subgrupos dentro de múltiples grupos de tríadas encadenadas con otros grupos de tríadas en el mismo espacio del grafo analizado.
- Un índice que permite acercarse a la precisión del grupo en tanto algunos artículos se relacionaban con otros artículos que se relacionaban con otros artículos distintos, por tanto los primeros probablemente ya no fuesen parte del mismo tema de los últimos en el grupo. Este índice dividió la frecuencia de la palabra que más veces apareció en el grupo de textos sobre el total de artículos. Si el índice era igual a 1 hay una alta probabilidad de

que estén hablando del mismo tema, un número menor hasta 0,7 todavía puede seguirse considerando como un mismo tema pero con imprecisiones; un índice de 0,6 o menor indica un grupo disperso con una distancia entre artículos amplia a través de relaciones que llevan a otras relaciones de co-presencia de palabras.

- Una exploratoria en la revisión de cada grupo para probar los algoritmos haciendo unas consultas exploratorias a algunos expertos en cada área.

2.2 Colegios Invisibles

Los Colegios Invisibles describen la trayectoria del conocimiento científico a partir de las referencias de un conjunto de textos. Las referencias implican lectura de textos. Las referencias comunes, lecturas comunes y por tanto utilización de bibliografía en común para construir problemas, teorías, metodologías y soluciones. Crane y De Solla Price trataron de identificar las redes emergentes a partir de por lo menos una referencia compartida. Teniendo en cuenta que un texto no es suficiente para tratar de identificar un patrón de lecturas, se han seleccionado hasta tres textos para poder mostrar los subgrupos más fuertes de la red en tanto comparten bibliografías en común.

En esta primera fase se muestran 6 mapas de las diferentes áreas a partir de las bases de ISI Thompson. En futuros desarrollos se ampliarán estos mapas con la información recogida por la base de datos DATANT CIENCIA. En estos mapas se aprecian senderos que vana de un punto a otro de la red en donde pueden identificarse subgrupos de textos interconectados por referencias comunes. En la presentación, pueden observarse tanto los temas involucrados en los colegios como el volumen de citas de los textos de cada colegio.

Es importante aclarar que los colegios no presentan temas, pues es posible que temas distintos estén enlazados a través de una discusión metodológica o teórica o métodos diferentes a través de una sola problematización. En este sentido esta herramienta, al considerar únicamente los artículos escritos por autores afiliados a instituciones antioqueñas y sus referencias, presenta el desarrollo de escuelas y temas interconectados, posibles enlaces interdisciplinarios y diálogos entre distintos campos de la ciencia.

Se utiliza análisis de co-citación el cual presenta la estructura de relaciones entre textos a partir de las citas compartidas. Se ha establecido un umbral de 3 textos compartidos a tener en cuenta en el análisis. Luego de seleccionar los grupos resultantes se hace una depuración a través de los algoritmos para la identificación de comunidades VOS Clustering y Louvain Method. Así se extraen los subgrupos que son considerados como Colegios Invisibles en esta investigación.

2.3 Colaboración.

Se elaboraron 12 mapas de colaboración entre las instituciones antioqueñas y de ellas con Colombia y distintas regiones continentales: Latinoamérica y el Caribe, Oceanía,

Europa, Asia Oriental, Medio Oriente, África, Norteamérica Anglosajona, Asia central. Estos mapas se realizan por las dos bases de datos.

La colaboración permite describir la capacidad que tiene una institución, disciplina o campo para generar trabajo en cooperación. Es importante distinguir en estos mapas los siguientes asuntos:

- Mientras más colabora una institución, más posibilidades tiene de avanzar de manera creativa en la solución de problemas y en el planteamiento de nuevos.
- La colaboración local y nacional implica el fortalecimiento de la ciencia. Pero cuando el crecimiento de las comunidades locales y nacionales es mayor que el de las relaciones internacionales implica endogamia, la ciencia debe tener comunicación e interacción global.
- El desarrollo de colaboración con instituciones Norteamericanas y Europeas implica participación en el núcleo principal de la producción científica.
- El equilibrio de las colaboraciones entre países Norteamericanos y Europeos con países regionales y de otras zonas del mundo, además de instituciones locales, implica una actividad científica equilibrada entre el fortalecimiento y creación de escuelas locales y la participación en el debate global de la ciencia.

Cada punto representa una institución, las relaciones representan la colaboración de coautoría proveniente de la afiliación de cada investigador. El tamaño de los puntos indica el número de relaciones de colaboración interinstitucionales para cada una.

3. RESULTADOS

En el período de 1990 a 2010 las instituciones de investigación antioqueñas han producido 4436 documentos (según datos ISI Thompson) que han entrado a los círculos globales de producción de la ciencia y 4276 en Revistas Publindex A1, A2 y B publicadas en Colombia. Si los 4436 se restan a los 20787 producidos por Colombia en ese período, se puede decir que Antioquia ha producido el 21,3% de gran parte del conocimiento académico Colombiano visible en el exterior. Es importante anotar que es un 21,3% de un país que si bien es uno de los que mayor tasa de crecimiento en la producción científica tiene en los últimos años según datos de Scimago, también es cierto que Colombia ocupa un modesto puesto 53 en el mundo; y en la región un quinto lugar (donde el primero es Brasil con 391589 artículos según el ranking por productividad de Scimago para el período 1996-2011).

3.1 LOS TEMAS DE LA CIENCIA EN ANTIOQUIA

Ahora bien, sobre qué temas sabemos en realidad. Según las 6 áreas de conocimiento, la investigación encontró en el rastreo la siguiente distribución.

Tabla 1. Temas de la ciencia en Antioquia.

AREA	ISI THOMPSON		DATANT CIENCIA ¹	
	TEMAS	Media (10 primeros artículos)	TEMAS	Media (10 primeros artículos)
Ciencias Naturales y Exactas	118	26,2	48	12,2
Ciencias de la Salud	58	52,3	96	14,9
Ciencias Agrarias	11	6,4	26	11
Ingeniería y Tecnología	43	13,1	54	9,8
Ciencias Sociales	6	3,8	32	12,5
Artes y Humanidades	1	N/A	7	5,4

Según la Tabla 1, el área con mayor número de temas y subtemas es la de Ciencias Naturales y Exactas en publicaciones de alcance internacional. Salud en las nacionales. Sin embargo, más importante que el número de temas es la trayectoria de un tema en volumen de producción. Esto quiere decir que mientras más se escriba sobre un tema y sea aceptado por la comunidad científica, más sabemos de él. En este sentido. Ciencias de la Salud podría considerarse con una mayor trayectoria en la construcción de problemas y soluciones. Es importante anotar una excepción en el área de la física cuántica y el estudio de las propiedades del Galio que agrupan una cantidad de artículos muy superior a la media de cualquiera de las disciplinas alcanzando la cantidad de 122 artículos.

Entre los 10 temas con mayor producción, pueden destacarse en cada área los siguientes:

Ciencias de la Salud:

Enfermedades Tropicales: Mal de Chagas, Malaria, Leishmaniasis.

Inmunodeficiencia: Hepatitis C, Lupus, HIV.

Neurológicas: Alzheimer.

Investigaciones en analgesia, cuidado de los pacientes, educación.

Ciencias Naturales y Exactas

Física Cuántica y Estudio de Materiales.

Exploración del comportamiento intracelular.

Bacterias: Tuberculosis.

Ecología: Exploración de zonas como la Cordillera Central, Uredinales, Lagos y Bosques tropicales, descubrimiento de nuevas especies.

Ciencias Agrarias

Manipulación genética de plantas y animales de ganadería.

Procedimientos para la alimentación de aves y especies bovinas.

Estudio de suelos, hongos comestibles y tubérculos.

Ingeniería y Tecnología

¹ DATANT CIENCIA es una base de datos producida por el Grupo Redes y Actores Sociales para sistematizar todos los datos bibliográficos de la producción de instituciones antioqueñas presentes en las revistas Publindex A1, A2 y B.

Producción de Biodiesel.
Explotación del gas natural.
Redes neuronales artificiales.
Desarrollo de estructuras y columnas.
Creación y modelación de sistemas de información.

Corrosión de materiales.
Fibra óptica.
Tratamiento de aguas residuales.
Procesamiento de imágenes digitales.

Ciencias Sociales

Atención y diagnóstico de pacientes con enfermedades mentales.
Modelación de políticas públicas.
Atención a familias con pacientes de Alzheimer.
Derecho constitucional.
Política monetaria.
Desplazamiento forzado.

Ambientes de enseñanza y aprendizaje en la educación.
Déficit de atención e hiperactividad.
Conflicto y violencia.

Crecimiento de la economía.
Calidad de vida.

Artes y Humanidades

Historia de Colombia en los siglos XVII y XIX.
Relación historia y literatura colombiana.
Historia de la ciencia.
Estudios hermenéuticos.
Estudios de estética.

LAS INSTITUCIONES MÁS PRODUCTIVAS DE ANTIOQUIA

De acuerdo a las dos bases de datos examinadas por el Atlas, ISI Thompson y DATANT Ciencia², las instituciones tienen diferentes estrategias para hacer visibles sus conocimientos. Además puede afirmarse también que algunas de estas instituciones tienen mayor visibilidad en tanto ocupen los primeros puestos en el escalafón de ISI Thompson.

Tabla 2. Escalafón de Instituciones Antioqueñas por productividad ISI Thompson y DATANT Ciencia

² La primera de las revista internacionales más visibles en áreas como la medicina, las ciencias naturales, la ingeniería o las agrícolas; la segunda de revistas colombianas con alcance internacional escalafonadas por Publindex (sistema de escalafonamiento de revistas científicas de Colciencias).

RAN K	# ART	ISI THOMPSON	# ART	DATANT C
1	2676	Universidad de Antioquia	2502	Universidad de Antioquia
2	920	Universidad Nacional de Colombia sede Medellín	827	Universidad Nacional de Colombia sede Medellín
3	275	CIB	256	Universidad CES
4	272	Universidad Pontificia Bolivariana	223	Universidad EAFIT
5	140	Universidad Eafit	149	Universidad Pontificia Bolivariana
6	124	Universidad CES	126	Universidad de Medellín
7	87	Hospital Pablo Tobón Uribe	70	Hospital Pablo Tobón Uribe
8	61	Hospital Universitario San Vicente de Paúl	53	Clínica Cardiovascular Santa María
9	53	Universidad San Buenaventura Medellín	51	SENA
10	41	Instituto Colombiano de Medicina Tropical	50	Escuela de Ingeniería de Antioquia

Tanto la Universidad de Antioquia como la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín lideran ambos escalafones. En la visibilidad Internacional es relevante destacar el trabajo realizado por el Instituto de Investigaciones Biológicas con un trabajo importante en el estudio de enfermedades tropicales y otro tipo de patologías. Así mismo la Universidad CES ocupa un puesto preponderante en visibilidad en publicaciones nacionales. En ambos escalafones predomina la aparición de instituciones que tienen especialidades médicas en sus grupos de investigación, lo que concuerda con la tendencia que aparece en la descripción de temas especializados arriba. Sin embargo no es posible decir que la medicina sea el único tema relevante para la ciencia antioqueña como ya fue presentado.

3.2 COLEGIOS

En el estado actual del proyecto sólo se pudieron calcular y describir los colegios invisibles relativos a la producción ISI Thompson. En las 6 áreas de conocimiento se describe la distribución del número de colegios encontrados:

Tabla 3. Número de Colegios por Área de Conocimiento ISI Thompson

AREA DE CONOCIMIENTO	No. COLEGIOS	No. Textos que participan en Colegios (incluye referencias)
Ciencias de la Salud	21	945
Ciencias Exactas y Naturales	32	3097
Ciencias Agrarias	9	130
Ingeniería y Tecnología	15	114
Ciencias Sociales	1	47
Humanidades y Artes	0	0

Los colegios que superan los 50 textos en discusión son: 21 en Ciencias Exactas y Naturales, 7 en salud y 1 en ingenierías. Estos colegios representan la consolidación temática y el diálogo interdisciplinar que se va constituyendo en la lectura común de textos, en la práctica de citación y referenciación que representan continuidad.

Para el área de sociales y humanidades apenas es normal que no aparezcan colegios en la base de datos ISI Thompson, pues las prácticas más importantes de publicaciones están presentes en otro tipo de publicación y revistas no presentes allí.

La observación de los mapas emergentes permite futuros análisis de posibilidades de vinculación interdisciplinar, y búsqueda de colectivos académicos consolidados en temáticas concretas.

3.3 COLABORACIÓN

Los gráficos 1 y 2 hacen visible la colaboración entre Antioquia, Colombia y otras regiones del mundo. El grosor de las líneas indica volumen de colaboraciones en coautorías. En contraste es notable la presencia de mayor número de relaciones presentes en los artículos publicados en revistas presentes en ISI Thompson que en aquellas Pubindex. Implica un menor posicionamiento internacional de las revistas colombianas y que son poco atractivas para buscar hacer publicaciones conjuntas desde la perspectiva de otros países, considerando inclusive que estas revistas en su mayoría están indizadas en bases de datos internacionales para poder ser consideradas categorías A o B.

También es notable la baja colaboración en las áreas de ciencias sociales y humanidades. Esto puede explicarse en tanto las dinámicas de colaboración son diferentes para estas disciplinas en donde se publican menos cantidad de escritos en coautoría y los procesos de investigación son diferentes a aquellos en donde se emplea la experimentación.

Gráfico 1. Colaboración Presente en ISI Thompson

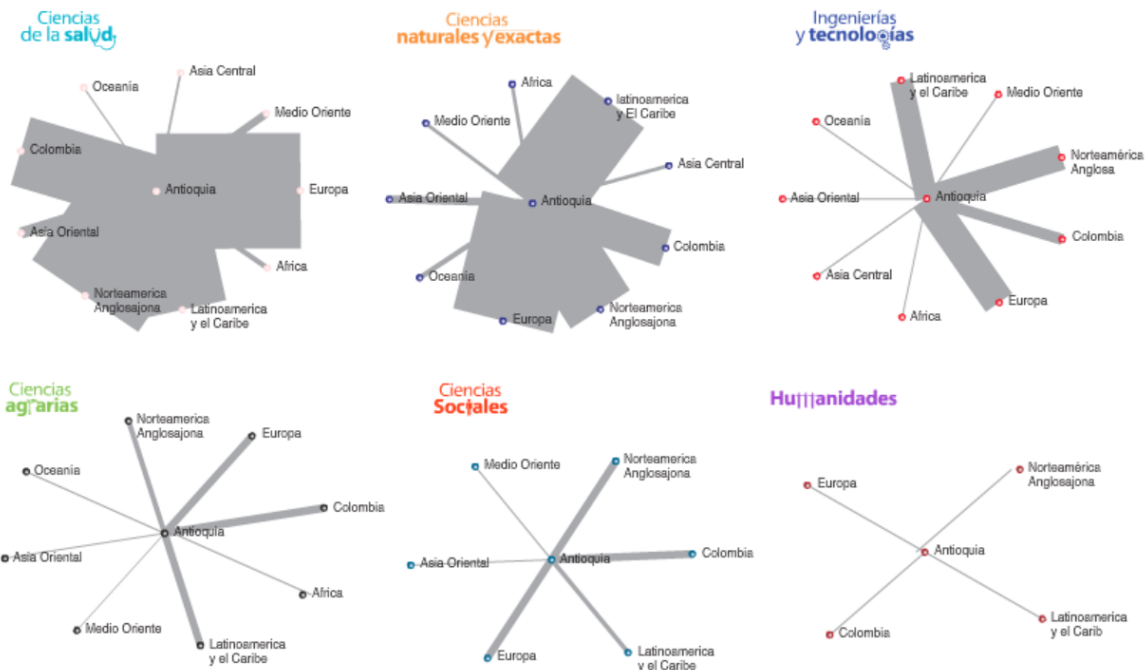
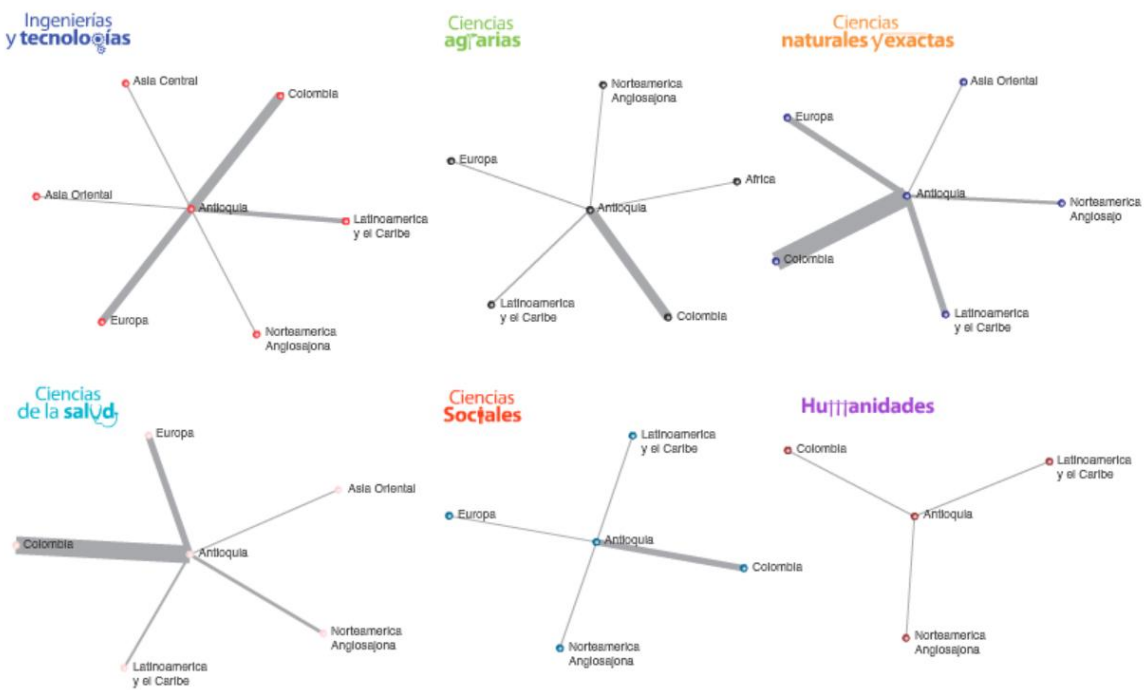


Gráfico 2. Colaboración presente en DATANT Ciencia



Finalmente es notable que el volumen de la colaboración con países latinoamericanos es casi del mismo tamaño a la colaboración con países del norte. Esto implica la importancia del desarrollo institucional de la ciencia en la consolidación de dinámicas regionales, a la

vez que se apunta a la visibilidad global en los campos como la medicina, la ingeniería o las ciencias naturales y exactas.

4. CIERRE

El Atlas de la Ciencia de Antioquia presenta una herramienta para el análisis de la producción científica en términos del conocimiento disponible para la solución de problemas regionales. Los grandes atlas de la ciencia permiten hacer mediciones generales del progreso del conocimiento científico, inclusive la posición de cada región respecto del resto del mundo. Este Atlas apuesta por la construcción de mapas a escala, con detalles mucho más precisos que permitan servir a la orientación de políticas públicas y privadas en la inversión para la innovación. Así mismo se constituyen en herramientas de vigilancia tecnológica y de contraste posible con otros centros de conocimiento en Colombia y el mundo.

Bibliografía

Callon, Michel, John Law y Arie Rip (1986). Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London: Macmillan Press.

Crane, Diana. Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities. Chicago: The University of Chicago Press, 1972.

De Nooy W, Mrvar A, Batagelj V (2005). Exploratory Social Network Analysis with Pajek. Nueva York: Cambridge University Press.

De Solla Price, Derek (1963). Little Science, Big Science. New York: Columbia University Press.

De Solla Price, Derek (1965). Networks of Scientific Papers: The Pattern of Bibliographic References Indicates the Nature of the Scientific Research Front. Science 149 (3683): 510-515, Julio 30, 1965

Leydesdorff, Loet (2001a). The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications. uPublish.com: Universal Publishers. USA

Vélez Cuartas, Gabriel (2012). Las redes de sentido como modelo para la observación de la ciencia: Luhmann desde un punto de vista estructural. En: Estrada, M y Millán, R. La teoría de los sistemas de Niklas Luhmann a prueba. México DF: Colmex, UNAM. pp 219-273