



Construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

John Alejandro Graciano Rivera

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia

2017

Construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

John Alejandro Graciano Rivera

Tesis presentada para optar al título de:
Magíster en Ingeniería – Ingeniería Administrativa

Director:

Ph.D. Jorge Robledo Velásquez

Grupo de Investigación:

Grupo de Innovación y Gestión Tecnológica

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia

2017

La verdadera ciencia enseña, sobre todo, a dudar y a ser ignorante.

Miguel de Unamuno

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia por brindarme la oportunidad y el acompañamiento a lo largo de mi formación académica no solo de posgrado sino también de pregrado.

A mi director de tesis el profesor Ph.D. Jorge Robledo Velásquez, quien supo guiar mis pasos durante este proceso.

A mi familia, especialmente a mi madre.

Resumen

El presente proyecto busca analizar el estado de construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético para la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Colombia).

Para identificar, analizar y caracterizar varios objetos de conocimiento asociados a las dinámicas de construcción y uso de los indicadores de CTI en el sector energético en el ámbito regional, el estudio aplicó una estrategia metodológica exploratoria-descriptiva de carácter mixto (cuali-cuanti) que integró la aplicación de técnicas de búsqueda y análisis de contenido documental, identificación y análisis de fuentes de datos e instrumentos para la construcción de indicadores.

Esto permitió caracterizar los indicadores de CTI disponibles y pertinentes para el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, identificar los actores con interés potencial en usar los indicadores de CTI y diagnosticar el uso de indicadores pertinentes por parte de los actores relevantes en el sector energético del Valle de Aburrá.

Se pudo concluir que el uso de los indicadores pertinentes es, en general, bajo. El mayor usuario es el sector universitario y el menor es el sector empresarial. Asimismo, la categoría de indicadores más usada es la de educación superior. El principal uso de los indicadores es como diagnóstico. Además, se elaboran recomendaciones pertinentes a los grupos de actores implicados en el uso de indicadores de CTI en el sector energético en la región.

Como trabajo futuro se propone profundizar en la búsqueda y análisis de uso de indicadores de CTI; ahondar en la evolución temporal del uso y construcción de indicadores; y realizar comparaciones de uso y construcción con entidades extranjeras.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), indicador, energético, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, gestión.

Abstract

This project seeks to analyze the state of construction and use of STI indicators in the energy sector for the formulation and evaluation of public policies and institutional strategies of the Metropolitan Area of the Aburrá Valley (Colombia).

In order to identify, analyze and characterize various knowledge objects associated with the dynamics of construction and use of STI indicators in the energy sector at the regional level, the study applied an exploratory-descriptive methodological strategy of a mixed nature (qualitative-quantitative) that integrated the application of search techniques and analysis of documentary content, identification and analysis of data sources and instruments for the construction of indicators.

This allowed us to characterize the available and pertinent STI indicators for the energy sector of the Aburrá Valley Metropolitan Area, identify the actors with potential interest in using the STI indicators and diagnose the use of relevant indicators by the relevant actors in the sector of the Aburrá Valley.

It was concluded that the use of the relevant indicators is, in general, low. The largest user is the university sector and the lowest is the business sector. Likewise, the category of indicators most used is higher education. The main use of indicators is as a diagnosis. In addition, pertinent recommendations are made to the groups of actors involved in the use of STI indicators in the energy sector in the region.

As future work, it is proposed to deepen the search and analysis of the use of STI indicators; to delve into the temporal evolution of the use and construction of indicators; and make comparisons of use and construction with foreign entities.

Keywords: Science, Technology and Innovation (STI), indicator, energy, Metropolitan Area of the Aburrá Valley, management.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Lista de abreviaturas	XV
Introducción	1
El problema.....	2
Objetivos.....	3
Metodología.....	3
Población.....	4
Métodos de recolección de información	4
Estrategia documental	4
Métodos de análisis de la información.....	4
1. Marco contextual y teórico.....	7
1.1 ¿Por qué estudiar el estado de indicadores de CTI en el sector energético? ...	7
1.2 Fundamentos.....	10
1.3 Indicadores regionales en Colombia.....	13
1.4 Clasificación de indicadores y etapas de la política	14
1.4.1 Clasificación de y usos de indicadores de CTI	14
1.4.2 Etapas de la política	15
2. Resultados	17
2.1 Oferentes y oferta de Indicadores de CTI estandarizados	17
2.1.1 Oferentes de Indicadores de CTI estandarizados	17
2.1.2 Principales Indicadores CTI ofertados	18
2.2 Sector Energético	25
2.2.1 Indicadores de CTI en el sector energético disponibles actualmente que son pertinentes para la región	25
2.2.2 Fuentes de datos y los instrumentos que se utilizan para la construcción de indicadores de CTI en el sector energético pertinentes para la región	25
2.2.3 Usuarios potenciales de los indicadores de CTI en el sector energético en la región.....	25
2.2.4 Diagnóstico del uso de indicadores de CTI pertinentes en la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales relacionadas con el sector energético de la región	28

2.3	CTI en general.....	29
2.3.1	Indicadores de CTI pertinentes para la región.....	29
2.3.2	Fuentes de datos que se utilizan para la construcción de indicadores de CTI pertinentes para la región	32
2.3.3	Usuarios potenciales de los indicadores de CTI en la región.	32
2.3.4	Diagnóstico del uso de indicadores de CTI pertinentes en la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales de la región.	33
3.	Análisis	47
3.1	Oferentes y oferta de indicadores de CTI	47
3.2	Sector energético	48
3.3	CTI en general.....	50
3.3.1	Palabras clave	50
3.3.2	Aparición de indicadores de CTI.....	51
4.	Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro	57
4.1	Conclusiones	57
4.2	Recomendaciones.....	59
4.3	Trabajo Futuro	60
4.3.1	Ampliación del estudio de uso de Indicadores de CTI	60
4.3.2	Alcance temporal.....	60
4.3.3	Comparación con entidades internacionales.....	61
A.	Anexo: Resumen completo del informe de la OCyT 2016.....	63
	Referencias.....	65

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados directa o indirectamente con el sector energético.....	9
Figura 2-1 Número de apariciones de usos de los indicadores de CTI pertinentes por cada entidad seleccionada: empresarial, gubernamental y universitaria.....	36
Figura 2-2 Apariciones de las categorías de tipo de uso para el total de los usuarios potenciales analizados.	36
Figura 2-3 Número de apariciones de las categorías por tipo de construcción para el total de los usuarios potenciales analizados.....	37
Figura 2-4 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de usuarios potenciales analizados.....	37
Figura 2-5 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades gubernamentales.	38
Figura 2-6 Número de apariciones de las categorías de tipo de uso para las entidades gubernamentales.	39
Figura 2-7 Número de apariciones de las categorías de tipo de construcción de las entidades gubernamentales.	39
Figura 2-8 Número de apariciones de los indicadores específicos en las entidades gubernamentales.....	40
Figura 2-9 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades universitarias.....	41
Figura 2-10 Número de apariciones de las categorías de tipo de uso de las entidades universitarias.....	42
Figura 2-11 Número de apariciones de las categorías de tipo de construcción de las entidades universitarias.....	42
Figura 2-12 Número de apariciones de los indicadores específicos en las universidades.....	43
Figura 2-13 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades empresariales.....	44
Figura 2-14 Número de apariciones de las categorías de tipo de uso de las entidades empresariales.	44
Figura 2-15 Número de apariciones de las categorías de tipo de construcción de las entidades empresariales.....	45
Figura 2-16 Número de apariciones de los indicadores específicos en las entidades empresariales.	45

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Tabla resumen de la estrategia metodológica.	5
Tabla 2-1: Lista de oferentes principales de indicadores de CTI y su alcance.....	17
Tabla 2-2 Lista de informes de indicadores de CTI de la Ricyt.....	18
Tabla 2-3 Resumen de informes de indicadores de CTI de la OCyT relevantes para el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	21
Tabla 2-4 Usuarios potenciales seleccionados para ser analizados y su respectivo documento.	27
Tabla 2-5 Lista de indicadores de CTI pertinentes para la región.	29
Tabla 2-6 Aparición de palabras claves para cada entidad gubernamental, empresarial y/o universitaria.	34

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
ACT	Actividades científicas y tecnológicas
ACTI	Actividades de ciencia, tecnología e innovación
CAB	Centre for Agricultural Bioscience
CTI	Ciencia tecnología e innovación
CyT	Ciencia y Tecnología
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EJC	Equivalencia a Jornada Completa
I+D	Investigación y desarrollo
ICYT	Instituto de Información y Documentación sobre Ciencia y Tecnología
IES	Institución de Educación Superior
IME	Instituto de Medicina Experimental
IPSFL	Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro
MEN	Ministerio de Educación Nacional de Colombia
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
NA	No Aplica
NBC	Núcleo Básico de Conocimiento
NSF	National Science Foundation
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OCyT	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
OLE	Observatorio laboral para la educación
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG	Organización no gubernamental
PCT	Tratado de Cooperación en materia de Patentes
PEA	Población económicamente activa
PF	Persona física
PIB	Producto Interno Bruto
PNCT+I	Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e

Abreviatura	Término
	Innovación
PPC	Producto interno bruto en paridad de poder de compra
Ricyt	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SCI	Science Citation Index
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIUST	Sistema de Información Unificado del Sector de Telecomunicaciones
SNIES	Sistema Nacional de Información de LA Educación Superior
WoS	Web Of Science

Introducción

Es ampliamente aceptado que existe una relación directa entre la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) con el desarrollo económico y social. Estos son temas de vital relevancia en cualquier sociedad y más para un país como Colombia que ve con especial anhelo un futuro de paz y prosperidad. Cerrar las brechas de desigualdad es una tarea ineludible e inaplazable.

En ese panorama, al que además se agrega una competencia que ya no es solo local sino internacional en un mundo cada vez más globalizado e interconectado, se hace imperativo generar dinámicas que permitan alcanzar estándares de alta calidad, competitividad, apertura de nuevos mercados y valor agregado para la producción local.

Para poder lograr estas dinámicas se hace indispensable el uso y la construcción de herramientas que permitan un constante monitoreo del estado del ecosistema de la innovación; dichas herramientas son por excelencia los indicadores de CTI. En particular, este trabajo intenta contribuir a mejorar las dinámicas regionales de la CTI en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en un sector que se antoja clave para la economía local como lo es el energético.

Considerando lo anterior, este estudio brindará un acercamiento al análisis de la construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Se compone de cinco secciones: después de esta primera etapa dedicada a la introducción, viene una segunda enfocada en el contexto; la tercera presenta los resultados del estudio; finalmente, la cuarta y quinta sección se dividen, respectivamente, en los análisis y la presentación de conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.

El problema

¿Cómo se construyen y usan indicadores de CTI, en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá?

Después de hacer una búsqueda, se encontró que en Colombia, el uso de los indicadores de interés regional no ha sido estudiado suficientemente y no existen reportes investigativos que analicen este fenómeno. Sin embargo, se puede demostrar la existencia de evidencias respecto a:

- El uso de indicadores en los diagnósticos y exposición de motivos que sustentan algunas políticas públicas, tanto del orden departamental como municipal.
- El uso de ciertos indicadores para definir metas de política pública.
- El uso de indicadores por parte de algunos investigadores, para mejorar nuestro conocimiento del estado y las dinámicas de la CTI en las regiones.
- El uso de algunos indicadores como insumo para el análisis en ejercicios de inteligencia competitiva de interés de agentes privados.
- El uso de indicadores, principalmente de producción científica y tecnológica, en un buen número de universidades, para evaluar el desempeño de ciertas dependencias, grupos de investigación y profesores.

Lo anterior amerita un esfuerzo por conocer mejor los indicadores usados, sus fuentes, sus usos y usuarios, y las posibilidades de acceso, principalmente en las regiones, nivel donde se constata un mayor desconocimiento de esta situación.

En resumen, podemos concluir que en el país, pero sobre todo a nivel regional, no se conoce suficientemente la dinámica de construcción y uso de indicadores de CTI, existiendo, en particular, significativas limitaciones del conocimiento sobre:

- Los indicadores pertinentes para la región, sus fuentes y su acceso;
- los datos e instrumentos que se utilizan para la construcción de indicadores de interés regional;
- los usuarios regionales y usos de los indicadores; y
- las relaciones entre productores y usuarios de los indicadores de interés regional.

En particular, el presente proyecto abordó la construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el estado de construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético para la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Objetivos específicos

1. Caracterizar los indicadores de CTI en el sector energético disponibles actualmente que son pertinentes para la región, así como sus fuentes y formas de acceso y visualización.
2. Caracterizar las fuentes de datos y los instrumentos que se utilizan para la construcción de indicadores de CTI en el sector energético pertinentes para la región.
3. Caracterizar los usuarios potenciales de los indicadores de CTI en el sector energético en la región en la formulación de políticas públicas y estrategias institucionales.
4. Diagnosticar el uso de indicadores de CTI pertinentes en la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales relacionadas con el sector energético de la región.
5. Producir recomendaciones para mejorar las dinámicas de construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético en la región

Metodología

Para identificar, analizar y caracterizar varios objetos de conocimiento asociados a las dinámicas de construcción y uso de los indicadores de CTI en el sector energético en el ámbito regional, el proyecto aplicó una estrategia metodológica exploratoria-descriptiva de carácter mixto (cuali-cuanti) que integró la aplicación de técnicas de búsqueda y análisis de contenido documental, identificación y análisis de fuentes de datos e instrumentos para la construcción de indicadores.

Población

La población de interés está conformada por organizaciones relevantes que participan en las dinámicas de uso de indicadores de CTI de interés para el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (municipalidades, universidades y empresas) y actores relevantes en el sistema regional de CTI.

Métodos de recolección de información

Estrategia documental

Para la estrategia documental se utilizaron dos tipos de documentos como fuentes de datos e información:

- a) Manuales de indicadores, documentos técnicos, analíticos y reflexivos sobre la medición de CTI.
- b) Fuentes relativas a las políticas, estrategias, análisis e informes de gestión institucionales (normativas, informes generales, directivas, políticas).

Métodos de análisis de la información

De los dos tipos documentales señalados en la estrategia documental se hizo un análisis que permitió distribuir a las organizaciones por sus funciones y características. Esta caracterización se asoció a tipologías de uso, análisis y toma de decisiones con respecto a la CTI en el sector energético. Así se obtuvo una tipología a partir de las fuentes utilizadas, herramientas consideradas y análisis observados en su producción documental. Esta tipología permitió hacer un análisis de los alcances y límites observados en la construcción y uso de indicadores.

Análisis documental cuantitativo

En cuanto al análisis cuantitativo de la información documental, fue posible hacer el rastreo de frecuencias de aparición de conceptos y temas específicos en los documentos. Ese rastreo permitió observar la relevancia o jerarquía temática en un grupo de documentos. Ese tipo de análisis permitió observar tendencias generales en la medición para caracterizar tanto las fuentes como los instrumentos empleados.

Análisis cualitativo

Del tipo de documentos señalados en literal b de la estrategia documental se sistematizaron los indicadores pertinentes en una matriz categorial, que permitió hacer análisis interpretativos. Posteriormente, según la institución, pudo contrastarse la información relativa a los usos de indicadores con la información obtenida en el análisis cuantitativo de la información. Este contraste sirvió para triangular información y permitir una mejor comprensión de la toma de decisiones, y las fuentes y herramientas utilizadas por las organizaciones.

En la Tabla 1 se presenta, de manera resumida, la metodología mixta ejecutada en el proyecto.

Tabla 1 Tabla resumen de la estrategia metodológica.

Estrategias	Población	Recolección de información	Análisis de la información
Estrategia cuantitativa	Organizaciones relevantes que participan en las dinámicas de uso de indicadores de CTI de interés para el sector energético y actores relevantes en el sistema regional de CTI	Fuentes primarias CTI en el sector energético Documentos de toma de decisiones	Análisis de redes documental (agregación de usos y fuentes disponibles) Análisis de contenido (frecuencias de palabras, ideas y conceptos)
Estrategia Cualitativa	Organizaciones relevantes que participan en las dinámicas de uso de indicadores de CTI de interés para el sector energético y actores relevantes en el sistema regional de CTI	Fuentes primarias CTI en el sector energético Documentos de toma de decisiones	Matrices categoriales, interpretación y análisis

1. Marco contextual y teórico

1.1 ¿Por qué estudiar el estado de indicadores de CTI en el sector energético?

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es asiento de un conjunto de agentes del sector energético de gran importancia a nivel nacional. Por otra parte, la energía es un producto de importancia estratégica para el mundo y un factor de competitividad empresarial y calidad de vida de las comunidades en el orden regional. A nivel de la política pública, la energía ha sido identificada como un tema de interés estratégico por el Plan Estratégico de CTI del Municipio de Medellín.

Además de esto, el Clúster Energía Eléctrica Medellín se institucionalizó el 23 de noviembre de 2006. Busca abrir nuevos mercados a nivel nacional e internacional para la industria, además de aumentar la competitividad y la consolidación de negocios mediante estrategias de integración, fortalecimiento empresarial e innovación (Cámara de Comercio de Medellín, 2017). Incluso en el plan de desarrollo de Medellín aparece: “En Medellín queremos ser el soporte del pilar de talento en la innovación de la ciudad, para que ella se convierta en el principal motor de la economía de la ciudad y de sus sostenibilidad futura” (Municipio de Medellín, 2016, p. 309).

Lo anterior es relevante porque, si bien en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se encuentran emplazados 10 municipios, el Municipio de Medellín es el de mayor población y el de mayor PIB, siendo también la capital del departamento de Antioquia y segunda ciudad de mayor tamaño del país.

En el orden internacional, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible — aprobada por los dirigentes mundiales en septiembre de 2015 en una cumbre histórica de las Naciones Unidas — entraron en vigor

oficialmente el 1 de enero de 2016. Con estos nuevos Objetivos de aplicación universal, en los próximos 15 años los países intensificarán los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático garantizando, al mismo tiempo, que nadie se quede atrás (ONU, 2017).

Los ODS aprovechan el éxito de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y tratan de ir más allá para poner fin a la pobreza en todas sus formas. Los nuevos objetivos presentan la singularidad de instar a todos los países, ya sean ricos, pobres o de ingresos medianos, a adoptar medidas para promover la prosperidad al tiempo que protegen el planeta. Reconocen que las iniciativas para poner fin a la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico y aborden una serie de necesidades sociales, entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, a la vez que luchan contra el cambio climático y promueven la protección del medio ambiente (ONU, 2017).

A pesar de que los ODS no son jurídicamente obligatorios, se espera que los gobiernos los adopten como propios y establezcan marcos nacionales para el logro de los 17 objetivos. Los países tienen la responsabilidad primordial del seguimiento y examen de los progresos conseguidos en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual será necesario recopilar datos de calidad, accesibles y oportunos. Las actividades regionales de seguimiento y examen se basarán en análisis llevados a cabo a nivel nacional y contribuirán al seguimiento y examen a nivel mundial (ONU, 2017). El sector energético tiene relación con algunos de los ODS, los cuales se visualizan en la Figura 1-1.

Agregado a lo anterior, es ampliamente aceptado que desde la Revolución Industrial, la ciencia y la tecnología han venido incrementando su impacto en la economía y el desarrollo y se han vuelto cada vez más penetrantes. Además, los tiempos de innovación son ahora generalmente más cortos, entendidos como el lapso entre el descubrimiento científico y la aplicación práctica (Dosi, Llerena, & Labini, 2006).

La dinámica del sistema de Ciencia Tecnología e Innovación (CTI) en el sector energético puede ser mejor monitoreada a través de un conjunto de indicadores, sin los cuales no es posible caracterizar de manera integral su operación y su funcionamiento;

de hecho, los indicadores son insumos esenciales para la formulación y evaluación de políticas públicas, así como para el análisis y la toma de decisiones de carácter estratégico en ámbitos organizacionales.

Figura 1-1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados directa o indirectamente con el sector energético.



Fuente: Figura elaborada por el autor con imágenes tomadas de (ONU, 2017)

Los indicadores son indispensables para la planeación de políticas públicas que permitan la difusión y explotación del conocimiento, para poder generar riqueza, bienestar social y económico; y a medida que evolucionan los sistemas de innovación deben hacerlo también los indicadores de CTI utilizados para medirlos y evaluarlos (OCDE, 2005). Por su parte, las políticas, los indicadores y programas se traducen en estrategias que pueden ser tan sencillos como la sustitución paulatina en la tecnología de electrodomésticos ineficientes desde el punto de vista energético (como las neveras y los bombillos) (Cano et al., 2013).

En las últimas décadas, el uso intensivo de indicadores de CTI ha aumentado dramáticamente; sin embargo, debe tenerse cuidado de no caer en la trampa de medir lo más sencillo, no por su utilidad sino por la simplicidad en la medición (Freeman & Soete, 2009).

De otro lado, es imperativo mejorar los beneficios asociados al uso de los indicadores, considerando los altos costos en que incurre el Estado para la producción, el mantenimiento y el acceso a la información necesaria para su construcción; igualmente, es fundamental indagar sobre las condiciones que no han permitido una buena dinámica de construcción y uso de indicadores CTI y su relación con las políticas públicas y estrategias institucionales en la región.

Los resultados de este proyecto permitirán explorar y analizar metodologías, infraestructuras y políticas de acceso y visibilidad de los indicadores CTI en el sector energético para la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

1.2 Fundamentos

El tema del presente proyecto es la construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético, entendiendo que entre construcción y uso hay una relación dinámica, de mutua necesidad y evolutiva. En efecto, la construcción de indicadores está orientada por su uso potencial, así como el uso de indicadores depende de las posibilidades de su construcción. Además, entre construcción y uso hay una relación de retroalimentación continua, en la que el uso de los indicadores existentes genera orientaciones para la construcción de nuevos y mejores indicadores, proceso descrito por Robledo y Cuartas (2000) en su análisis de la experiencia latinoamericana de construcción de indicadores en los años 90.

A nivel mundial, la construcción de indicadores de CTI inició hacia los años 30 en la Unión Soviética, seguida por Estados Unidos en la década de los 40; sin embargo, no fue sino hasta la década del 50 que la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos comenzó a aplicar sistemáticamente encuestas y a producir estadísticas e

indicadores periódicos (Sancho, 2002). Estos primeros ejercicios estuvieron orientados hacia la construcción de indicadores de I+D, posiblemente motivados por los niveles ya significativos de inversión pública en estos países y por la necesidad de proporcionar información a los analistas y tomadores de decisiones en ámbitos gubernamentales.

El término “indicadores” asociado a la ciencia y la tecnología se generalizó durante la década de los 60 (Land, 1971). En esta década, la OCDE toma la iniciativa de producir directrices para la construcción de indicadores de I+D comparables entre sus países miembros. En este contexto aparece la primera edición del Manual de Frascati en 1963. Su foco fueron los indicadores de insumo (gasto y personal), foco que ha conservado a través de sus siete ediciones hasta la última en 2015.

La práctica de uso de los indicadores de I+D con su foco en los insumos reveló que tales indicadores eran insuficientes para posibilitar un análisis adecuado del estado y la dinámica de la Ciencia y la Tecnología (CyT). Esta constatación llevó a la OCDE a producir manuales complementarios que atendían temas específicos de especial interés para los países miembros.

La experiencia de la OCDE en la construcción de indicadores está asociada, básicamente, a intereses de índole económico (dada la naturaleza de esta organización) y a las necesidades de las autoridades públicas y los estrategas empresariales de contar con información pertinente para el análisis, la toma de decisiones y la evaluación de las políticas públicas y las estrategias institucionales (OCDE, 2005).

Según Archibugi, Denni y Filippetti (2009), se presentan al menos tres importantes razones para realizar esfuerzos en capturar información e indicadores de CTI. La primera es para *análisis teórico*, ya que es posible que sean utilizados para ampliar la frontera del conocimiento sobre cambio tecnológico y comprobar o refutar teorías. La segunda es porque sirven como *fuentes de información de políticas públicas*; y la tercera por su utilidad como *fuentes para estrategias empresariales*.

Respecto a la agregación territorial, los indicadores de la OCDE se producen a nivel de país y de regiones metropolitanas, obedeciendo a dinámicas muy similares de

construcción y a una lógica de uso que valora cada vez más la necesidad de indicadores regionales.

En Colombia, la construcción de indicadores de CTI está menos documentada que en los países de la OCDE; sin embargo, desde mediados de los años 90, la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), de la cual Colombia es miembro, ha jugado un papel similar al de la OCDE respecto a los indicadores, produciendo una completa documentación de los indicadores disponibles de sus países miembros y análisis valiosos de las dinámicas de la CTI en Iberoamérica. Como resultado del trabajo de la RICYT, se ha avanzado en la producción de algunos manuales que buscan generar acuerdos sociotécnicos para la construcción de indicadores que consulten las necesidades y particularidades de los países iberoamericanos, como el Manual de Bogotá, el Manual de Lisboa y el Manual de Santiago (RICYT, 2017b).

Igualmente, la RICYT pone a disposición del público un amplio repositorio de publicaciones de interés sobre indicadores, muchos de ellos producidos en el marco de los eventos impulsados por la misma RICYT, en los cuales se analizan los indicadores y se discuten sus procesos de construcción. Sin embargo, el carácter organizacional de la RICYT es muy diferente al de la OCDE, lo cual hace que la dinámica de construcción y uso de indicadores de la OCDE y sus países miembros sea diferente a la de la RICYT y sus países miembros, respecto al compromiso mutuo para generar acuerdos sociotécnicos y procesos de aprendizaje colectivos.

Por otro lado el interés en la innovación regional ha crecido de modo significativo en los últimos treinta años, impulsado en parte por la posibilidad de usar herramientas computacionales, en parte por el creciente interés en la innovación como una fuente de ventaja competitiva y en parte por la necesidad de nuevas políticas que aborden las desigualdades y la divergencia regionales (Asheim, Smith, & Oughton, 2011).

Para finalizar, se encuentra que por fuera del ámbito de los manuales de la familia Frascati, los indicadores bibliométricos se han utilizado extensamente para evaluar la producción científica. Sin embargo, su uso ha sido discutido ampliamente, por las

limitaciones que tienen las bases de datos bibliográficas y los criterios para definir la calidad y el impacto de las publicaciones (Russell & Rousseau, 2002; Velasco, Eiros, Pinilla, & San Román, 2012). En este mismo sentido, los indicadores de patentes han sido cuestionados como indicadores de innovación y producción tecnológica (Spinak, 2003). En ambos casos, según los autores citados, tanto las bases de datos bibliográficas como las de patentes son fuentes con limitaciones para evaluar la CTI, sobre todo en los países en desarrollo.

1.3 Indicadores regionales en Colombia

La construcción de indicadores de CTI de interés regional en Colombia no ha sido suficientemente documentada en términos que describan, analicen y caractericen su dinámica. Algunos investigadores han abordado el estudio crítico de la construcción de indicadores y el acceso a los datos que posibilitan su producción e interpretación, pero con una visión predominantemente nacional y ligada a cierto tipo de indicadores (ver, por ejemplo, Robledo & Cuartas, 2000; Salazar & Holbrook, 2004; Vargas, 2005; Robledo, Malaver, & Vargas, 2009; Salazar & Albis, 2010; Vélez Cuartas, Gómez Flórez, Úsuga Ciro, & Vélez Trujillo, 2013). Además, Colciencias, el DNP, el DANE, el OCyT y algunos ministerios, han jugado papeles destacados en la producción de indicadores, como se pone de manifiesto en los informes anuales del estado de la CTI en Colombia que publica el OCyT. De nuevo aquí, los énfasis son predominantemente nacionales. Es claro que el análisis de la relación construcción / uso de los indicadores de interés regional pertenece, todavía en buena parte, al terreno de las hipótesis. Esta situación de desconocimiento hace parte de la problemática que abordará este proyecto.

Respecto al uso de los indicadores, es posible identificar cuatro instancias de interés: el país, la región, la organización y el individuo. En general, los manuales de la familia Frascati de la OCDE centran su atención en el país como usuario de los indicadores, aunque más recientemente la atención se ha dirigido también a la producción de indicadores para las regiones (principalmente regiones metropolitanas), como lo pone de manifiesto la OCDE en sus bases de datos (ver las estadísticas regionales puestas a disposición de los suscriptores en el sitio <http://dx.doi.org/10.1787/data-00531-en>).

El uso fundamental de tales estadísticas e indicadores es propiciar el conocimiento de las dinámicas de la CTI por parte de los analistas e investigadores, contribuir a la realización de diagnósticos e informes para la formulación y evaluación de políticas públicas y, más indirectamente, servir de insumos de información para los análisis de inteligencia competitiva por parte de empresas y organizaciones tanto públicas como privadas. Este uso se puede constatar no solamente en la intencionalidad manifiesta en los manuales de indicadores, sino en el uso efectivo que se da a tales indicadores en los documentos de política, tanto del orden nacional como regional, así como en los documentos de análisis estratégico de índole privada y en las investigaciones académicas. El auge del uso de los indicadores ha sido explicado por la dinámica de la relación construcción / uso, por la facilidad de acceso a los mismos y por su amplitud y variedad.

A pesar de todo, incluso en los países de la OCDE, la dinámica de construcción y uso de los indicadores tiene sus limitaciones y desafíos, como lo ponen de manifiesto Arundel (2007) y Freeman & Soete (2009). Esto constituye una prueba más de que las dinámicas de construcción y uso de indicadores puede considerarse un proceso de innovación institucional que no escapa a las dificultades que exhibe la innovación como sistema complejo adaptable.

1.4 Clasificación de indicadores y etapas de la política

1.4.1 Clasificación de y usos de indicadores de CTI

Se hace la diferencia entre indicadores construidos con dos métodos, el primero es el métodos Ad Hoc, es decir que se construyeron específicamente para un fin preciso (en este caso usualmente la gestión interna de las organizaciones) y por tanto no pueden ser generalizados ni usados con otros propósitos. El segundo es con métodos estándar, con ello se hace referencia a indicadores que tienen algún grado de cumplimiento y criterio de calidad.

Asociado a los indicadores de CTI, Archibugi, Denni, y Filippetti (2009) proponen tres usos principales: i) Análisis teórico, ii) fuente de información para políticas públicas y iii) información para estrategias empresariales.

Análisis teórico: Los indicadores de CTI pueden ser usados para expandir e incrementar el conocimiento y probar o refutar teorías.

Fuente de información para políticas públicas: Los creadores de política pública necesitan ubicar sus organizaciones en el panorama global identificando fortalezas y debilidades, para aprovechar oportunidades tecnológicas y verificar el adecuado ciclo de la política.

Información para estrategias empresariales: Los administradores usan estudios para tener un mejor conocimiento de los avances tecnológicos, especialmente en un periodo de fiera competencia internacional.

1.4.2 Etapas de la política

El uso de indicadores en el área de CTI se refleja en la toma de decisiones y con ello en la elaboración de políticas y estrategias públicas y privadas. Gault (2010) señala también que los indicadores de CTI son usados en 4 etapas de la política: i) monitorear; ii) comparar (benchmarking); iii) evaluar; y, iv) pronosticar.

“Once the strategies are implemented their activities must be monitored and progress towards the goals evaluated. Without monitoring and evaluation, there is limited policy learning. The learning of individuals, institutions and regions is an essential part of policy implementation” (Gault, 2010, p. 111).

Las siguientes son definiciones tomadas de “Innovation Strategies for Global Economy” (Gault, 2010).

Monitoreo: El uso más común de los indicadores es el uso en el monitoreo de los sistemas de innovación por medio de la comparación de valores en un conjunto de indicadores a través del tiempo.

Comparación (Benchmarking): Monitorear es una cosa, pero decidir que se quiere lograr y como se va a hacer es otra. Hay dos importantes aproximaciones para la comparación. El primero es decidir sobre un conjunto de indicadores que son relevantes

para la política. Una vez están acordados, puede ser planteada la meta e idealmente soportarla en políticas y programas. Un segundo enfoque consiste en acordar el conjunto de indicadores y luego seleccionar otro sistema que, en otros aspectos, sea comparable pero que tenga un mejor rendimiento de acuerdo con un conjunto de criterios de rendimiento. Los valores del conjunto de indicadores para el sistema comparable se convierten en los objetivos. La ventaja del segundo enfoque es que incluye un elemento dinámico ya que el sistema de comparación puede reaccionar de forma bastante diferente a los shocks económicos.

Evaluación: Se refiere a la asignación efectiva y eficiente de recursos para alcanzar un conjunto de objetivos.

Pronóstico: Es un ejercicio de previsión de futuros, no hay una aproximación sencilla de ello.

2. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del estudio de indicadores pertinentes y disponibles, así como los hallazgos respecto a su construcción y uso. Los principales apartados del capítulo son: Oferentes y oferta de indicadores; Construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético; y, por último, un acercamiento a la construcción y uso de indicadores de CTI en general para el área metropolitana del Valle de Aburrá.

2.1 Oferentes y oferta de Indicadores de CTI estandarizados

2.1.1 Oferentes de Indicadores de CTI estandarizados

El listado de los principales oferentes de indicadores de CTI se muestra en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Lista de oferentes principales de indicadores de CTI y su alcance.

Institución	Alcance
OCDE	Mundial
Ricyt	Iberoamericano e Interamericano
OCyT	País (Colombia)
SIC	País (Colombia)
MEN	País (Colombia)
WoS	Mundial
SCOPUS	Mundial
OMPI	Mundial
No se encontró una entidad dedicada a la creación de indicadores de CTI para la región. Cabe anotar que hay entidades que están en capacidad de hacerlo bajo pedido, como la Ricyt y la OCyT. Existe un observatorio de CT+i creado por la corporación Ruta N, pero está dedicado a las oportunidades de mercado y a hacer vigilancia tecnológica. Además, no tiene ingreso de información desde el año 2016	Región (Área Metropolitana del Valle de Aburrá)

2.1.2 Principales Indicadores CTI ofertados

Dada la amplia variedad de indicadores ofertados por la OCDE, no se realizó la clasificación de todos los informes de indicadores publicados, ya que no aportaban gran información a nivel de regiones. Aun así, la OCDE fue nombrada en la Tabla 1, dada la importancia como referente de este actor en la formulación de indicadores y manuales.

En la Tabla 2-2 se muestra un resumen de datos presentados en los informes realizados por la Ricyt. Dicha tabla contiene la categoría, el tipo de indicador y la desagregación del mismo.

Tabla 2-2 Lista de informes de indicadores de CTI de la Ricyt.

Informe de la Ricyt		
Categoría	Indicador	Desagregación
Indicadores de contexto	Población	País y año
	Población económicamente activa (PEA)	País y año
	Producto bruto interno en dólares (PIB)	País y año
	Producto bruto interno en paridad de poder de compra (PPC)	País y año
Indicadores de insumo (recursos financieros)	Gasto en ciencia y tecnología en dólares	ACT, I+D, país y año
	Gasto en ciencia y tecnología en PPC	ACT, I+D, país y año
	Gasto en CyT en relación al PIB	ACT, I+D, país y año
	Gasto en CyT por habitante en dólares	ACT, I+D, país y año
	Gasto en CyT por habitante en PPC	ACT, I+D, país y año
	Gasto en I+D por investigador en miles de dólares	PF, EJC, país y año
	Gasto en I+D por investigador en PPC	PF, EJC, país y año
	Gasto en I+D por tipo de investigación	Investigación básica, investigación aplicada, desarrollo experimental, país y año
	Gasto en ACT por sector de financiamiento	Gobierno, empresas, educación superior, organización privada sin fines de lucro, extranjero, país y año
	Gasto en I+D por sector de financiamiento	Gobierno, empresas, educación superior, organización privada sin fines de lucro, extranjero, país y año
Gasto en ACT por sector de ejecución	Gobierno, empresas, educación superior,	

		organización privada sin fines de lucro, país y año
	Gasto en I+D por sector de ejecución	Gobierno, empresas, educación superior, organización privada sin fines de lucro, país y año
	Gasto en ACT por objetivo socioeconómico*	País y año
	Gasto en I+D por objetivo socioeconómico	País y año
	Créditos presupuestarios públicos en I+D por objetivo socioeconómico	País y año
	Gasto en I+D por disciplina científica	País y año
Indicadores de insumo (recursos humanos)	Personal de ciencia y tecnología (PF)	Investigadores, becarios de I+D/doctorados, técnicos y personal asimilado, personal de apoyo, personal de servicios de CyT, país y año
	Personal de ciencia y tecnología (PF)	Investigadores, becarios de I+D/doctorados, técnicos y personal asimilado, personal de apoyo, personal de servicios de CyT, país y año
	Investigadores por cada mil integrantes de la PEA	PF, EJC, país y año
	Personal por género	Investigadores, becarios de I+D/doctorados, técnicos y personal asimilado, personal de apoyo, personal de servicios de CyT, país y año. Cada uno por personal masculino y femenino.
	Investigadores por sector de empleo (PF)	Gobierno, empresas, educación superior, organización privada sin fines de lucro, país y año
	Investigadores por sector de empleo (EJC)	Gobierno, empresas, educación superior, organización privada sin fines de lucro, país y año
	Investigadores por disciplina científica (PF)	País y año
	Investigadores por disciplina científica (EJC)	País y año
	Investigadores por nivel de formación (PF)	Doctorado, maestría, licenciado o equivalente, terciario no universitario, país y año.
	Investigadores por nivel de formación	Doctorado, maestría,

	(EJC)	licenciado o equivalente, terciario no universitario, país y año.
Graduados en educación Superior	Titulados de grado	Área de conocimiento, país y año
	Titulados de maestrías	Área de conocimiento, país y año
	Doctorados	Área de conocimiento, país y año
Indicadores de patentes	Solicitudes de patentes	Residentes, no residentes, país y año.
	Patentes otorgadas	Residentes, no residentes, país y año.
	Tasa de dependencia (patentes solicitadas por no residentes)	País y año
	Tasa de autosuficiencia (patentes solicitadas por residentes)	País y año
	Coeficiente de invención (patentes solicitadas por residentes cada 100.000 habitantes)	País y año
	Solicitud de patentes PCT	País y año
Indicadores bibliométricos	Publicaciones en SCI	País y año
	Publicaciones en SCOPUS	País y año
	Publicaciones en Pascal	País y año
	Publicaciones en INSPEC	País y año
	Publicaciones en Compendex	País y año
	Publicaciones en Chemical Abstracts	País y año
	Publicaciones en Biosis	País y año
	Publicaciones en MEDLINE	País y año
	Publicaciones en CAB International	País y año
	Publicaciones en ICYT	País y año
	Publicaciones en IME	País y año
	Publicaciones en PERIODICA	País y año
	Publicaciones en CLASE	País y año
	Publicaciones LILACS	País y año
	Publicaciones en SCI por habitante	País y año
	Publicaciones en SCOPUS por habitante	País y año
	Publicaciones en Pascal por habitante	País y año
Publicaciones en SCI en relación al PIB	País y año	
Publicaciones en SCOPUS en relación al PIB	País y año	
Publicaciones en Pascal en relación al PIB	País y año	
Publicaciones en SCI en relación al gasto en I+D	País y año	

	Publicaciones en Scopus en relación al gasto en I+D	País y año
	Publicaciones en Pascal en relación al gasto en I+D	País y año
	Publicaciones en SCI cada 100 investigadores	PF, EJC, país y año
	Publicaciones en SCOPUS cada 100 investigadores	PF, EJC, país y año
	Publicaciones en Pascal cada 100 investigadores	PF, EJC, país y año

Fuente: Tabla elaborada por el autor con información tomada de (RICYT, 2017a).

* La energía es un objetivo socioeconómico definido por la OCDE para la CTI.

En la Tabla 2-3 se muestra un resumen de datos relevantes para la región y el sector energético presentados en los informes realizados por el OCyT. Dicha tabla contiene la categoría, el tipo de indicador y la desagregación y fuente del mismo. Solo se realizó la clasificación de la fuente para este oferente, debido a la importancia regional que tiene. El resumen completo del informe de la OCyT 2016 se encuentra como anexo al documento en la Tabla A-1.

Tabla 2-3 Resumen de informes de indicadores de CTI de la OCyT relevantes para el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

OCyT			
Categoría	Indicador	Desagregación	Fuentes de Datos
Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación	Financiación gubernamental para I+D por objetivo socioeconómico	*Aparece energía entre otros y por año	OCyT
	Financiación gubernamental para I+D por objetivo socioeconómico	*Aparece energía entre otros y por año	OCyT
	Inversión nacional en ACTI e I+D por entidad territorial	Departamento y año	OCyT; DANE - EDIT II a VII, EDITS IV y V; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015
Formación científica y tecnológica	Graduados en universidades nacionales por entidad territorial, 2015	Pregrado universitario, maestría, doctorado y departamento	Ministerio de Educación Nacional (Men), Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y

			actualización a diciembre 2016 http://www.graduado.scolombia.edu.co:8380/eportal/web/observatorio-laboral/
	Graduados en programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y Núcleo Básico de Conocimiento NBC	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros y por año	Men, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2016
	Programas nacionales de maestría por área OCDE y NBC	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros y por año	Men, SNIES, consulta y actualización a diciembre 2016
	Programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros y por año	Men, SNIES, consulta y actualización a diciembre 2016
Capacidades nacionales en ciencia y tecnología	Grupos de investigación según entidad territorial	Activo, no activo, departamento y año	GrupLAC y CvLAC, corte marzo 2016
	Investigadores activos vinculados a grupos por entidad territorial	Departamento y año	GrupLAC y CvLAC, corte marzo 2016
Medición de grupos de investigación e investigadores	Distribución de los grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación clasificados por entidad territorial	Escalafón y departamento	Colciencias, resultados convocatoria 737 de 2015
	Tipo de investigador según entidad territorial de afiliación institucional	Investigador Emérito, Investigador Sénior, Investigador Asociado, Investigador Junior y departamento	Colciencias, resultados convocatoria 737 de 2015
Producción bibliográfica	Revistas indexadas en Publindex según área OCDE	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros, NBC y año	Publindex
	Revistas indexadas en Publindex según entidad territorial de la institución editora	Departamento y año	Publindex

	Distribución de la producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas por entidad territorial	Web of science core collection, Web of science SciELO CI, Scopus, departamento y año.	WoS, Scopus, Consulta diciembre 2016
Títulos de propiedad industrial	Patentes de invención presentadas y concedidas por residentes ante la oficina de la SIC, por sector	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros, presentadas, concedidas y año	SIC
	Patentes de invención presentadas y concedidas por no residentes ante oficina de la SIC, por sector	*Aparece ingeniería eléctrica entre otros, presentadas, concedidas y año	SIC
	Patentes, Modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos ante la oficina de la SIC, por departamento	NA	SIC
	Patentes presentadas y concedidas por la oficina de la SIC, por departamento	Año	SIC
	Patentes de modelo de utilidad presentadas y concedidas por la oficina de la SIC, por departamento	Año	SIC
	Diseños industriales presentados y concedidos por la oficina de la SIC, por departamento	Año	SIC
Innovación en el sector servicios	Personal ocupado que participó en la realización de actividades de desarrollo e innovación tecnológica según el departamento donde se ejecutaron	Año	DANE, EDITS II – V

	las actividades		
Tecnologías de la información y las comunicaciones - TIC	Número de suscriptores a internet dedicado según entidad territorial	Departamento y año	SIUST (2006 - 2009) http://www.siuist.gov.co/siust/ ; MinTIC (2010 - 2015) http://estrategiaticolombia.co/estadisticas/stats.php?s=1
	Número de registros de software según entidad territorial	Departamento y año	Dirección Nacional de Derechos de Autor (2016)
Cultura en ciencia, tecnología e innovación	Número de grupos de investigación que cuentan con productos de divulgación científica según entidad territorial	Departamento y año	Colciencias, GrupLAC, corte diciembre 2016
	Número de niños, niñas y jóvenes que participan en el Programa Ondas, según entidad territorial	Departamento y año	Colciencias, corte diciembre 2016
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias	Monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según entidad territorial	Número, monto, departamento y año	Colciencias
	Inversión total en proyectos aprobados según PNCT+I	*Aparece Investigaciones en energía y minería entre otras categorías, Número de Proyectos, Monto financiado por Colciencias, Contrapartida y otras fuentes, Monto total proyectos aprobados y porcentaje	Colciencias
	Proyectos aprobados según PNCT+I y tipo de institución	*Aparece Investigaciones en energía y minería entre otras categorías, IES públicas, IES privadas, Centros de investigación	Colciencias

		y desarrollo tecnológico, Empresas, Entidades Gubernamentales, Hospitales y Clínicas	
	Proyectos aprobados por Colciencias según entidad territorial	Departamento	Colciencias
	Proyectos aprobados según entidad territorial de la institución ejecutora y PNCT+I	Departamento	Colciencias

Fuente: Elaboración del autor con base en el informe “Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2016” (OCyT, 2017)

2.2 Sector Energético

2.2.1 Indicadores de CTI en el sector energético disponibles actualmente que son pertinentes para la región

Después de realizar una búsqueda de los indicadores de CTI disponibles actualmente y pertinentes para el sector energético para la región, en los informes publicados por los oferentes listados en la Tabla 1, no se encontró ningún resultado desagregado a nivel regional para el sector energético. Por otro lado, si bien no están disponibles actualmente, los indicadores pueden ser construidos bajo pedido.

2.2.2 Fuentes de datos y los instrumentos que se utilizan para la construcción de indicadores de CTI en el sector energético pertinentes para la región

Al no encontrarse indicadores disponibles y pertinentes, realizar esta tarea no fue posible. Pero se reconoce que es viable obtener la información para su construcción, dado que los datos están contenidos en las fuentes listadas en la Tabla 2-3.

2.2.3 Usuarios potenciales de los indicadores de CTI en el sector energético en la región

La selección de usuarios potenciales de indicadores se realizó pensando en que es necesario hacer un estudio inicial de diferentes sectores que sean de gran relevancia

para el desarrollo económico y bienestar social, como lo proponen Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y Vaivode (2015) en el modelo de Triple Hélice. Los sectores son: el universitario, el empresarial y el gubernamental.

Considerando que la ley 152 de 1994 define como máximo instrumento de la planeación local y estratégica los Planes de Desarrollo, los cuales además son contemplados en el artículo 339 de la constitución política de Colombia, y que tienen como objetivo asegurar el uso eficiente de sus recursos y el desempeño adecuado de las funciones que les hayan sido asignadas por la constitución y la ley a las instituciones públicas, los documentos a analizar serán los Planes de Desarrollo de las entidades que sean seleccionadas.

Para las entidades de carácter privado se analizarán documentos de naturaleza similar a los planes de desarrollo, como informes de gestión, ya que este tipo de instituciones no están obligadas por la ley colombiana a tener planes de desarrollo.

Universidades

La selección de Universidades se hizo teniendo en cuenta las siguientes características:

- Instituciones de educación superior acreditadas en alta calidad con emplazamiento en el Valle de Aburrá.

La calidad, así entendida, supone el esfuerzo continuo de las instituciones para cumplir en forma responsable con las exigencias propias de cada una de sus funciones (Consejo Nacional de Acreditación, 2017).

¿Qué es la Acreditación de Alta Calidad?

A diferencia del registro calificado, que es obligatorio y se otorga como un prerrequisito para poder operar, la Acreditación de Alta Calidad es voluntaria. Es un reconocimiento público que hace el Ministerio de Educación a las instituciones que tienen esta característica; es pues, una señal ante el país y el mundo de garantía de una excelente formación académica y humana (Universidad EAFIT, 2017).

- Por la temática del estudio se decidió tener en cuenta únicamente instituciones con tres o más programas relacionados con ingeniería y que contaran con al menos un programa académico relacionado con el sector energético.
- Dado el número de instituciones acreditadas que pasó el primer y segundo filtro, se tomó la decisión de trabajar con una muestra de tres universidades (40% del total).

Empresas

Se seleccionaron dos empresas con presencia en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y relacionadas con el sector energético. El criterio adicional fue seleccionar las dos de mayor valor comercial, bajo el supuesto de que las empresas más grandes tenderán a estar mejor organizadas y a hacer mejor uso de los recursos e información disponible.

Gubernamentales

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá tienen asiento 10 municipios; se decidió trabajar con ocho de estos 10 municipios, así como con la gobernación del departamento de Antioquia. Los municipios se seleccionaron basados en su población, de mayor a menor.

La Tabla 2-4 muestra los usuarios potenciales seleccionados a ser analizados y el respectivo documento analizado para cada entidad.

Tabla 2-4 Usuarios potenciales seleccionados para ser analizados y su respectivo documento.

Usuario potencial seleccionado	Documento respectivo analizado
Gubernamentales	
Gobernación de Antioquia	Plan de desarrollo “Antioquia piensa en grande” 2016-2019
Municipio de Medellín	Plan de desarrollo “Medellín cuenta con vos” 2016-2019
Municipio de Copacabana	Plan de desarrollo “Copacabana somos todos” 2016-2019
Municipio de Bello	Plan de desarrollo “Bello ciudad del progreso” 2016-

	2019
Municipio de Envigado	Plan de desarrollo "Vivir mejor un compromiso con Envigado" 2016-2019
Municipio de Sabaneta	Plan de desarrollo "Sabaneta de todos" 2016-2019
Municipio de Itagüí	Plan de desarrollo "Itagüí avanza con equidad para todos" 2016-2019
Municipio de la Estrella	Plan de desarrollo "Municipio la Estrella seguimos avanzando" 2016-2019
Municipio de Caldas	Plan de desarrollo "Caldas progresa" 2016-2019
Universitarios	
Universidad Nacional de Colombia	Plan global de desarrollo 2016-2018
Universidad de Antioquia	Plan de desarrollo 2006-2016
Universidad de Medellín	Plan de Desarrollo Estratégico "Tradición e Innovación Compromiso con la Excelencia" 2015-2020
Empresariales	
ISA (Interconexión eléctrica S.A.)	Reporte integrado de gestión de ISA 2016
EPM (Empresas Públicas de Medellín)	Informe de gestión 2016

2.2.4 Diagnóstico del uso de indicadores de CTI pertinentes en la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales relacionadas con el sector energético de la región

Después de hacer la búsqueda de indicadores de CTI en el sector energético usados por parte de los usuarios potenciales analizados, se encontró que únicamente dos hacen uso de indicadores de CTI en el sector energético y que estos solo usan un indicador cada uno. Del total de usuarios seleccionados, la Universidad Nacional de Colombia y el Municipio de Medellín tienen en cuenta algún Indicador de CTI relacionado con el sector energético.

- Universidad Nacional de Colombia

Indicador: Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores radicados en el territorio -2,37% de las publicaciones en Scopus de la Universidad corresponden a energía.

Construcción: Entidad extranjera Uso: Diagnóstico

- Municipio de Medellín

Indicador: Número de Proyectos financiados -Proyectos de investigación para la innovación en fuentes alternativas de energía.

Construcción: Método Ad Hoc **Uso:** Formulación de metas/objetivos

2.3 CTI en general

2.3.1 Indicadores de CTI pertinentes para la región

Los indicadores actualmente disponibles son los que aparecen en la Tabla 2-3 que estén desagregados por departamento.

Los indicadores Ad Hoc son utilizados comúnmente; estos no se catalogaron como públicamente disponibles, dado que son únicamente de manejo interno en cada organización.

Aun cuando no todos estén disponibles, la siguiente es una tabla elaborada basada en los informes presentados por las organizaciones listadas en la Tabla 2-1 y los resultados del proyecto “Indicadores de CTI para Medellín y Antioquia” (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, 2013). En esta tabla se enuncian los indicadores pertinentes que deberían ser medidos para una evaluación adecuada de la CTI en la región.

Tabla 2-5 Lista de indicadores de CTI pertinentes para la región.

Categoría	Indicador específico	Descripción
Inversión en ciencia, tecnología e innovación	Inversión en I+D como % del PIB	El indicador básico de uso generalizado a nivel mundial, para medir en esfuerzo de los países en materia científica y tecnológica es la inversión en I+D sobre el PIB (inversión en I+D como proporción del PIB). La inversión nacional en I+D es la sumatoria de las inversiones efectuadas por diversos sectores: Sector administración pública (Entidades del Gobierno Central, Entes Territoriales), Sector empresarial (empresas privadas y públicas, IPSFL al servicio de las empresas), Entidades del conocimiento

		(IES, Centros de investigación y desarrollo tecnológico), Hospitales y clínicas, Instituciones privadas sin ánimo de lucro (ONG, Asociaciones y agremiaciones profesionales) y el sector extranjero.
	Inversión en ACTi como % del PIB	Este indicador mide no solamente la inversión I+D sino, además, la inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI), que incluyen: I+D, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Administración y otras actividades de apoyo y, Actividades de innovación.
	Número de Proyectos financiados	Este indicador mide el número de proyectos de CTI financiados por los diferentes agentes en la región.
	Incentivos tributarios otorgados por actividades de CTI a entidades asentadas en la región	Incentivos tributarios otorgados por Colciencias, por actividades de CTi, a entidades asentadas en la región. Este indicador registra solamente la aprobación del incentivo, no la efectiva aplicación del mismo.
Educación superior	Número de IES	Número de Instituciones de Educación Superior en la región.
	Número de graduados de IES	Número de graduados de las Instituciones de Educación Superior en la región.
	Número de becas de educación superior	Número de becas de educación superior otorgadas a beneficiarios en la región
	Inversión en plantas de planteles educativos	Inversión en plantas de planteles educativos dedicados a ACTi
	Número de plantas educativas intervenidas	Número de plantas de planteles educativos dedicados a ACTi intervenidas
	Estudiantes matriculados en instituciones de educación superior	Número de graduados de las Instituciones de Educación Superior en la región.
Capacidades en ciencia, tecnología e innovación	Personal de I+D	Investigadores adscritos a grupos de investigación avalados por instituciones de la región.
	Número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias	Número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias avalados al menos por una institución en la región.
Producción bibliográfica y	Número de patentes (otorgadas y	Número de patentes (otorgadas y solicitadas) de residentes en la territorio

técnica	solicitadas) de residentes en la territorio	
	Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores radicados en el territorio	Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores afiliados a instituciones en la región.
Innovación empresarial	Personal ocupado en actividades de innovación empresarial en la región	Número de empleados que participó en las actividades dirigidas a la implementación de productos, procesos, técnicas organizacionales o de comercialización, nuevos o significativamente mejorados.
	Demografía de empresas innovadoras (Número de empresas por grado de innovación)	Los grados de innovación describen las capacidades para crear nuevas posibilidades técnicas, a partir de nuevas tecnologías, modificación o mejora de tecnologías existentes, procesos de eslabonamiento, mejoras en los procesos, en las técnicas de organización o comercialización.
	Inversión en innovación empresarial	Las condiciones de la inversión resultan determinantes para la acumulación de capacidades para innovar (Manual de Bogotá, p.50) se consideran como actividades conducentes a la innovación, la I+D, la adquisición de maquinaria y equipo, la adquisición y desarrollo de software, las tecnologías de gestión, la transferencia de tecnología y consultoría, los procesos de reingeniería y diseño industrial, la formación y capacitación
Emprendimiento innovador	Capital de riesgo invertido en emprendimiento	Monto de las inversiones de capital de riesgo en emprendimientos localizados en la región.
	Fortalecimiento o creación de empresas	Mide el número de empresas creadas o fortalecidas, dedicadas al sector de CTI.
Vinculación y redes	Condiciones de la red	Indicador de condiciones de la red se construye a partir de los constructos "Organizaciones de soporte", "Factores de agrupamiento" y "Ambiente competitivo"
	Desempeño de la red	Indicador de eficacia de una red que se construye a partir de los constructos "Dinamismo del cluster", "Significancia del cluster" e "Interacción del cluster"
Ambiente	Huella Ecológica	La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace sobre los servicios que

		prestan los ecosistemas del planeta en relación con su capacidad de prestarlos. Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos e, idealmente también, el volumen de aire), necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo con su modo de vida, de forma indefinida. Su relación con la innovación se da, precisamente, en la forma como los humanos adaptan sus tecnología para impactar apropiadamente el ambiente de manera que la demanda y la oferta de servicios ecosistémicos tenga un equilibrio sostenible.
Económicos	exportaciones de mediana y alta tecnología	Exportaciones de mediana y alta tecnología de negocios asentados en la región.
	Inversión extranjera directa	Inversión extranjera directa en materia de CTI
Apropiación social de la CTI	Presupuesto o inversión	Inversión de los agentes en iniciativas de apropiación social de la CTI

Fuente: Elaboración del autor con base en el informe final del proyecto “Indicadores de CTI para Medellín y Antioquia” (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, 2013).

2.3.2 Fuentes de datos que se utilizan para la construcción de indicadores de CTI pertinentes para la región

Las que están listadas en la Tabla 2-3, son principalmente encuestas, bases de datos de Colciencias, bases de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio y bases de datos bibliográficas.

Aparte de estas, se utilizan fuentes propias de cada institución.

2.3.3 Usuarios potenciales de los indicadores de CTI en la región.

Se utilizarán los mismos que se listaron en la sección 1.2.3. Dado que la intención fue analizar el estado de construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético

para la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se hizo necesario establecer un acercamiento al uso y construcción de indicadores de CTI en general.

2.3.4 Diagnóstico del uso de indicadores de CTI pertinentes en la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales de la región.

Para realizar el diagnóstico del uso se acudió a una búsqueda de palabras clave relacionadas con el listado de indicadores pertinentes; las palabras clave y la aparición en cada documento se muestra en la Tabla 2-6.

Las siguientes figuras (Figuras 2-1 a 2-16) muestran los usos de indicadores de CTI de los usuarios seleccionados. Las figuras muestran los resultados de apariciones totales por categoría de indicador, por indicador, así como sus tipos de uso y construcción.

Tabla 2-6 Aparición de palabras claves para cada entidad gubernamental, empresarial y/o universitaria.

	Departamento de Antioquia	Municipio de Medellín	Municipio de Bello	Municipio de Itagüí	Municipio de Envigado	Municipio de Caldas	Municipio de Copacabana	Municipio de La Estrella	Municipio de Sabaneta
Patentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Becas	1	6	5	2	2	0	0	0	4
Indicadores de ciencia y tecnología	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Artículo(s) o publicación (es)	3	70	19	88	29	29	15	14	25
Investigación y desarrollo (I+D)	4	3	0	0	1	0	0	0	0
Ciencia y Tecnología	5	3	0	0	4	0	0	0	4
Ecología (Ecológica)	8	58	3	1	28	2	2	8	1
Capital Humano	10	11	1	1	1	2	0	4	0
Educación terciaria	11	11	0	4	0	3	3	0	3
Exportación(es)	23	0	0	0	5	0	1	2	0
Energía (Energética)	58	37	0	3	14	7	9	15	13
Capital	60	48	2	6	11	17	5	15	17
Inversión	94	127	30	44	303	79	33	70	62
Red(es)	70	141	8	22	141	8	25	25	26
Indicador o indicadores	702	691	30	139	340	51	295	93	166
Matricula(s) o matriculado(s)	19	16	4	0	20	4	12	5	8
Ambiente	63	207	27	21	154	32	33	44	35
Ciencia	25	98	6	0	21	4	11	8	39
Educación	346	431	59	83	326	84	150	120	132
Graduados	0	3	0	0	2	0	0	0	0
Fortalecimiento	203	256	18	46	133	57	64	79	79
Formación	335	159	17	28	130	16	30	25	33
Investigación	42	75	6	6	49	1	0	13	19
Innovación	87	121	2	8	73	10	21	26	44

Tabla 2-6: (Continuación)

	ISA	EPM	Universidad de Antioquia	Universidad de Medellín	Universidad Nacional de Colombia
Patentes	1	0	3	0	13
Becas	0	0	2	0	6
Indicadores de ciencia y tecnología	0	0	0	0	0
Artículo(s) o publicación (es)	32	0	7	0	33
Investigación y desarrollo (I+D)	2	1	6	0	19
Ciencia y Tecnología	0	0	5	0	6
Ecología (Ecológica)	0	0	1	0	0
Capital Humano	3	0	0	0	8
Educación terciaria	0	0	0	0	26
Exportación(es)	0	1	1	0	0
Energía (Energética)	829	128	4	0	2
Capital	150	7	6	0	15
Inversión	386	47	14	0	59
Red(es)	120	24	17	0	9
Indicador o indicadores	59	14	3	0	41
Matricula(s) o matriculado(s)	0	1	10	0	60
Ambiente	25	20	11	1	5
Ciencia	1	0	31	2	67
Educación	22	8	102	3	175
Graduados	0	0	0	5	0
Fortalecimiento	19	8	12	10	30
Formación	29	4	72	10	71
Investigación	12	3	108	14	145
Innovación	42	5	27	22	60

- Información correspondiente al total de usuarios potenciales seleccionados:

Figura 2-1 Número de apariciones de usos de los indicadores de CTI pertinentes por cada entidad seleccionada: empresarial, gubernamental y universitaria.

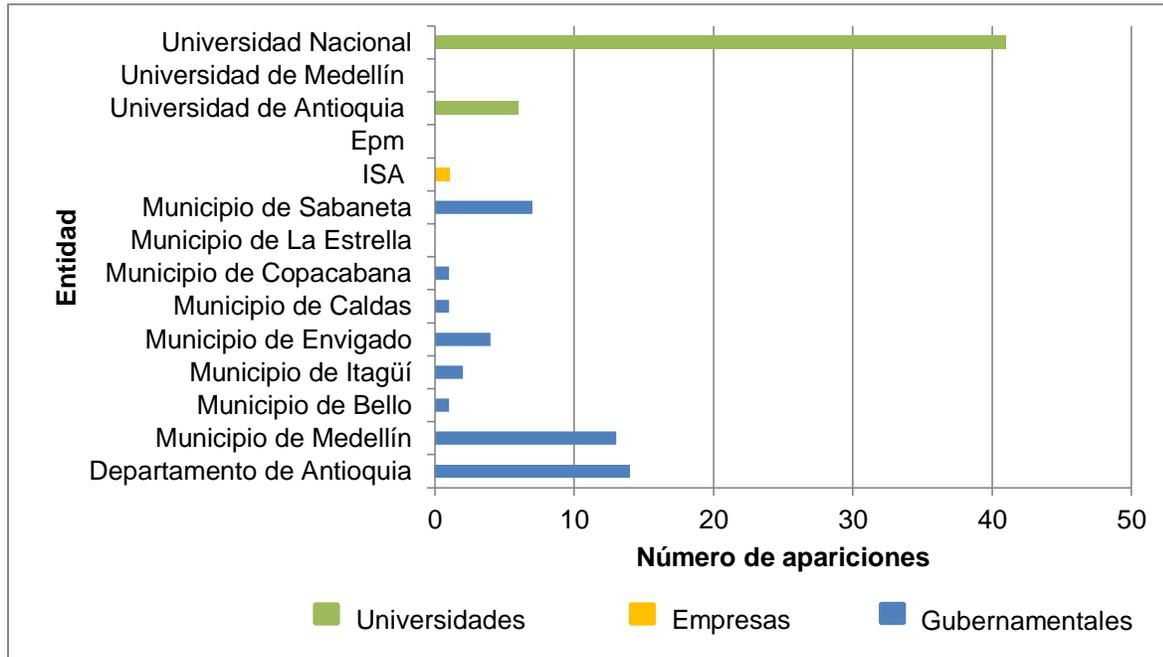


Figura 2-2 Apariciones de las categorías de tipo de uso para el total de los usuarios potenciales analizados.

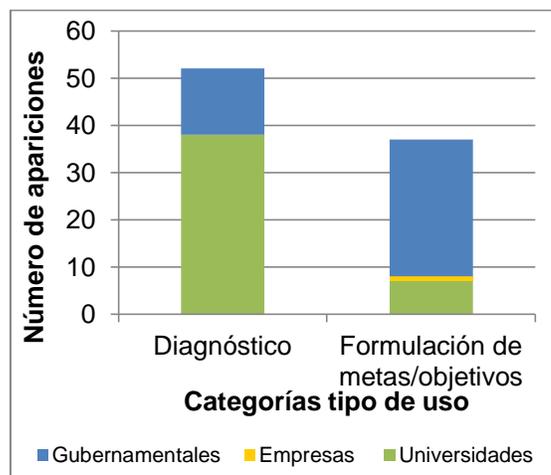


Figura 2-3 Número de apariciones de las categorías por tipo de construcción para el total de los usuarios potenciales analizados.

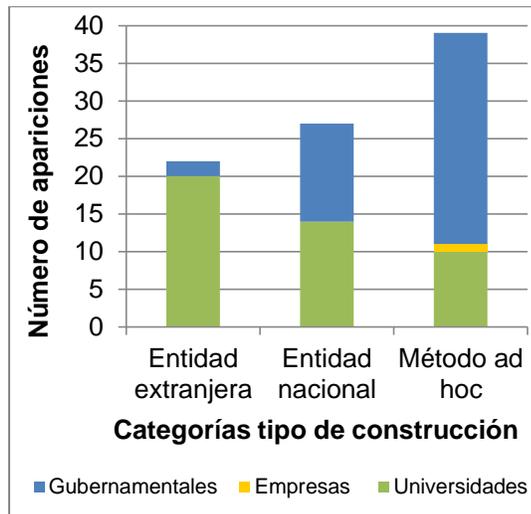
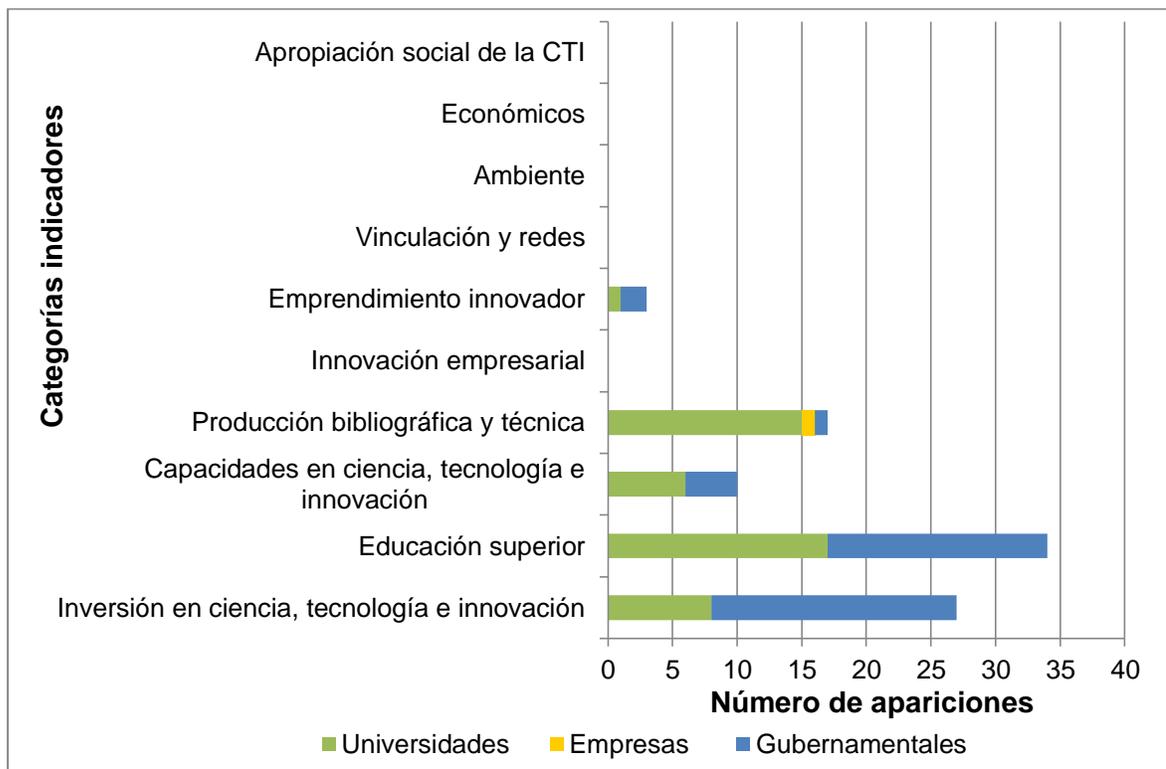
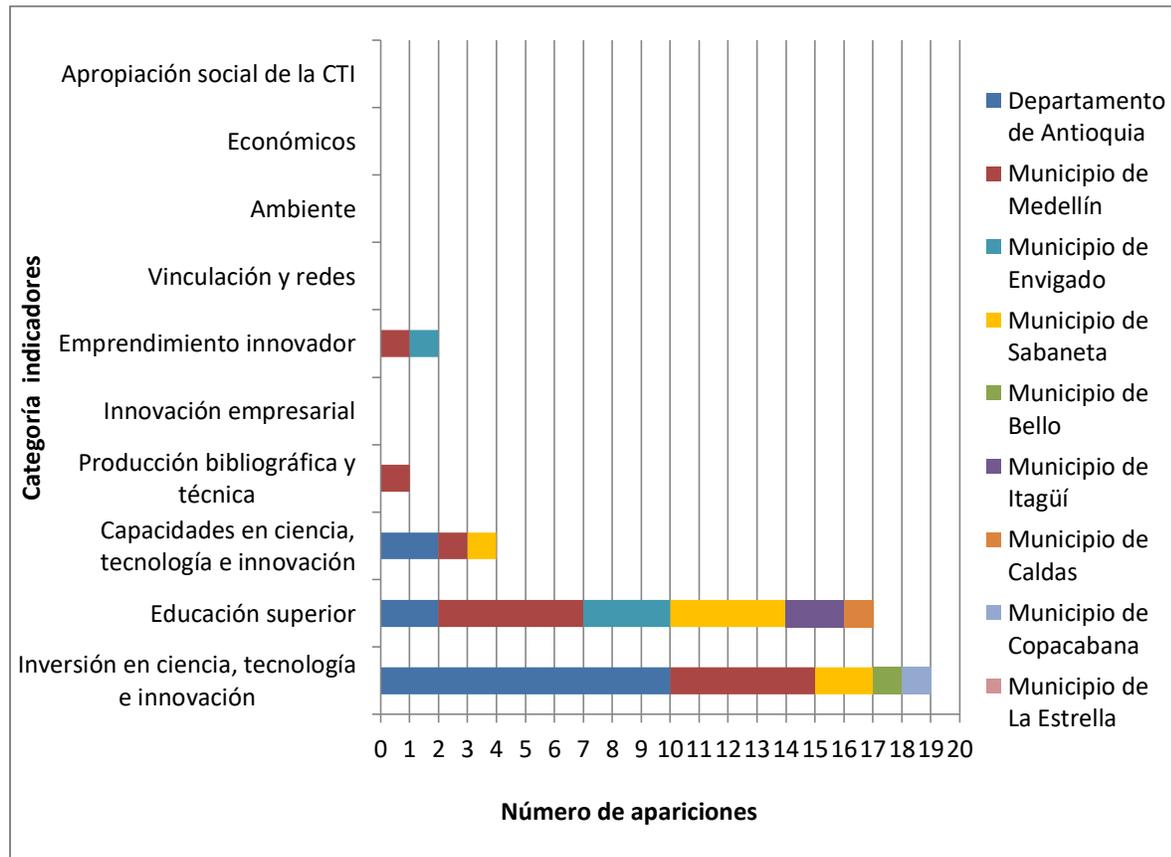


Figura 2-4 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de usuarios potenciales analizados.



- Información relacionada con las entidades gubernamentales.

Figura 2-5 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades gubernamentales.



- Información relacionada con las entidades universitarias

Figura 2-9 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades universitarias.

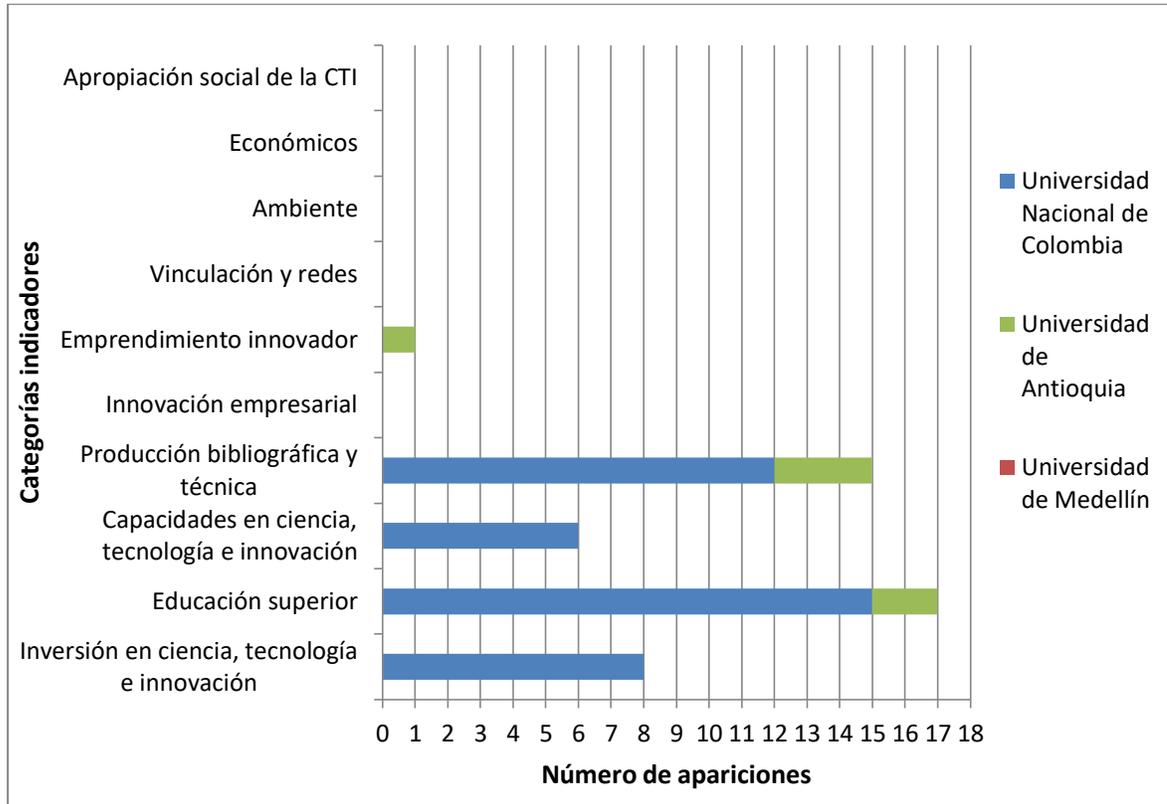


Figura 2-10 Número de apariciones de las categorías de tipo de uso de las entidades universitarias.

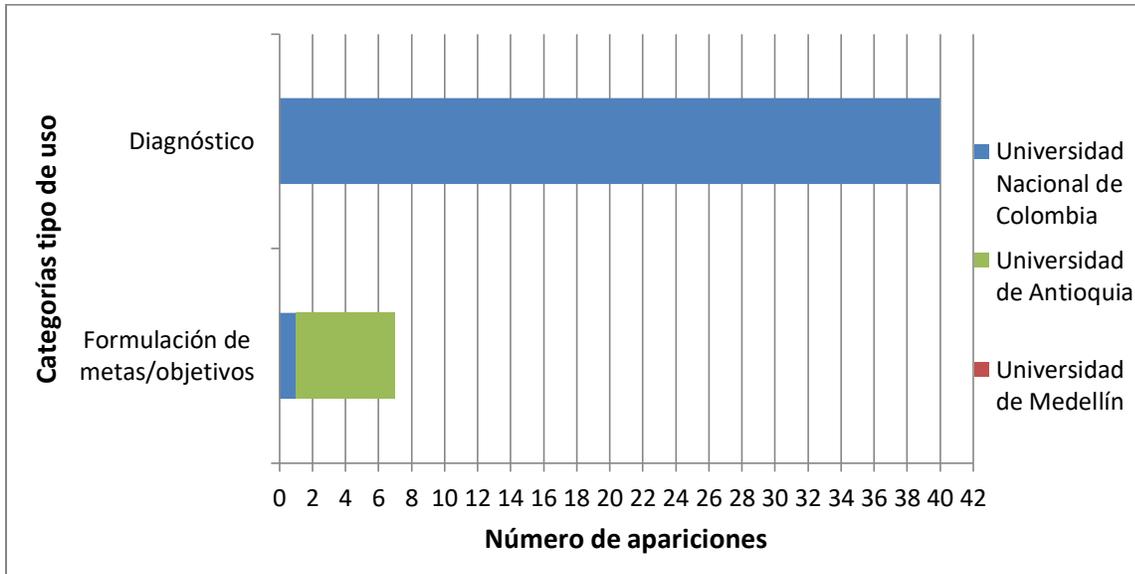


Figura 2-11 Número de apariciones de las categorías de tipo de construcción de las entidades universitarias.

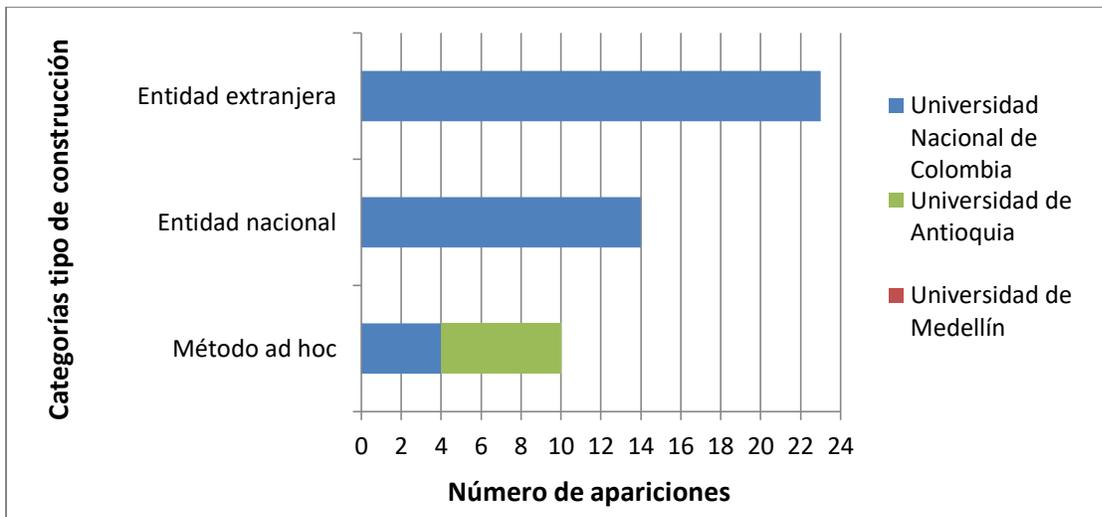
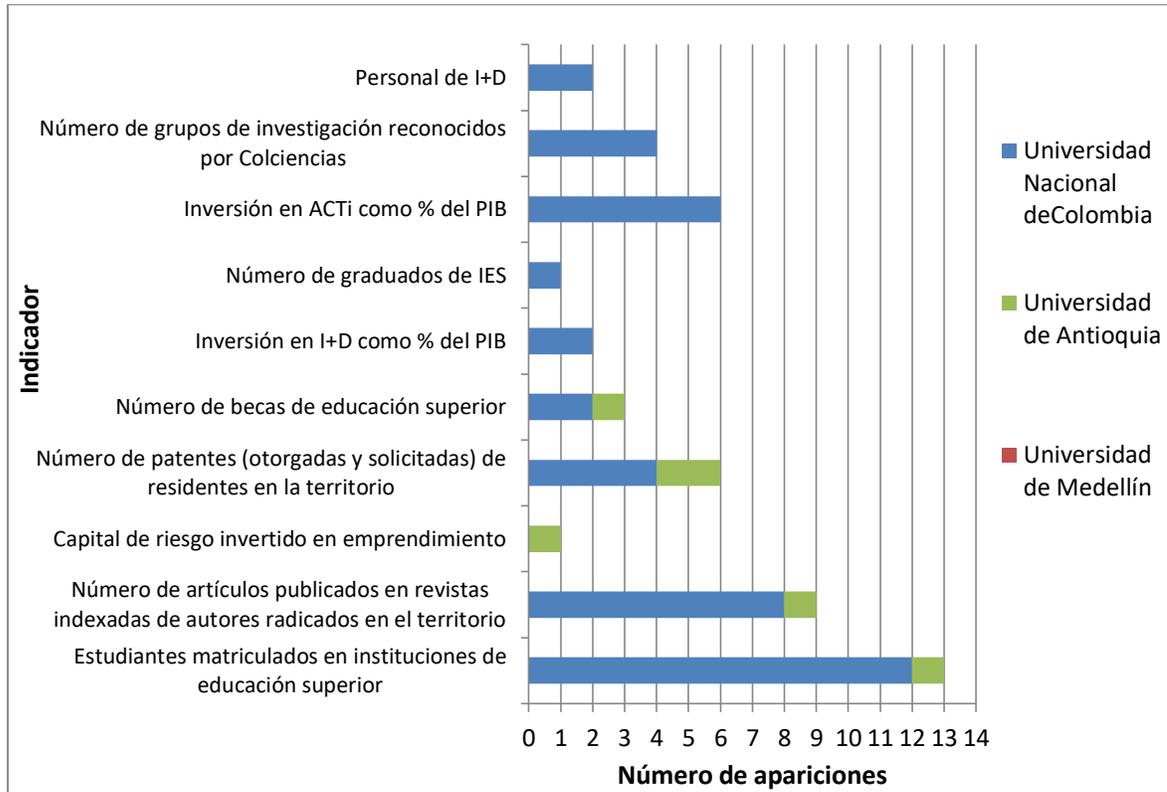


Figura 2-12 Número de apariciones de los indicadores específicos en las universidades.



- Información relacionada con las entidades empresariales (usuarios potenciales)

Figura 2-13 Número de apariciones de las categorías de indicadores para el total de entidades empresariales.

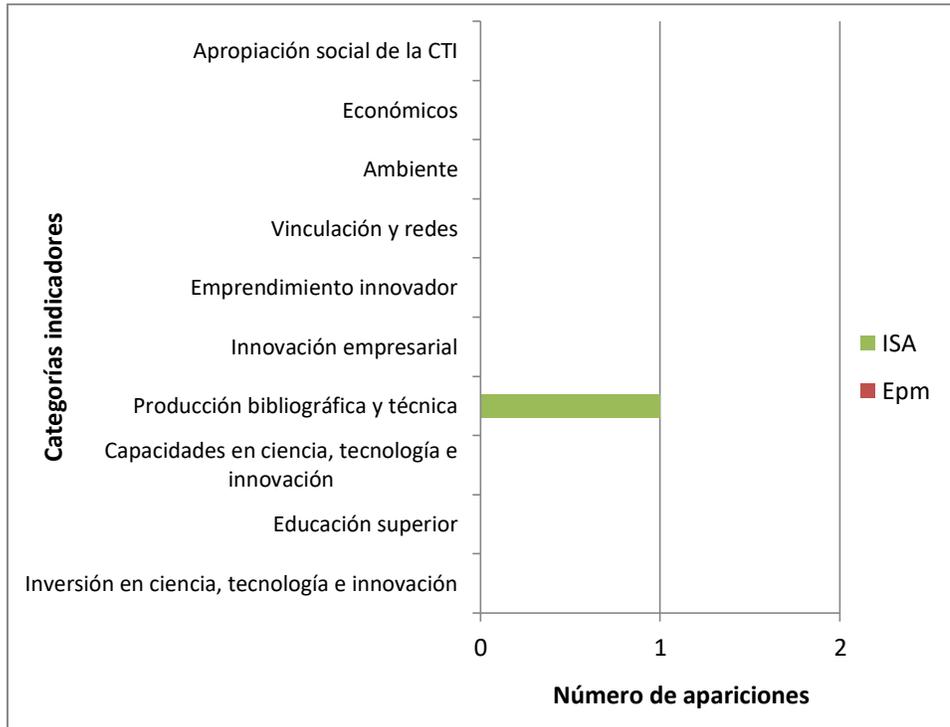


Figura 2-14 Número de apariciones de las categorías de tipo de uso de las entidades empresariales.

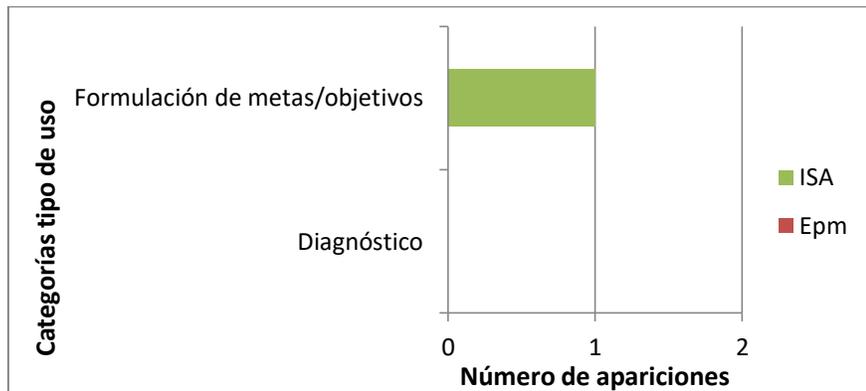


Figura 2-15 Número de apariciones de las categorías de tipo de construcción de las entidades empresariales.

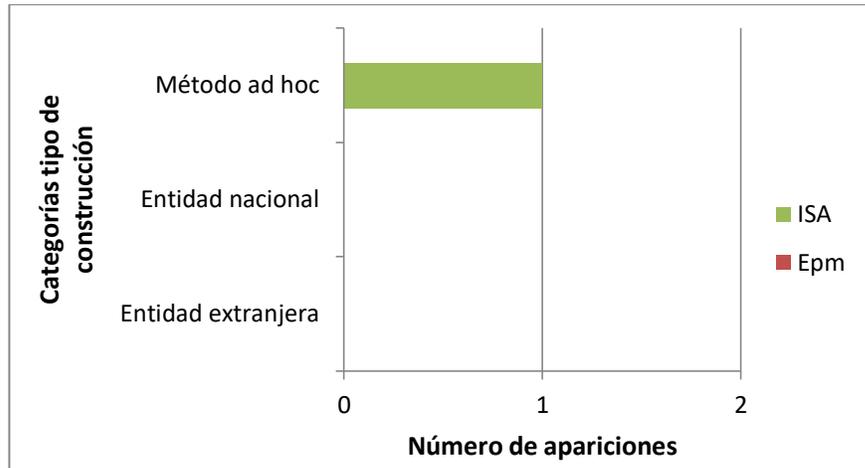
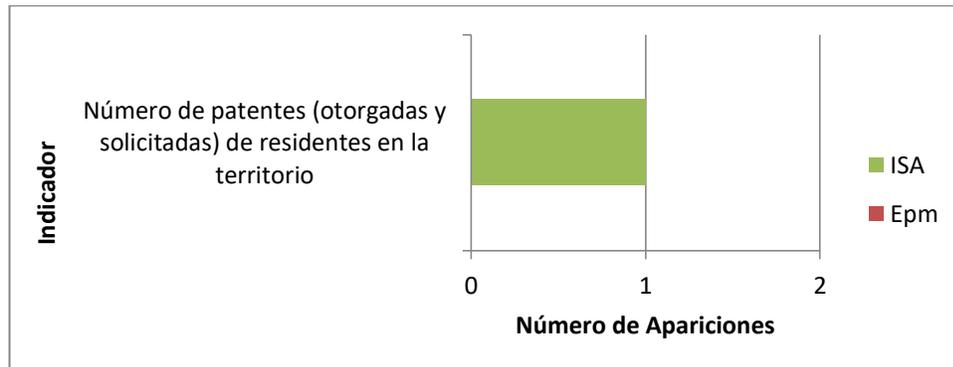


Figura 2-16 Número de apariciones de los indicadores específicos en las entidades empresariales.



NOTA ACLARATORIA: No fue encontrado ningún uso de indicadores de CTI por parte del municipio de La Estrella, la Universidad de Medellín, ni de las Empresas Públicas de Medellín (EPM).

3.Análisis

Como puede evidenciarse en el capítulo anterior, el uso de indicadores de CTI en el sector energético es bastante bajo, con tan solo dos apariciones en el total de los documentos analizados para cada de uno de los usuarios potenciales seleccionados. A pesar de ello, es posible hacer un análisis del estado actual de construcción y uso de indicadores de CTI en el sector energético para la formulación y evaluación de políticas públicas y estrategias institucionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

El presente capítulo pretende dar cuenta de este análisis. Para esta labor se dividió el trabajo en tres partes: la primera referente a los oferentes y la oferta de indicadores de CTI pertinentes y disponibles; la segunda, un análisis al sector energético; y, finalmente, un acercamiento al uso y construcción de indicadores de CTI en general.

3.1 Oferentes y oferta de indicadores de CTI

La Tabla 2-1 revela que existen entidades que están en capacidad de brindar indicadores de CTI; sin embargo, también muestra que no hay entidades que realicen esta labor para la región y en la región (Área Metropolitana del Valle de Aburrá), recordando que no se tuvieron en cuenta los métodos Ad Hoc en este apartado, debido a que el interés de ese tipo construcciones no era la comparación sino lograr mostrar metas de gestión propias de cada institución. En otras palabras, si bien los indicadores de CTI para el sector energético de la región pueden ser construidos, ya que existen las entidades y las fuentes para construirlos como se muestra en la Tabla 2-3, estos no están siendo construidos u ofertados.

A nivel internacional, como se puede apreciar en la Tabla 2-2, los indicadores de contexto, los indicadores de insumo divididos en recursos financieros y recursos humanos, los indicadores de graduados en educación superior, los indicadores de

patentes y los indicadores bibliográficos, son las principales categorías de indicadores. Destaca la amplia variedad de indicadores bibliográficos, probablemente por su facilidad de manejo, dado que el tratamiento de los datos puede ser más sencillo.

Los datos publicados por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), cuyo resumen completo se encuentra en el Anexo A en la Tabla A-1, permiten apreciar que, efectivamente, hay una concordancia entre las principales categorías de indicadores medidas a nivel internacional y las medidas en Colombia; destacan: Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación; Formación científica y tecnológica; Capacidades nacionales en ciencia y tecnología; Medición de grupos de investigación e investigadores; Producción bibliográfica; Títulos de propiedad industrial; Innovación en el sector servicios; Tecnologías de la información y las comunicaciones – TIC; y Cultura en ciencia, tecnología e innovación. Se cumple así con uno de las cuatro funciones que, según Gault (2010), tienen los indicadores de CTI, y es la posibilidad de comparar.

Con los contenidos de las Tablas 2-3 y A-1 se puede afirmar que las fuentes de datos para la creación de indicadores de CTI en el sector energético del Valle de Aburrá están disponibles, aunque los indicadores del sector energético no sean construidos u ofertados.

3.2 Sector energético

Como se pudo ver en la sección 2 –Sector Energético- del capítulo 2 –Resultados- no se encontraron indicadores de CTI del sector energético ofertados, pero se logró establecer que dichos indicadores pueden ser construidos bajo pedido, ya que las fuentes de datos y los datos para construirlos están disponibles.

Después de aplicar los criterios de selección de usuarios y documentos, emergió como se aprecia en el numeral 2.2.4, que solo hay dos usos de indicadores de CTI en el sector energético. Valor extremadamente bajo si se toma en cuenta la trascendencia el tema de ciencia y tecnología; y que, como se muestra en la Tabla 2-4, los usuarios potenciales seleccionados para ser analizados fueron 14 en total. Lo que quizá no sea tan sorprendente es que quienes hacen uso de estos indicadores son el municipio de

Medellín y la Universidad Nacional de Colombia, puesto que, como ya se estableció, Medellín es un municipio muy relevante en el Área Metropolitana y es sabido que la Universidad Nacional de Colombia es una de las universidades más importantes del país.

Significa entonces que hay una ruptura en el ciclo de la política en el sector energético. Gault (2010) propone que los indicadores de CTI son usados para cuatro propósitos políticos: i) monitorear; ii) comparar; iii) evaluar; y iv) pronosticar. Ante la ausencia de los indicadores pertinentes, este ciclo no puede cumplirse adecuadamente.

Sin embargo, sí pueden hacerse algunas observaciones. El indicador de CTI del sector energético usado por el municipio de Medellín fue “Número de Proyectos financiados - Proyectos de investigación para la innovación en fuentes alternativas de energía”, enmarcado en la categoría de Inversión en ACTi propuesta en la Tabla 2-5. No es de extrañar que uno de los pocos usos de un Indicador de CTI en el sector energético sea en una categoría de inversión, pues son estos algunos de los más comunes y fáciles de medir. Igualmente, se puede prever que, siendo construido con un método Ad Hoc y usado para fines de formulación de objetivos, este indicador no permite hacer comparaciones con entidades externas al municipio de Medellín; en otras palabras, su uso podría no ser el adecuado.

En el otro caso está la Universidad Nacional de Colombia que usó el indicador “Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores radicados en el territorio - 2,37% de las publicaciones en Scopus de la Universidad corresponden a energía”, enmarcado en la categoría Producción Bibliográfica y Técnica propuesta en la Tabla 2-5. Como se mencionó previamente, existe en la actualidad un auge en los indicadores de esta categoría, debido probablemente a la relativa facilidad en el tratamiento de este tipo de datos. No obstante, la diferencia más notoria es que este es un indicador que provee una institución extranjera y que se usa como herramienta de diagnóstico, lo que le permitiría a la institución usuaria compararse con otras instituciones similares.

3.3 CTI en general

Este numeral se dedica a hacer un análisis del uso de indicadores de CTI en general. Cabe recordar que esa es una aproximación a usos, partiendo de la búsqueda en los planes de desarrollo de cada institución, o de documentos análogos.

3.3.1 Palabras clave

De la Tabla 2-6 que muestra las apariciones de las palabras clave relacionadas con los indicadores pertinentes enunciados en la Tabla 2-5, emergieron hechos llamativos. En total aparecieron 13.022 palabras; dadas las características de la búsqueda, no sorprende que la palabra más común fuera “indicador-es”, con un total de 2.624 menciones en el total de documentos seleccionados, significando una cifra algo superior al 20%. Más llamativo fue el hecho de que la segunda palabra con mayor mención fuera “educación”, con 2.041 apariciones, lo que representó una cifra cercana al 16% del total. En la otra esquina se tuvo que las palabras menos mencionadas fueron “indicadores de Ciencia y Tecnología”, “graduados”, “Patentes”, “ciencia y tecnología” y “becas” que suman únicamente 117 menciones, representando menos del 1% del total.

De otro lado, tenemos que el documento con mayor número de mención de palabras clave fue el Plan de Desarrollo de Medellín, con un total de 2.572 palabras. Sobresale el municipio de Envigado que fue tercero en el número de menciones de palabras clave, con casi el 14% del total, pero es el quinto en tamaño de población de los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En los últimos cuatro lugares están el municipio de Caldas, EPM, el municipio de Bello y la Universidad de Medellín, con poco más del 7,5% entre todos. No sorprende de entidades como la Universidad de Medellín y EPM que, al no estar obligados por ley a tener planes de desarrollo rigurosos, pueden presentar diferencias respecto a las entidades que sí están obligadas; tampoco sorprende el municipio de Caldas, al ser uno de los más pequeños en tamaño y población de la región, pero sorprende negativamente el lugar que ocupó el municipio de Bello, considerando que es el segundo de mayor población en el departamento de Antioquia.

Es importante aclarar que no necesariamente existe una relación directa entre las apariciones de palabras clave y el uso de indicadores de CTI, y mucho menos con un uso adecuado, pero sí generan indicios de los temas más relevantes en la estrategia de cada institución evaluada.

3.3.2 Aparición de indicadores de CTI

A continuación se desglosan los análisis de los hallazgos en el uso de indicadores de CTI; esta sección se dividió en cuatro partes: una para el total de los usuarios seleccionados; la segunda para el sector gubernamental; una tercera para el sector universitario; y, finalmente, otra para el sector empresarial.

Total de Usuarios seleccionados

De la Figura 2-1 se puede observar que el sector que tuvo un mayor uso de los indicadores de CTI en sus planes de desarrollo o documentos afines fue el sector universitario, con un total de 47 de los 91, significando casi el 52% de los usos totales, superando incluso al gubernamental que usó 43 indicadores. Todo esto a pesar de que las entidades gubernamentales analizadas fueron nueve y las universitarias tres. Sorprende que de las empresas seleccionadas, solo se haga mención una vez de algún tipo de indicador de CTI, pues son finalmente las empresas en quienes reposa la creación de beneficios económicos y sociales emanados de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Además, según la propuesta de Hall y Jaffe (2012), los indicadores pueden ser usados para la toma de decisiones del sector privado; las empresas y organizaciones sin fines de lucro que logran utilizar estos indicadores de manera adecuada, logran acceder a oportunidades de negocio o definir áreas de investigación en que podrían incursionar.

Se evidencia en la Figura 2-4, que por lejos las categorías más usadas son las de educación superior y la de inversión en CTI. Es usual que los indicadores financieros suelen ser ampliamente aplicados en diferentes espacios, dado su relativa facilidad de medición y el amplio interés en los gastos. Además, el sector educativo ha jugado un rol importante en las agendas de desarrollo regional en las últimas décadas, por lo que podría ser esta la razón de su uso comparativamente mayor a las de las demás categorías.

Por otro lado, las categorías como Ambiente, Innovación Empresarial y Apropiación Social de la CTI, no tienen ninguna mención entre los usuarios seleccionados. Hecho sumamente delicado si en realidad se piensa en la ciencia y tecnología como motores de desarrollo social y económico. No se puede obviar, por ejemplo, que las cuestiones ambientales hoy día juegan un papel preponderante en las agendas de desarrollo a nivel mundial (ONU, 2017).

Observando el tipo de uso que aparece en la Figura 2-2, puede notarse un comportamiento inverso entre las instituciones universitarias y las gubernamentales. Mientras que las universidades tienden a hacer mayor uso para el diagnóstico, las instituciones gubernamentales presentan un mayor uso en la formulación de metas u objetivos. Es claro que el mayor uso en general se da como diagnóstico, pero este resultado puede ser engañoso, si se considera que se estudiaron tres Universidades y nueve instituciones gubernamentales; y que son las Universidades quienes hacen uso en su mayoría de los indicadores de CTI como herramienta diagnóstica.

De nuevo se observa el mismo comportamiento en la Figura 2-3: mientras que las universidades hacen mayor uso de indicadores contruidos por entidades extranjeras, luego es más reducido el uso de indicadores contruidos por entidades nacionales, y terminan con un uso aún menor de indicadores de CTI contruidos con métodos Ad Hoc; las entidades gubernamentales hacen un uso inverso, con un mínimo de indicadores contruidos por entidades extranjeras y una mayoría de indicadores contruidos con métodos Ad Hoc. Estas tendencias en uso y construcción parecen revelar un cierto distanciamiento entre las universidades y los estamentos estatales. Además, al utilizar indicadores contruidos con métodos Ad Hoc, se está perdiendo una característica muy poderosa en los indicadores como la comparabilidad (Gault, 2010) y se convierte simplemente en un dato anecdótico en la gestión interna de las metas en una organización.

Queda claro, entonces, que no hay un flujo de conocimiento entre las entidades académicas y las gubernamentales para uso de indicadores de CTI, elemento primordial

en las dinámicas de innovación para lograr crecimiento económico y desarrollo social (Manzano & Guadarrama, 2016).

Entidades gubernamentales

Salta a la vista la evidente disparidad en las categorías utilizadas en los indicadores de CTI en las entidades gubernamentales. Puede verse de la Figura 2-5 que en los dos primeros lugares se encuentran las categorías de Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación y Educación Superior. Solo estas dos categorías suman casi el 84% de las menciones de indicadores de CTI en todas las entidades gubernamentales analizadas. Lo que advierte que los temas financieros y educativos revisten gran importancia para las administraciones municipales y para la gobernación.

En tercer lugar aparece la categoría Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación, pero a una gran distancia de las dos anteriores, pues solo tiene 4 de las 43 menciones, lo que equivale a poco menos del 10%. Entre las demás categorías suman únicamente 3 menciones, de nuevo preocupante que no se evalúen categorías como la de Ambiente o Innovación Empresarial.

Solo entre en el plan de desarrollo de Medellín y el plan de desarrollo de la gobernación de Antioquia suman casi el 63% del total de indicadores usados, lo que demuestra que son entidades protagónicas en el diseño de políticas públicas de CTI en la región.

Los resultados mostrados en la Figura 2-6 enseñan que el principal uso de los indicadores de CTI entre las entidades gubernamentales es para la formulación de metas u objetivos, con poco más del 67%. Resalta que solo cuatro de las nueve administraciones usen los Indicadores de CTI como herramienta diagnóstica para la planeación; aun así, incluso las pocas organizaciones que la usan con estos fines no ejecutan el ciclo de política (Hall & Jaffe, 2012). El plan de desarrollo de Antioquia y el del municipio de Envigado son los únicos que tienen balance entre los tipos de uso. Por otro lado, se ve una tendencia general a usar los indicadores desproporcionalmente como herramienta para la formulación de metas.

Pasando a la Figura 2-7, es alarmante que solo dos de las instituciones gubernamentales seleccionadas acudan a algún tipo de entidad externa para la construcción de

indicadores de CTI. Exceptuando al municipio de Medellín y a la gobernación de Antioquia, los demás usuarios acuden al uso de indicadores construidos con métodos Ad Hoc, lo que impide una posible comparación futura entre los alcances de lo medido. Puede entonces intuirse que en muchas ocasiones no se acude a las fuentes más apropiadas y que los indicadores son construidos a la medida para lograr mostrar gestiones exitosas, pero que no necesariamente reflejan un conocimiento adecuado del problema que se está interviniendo.

Para cerrar el análisis de las entidades gubernamentales tenemos los datos de la Figura 2-8, que muestran los indicadores usados; se aprecia que Número de proyectos financiados, Número de becas de educación superior e Inversión en ACTI como porcentaje del PIB, son los más usados. Está claro que los gastos son un asunto de enorme relevancia en la administración pública y por eso no sorprende que sea este uno de los indicadores de mayor uso. De otra parte, sigue resaltando la importancia del tema educativo, que además ha sido tema bandera de distintas administraciones en la región en los últimos años.

Entidades Universitarias

Las principales categorías de indicadores usadas son Producción Bibliográfica y Técnica, y Educación Superior; vemos entonces que, a diferencia del sector gubernamental, la categoría de Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación no es la principal, aunque como muestra la Figura 2-9, sigue siendo importante y es la tercera con más menciones.

Resulta, además, abrumadora la diferencia en uso de indicadores de CTI entre la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Medellín y la Universidad de Antioquia. Quizá la versión de 2017 del plan de desarrollo de la Universidad de Antioquia tenga más similitudes en el uso y construcción con la Universidad Nacional de Colombia. Cabe recordar que la versión del plan de desarrollo analizada en el estudio para la Universidad de Antioquia fue el de la vigencia 2006-2016, ya que al momento del estudio la última versión no había sido publicada. La explicación para el nulo uso de indicadores de CTI por parte de la Universidad de Medellín probablemente sea que, por ser una institución de carácter privado, no está obligada por la ley a tener un plan de desarrollo que reporte exhaustivamente los criterios e información utilizados para su elaboración.

Por estas razones es complicado realizar comparaciones entre las tres instituciones, aunque no deja de ser llamativo que existan diferencias tan grandes entre instituciones del mismo sector y altamente reconocidas en la región por su calidad y liderazgo.

En la categoría de uso se observa en la Figura 2-10, que la Universidad Nacional está inclinada hacia el uso como herramienta de diagnóstico, con una tasa un poco superior al 97%. Los seis indicadores que uso la Universidad de Antioquia en su plan de desarrollo los uso para la formulación de metas u objetivos. Se advierte entonces que existe una dinámica diferente entre las entidades universitarias.

Así mismo, existen diferencias en cuanto a las fuentes de construcción usadas, como lo revela la Figura 2-11. Por un lado, la Universidad de Antioquia únicamente usó indicadores Ad Hoc, mientras que la Universidad Nacional de Colombia prefirió en su mayoría acudir a indicadores construidos por entidades externas, llegando a una cifra poco mayor al 90%, divididas en 56% de entidades extranjeras y el 36% restante a nacionales.

Para finalizar la sección de las universidades, tenemos la Figura 2-12 que muestra el uso de indicadores. Se puede advertir que si bien son pocos los indicadores usados, no hay una concentración en usos por parte de la Universidad de Antioquia. De los indicadores usados por la Universidad Nacional de Colombia resaltan en los primeros lugares Estudiantes Matriculados en Instituciones de Educación Superior, y Número de Artículos Publicados en Revistas indexadas de Autores Radicados en el Territorio. Este segundo muestra la creciente preocupación de la academia por las publicaciones.

Entidades Empresariales

Salta a la vista la evidente falta de uso de indicadores de CTI en el sector empresarial. La pérdida de oportunidades es enorme; un administrador debería usar todas las herramientas de estudio de la innovación para tener un conocimiento más acertado que le permita comprender mejor los profundos avances tecnológicos, especialmente en un periodo de alta competitividad global como el que actualmente vivimos (Archibugi et al., 2009).

Aunque las empresas seleccionadas son empresas del sector energético, este ejercicio sirvió para hacer un acercamiento al uso en general de indicadores de CTI. Como puede apreciarse en la Figura 2-13, solamente una categoría es mencionada: Producción bibliográfica y técnica. Una cifra muy baja considerando la importancia de la CTI, con el agravante de que las dos empresas seleccionadas son algunas de las más grandes del país, y no únicamente hablando del sector energético.

Además, después de ver la importante influencia que tiene el municipio de Medellín sobre la región del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, es preocupante que en una empresa como EPM -la cual pertenece al municipio de Medellín- no se haya encontrado evidencia del uso de indicadores de CTI como herramientas para la evaluación. De las Figuras 2-14 a la 2-16, se observa el detalle del uso que se le dio al único indicador mencionado. Dicho indicador fue usado a manera de meta y construido con un método Ad Hoc con las implicaciones negativas que podría tener el acudir a este tipo de construcción y que se advirtieron anteriormente.

4. Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro

4.1 Conclusiones

A partir de la información analizada en este trabajo, la construcción y el uso de indicadores de CTI en el sector energético del Área Metropolitana del Valle de Aburrá son casi inexistentes. Aunque se pudieron identificar potenciales usuarios de indicadores de CTI en el sector energético, fuentes de datos y entidades que están en capacidad de construirlos, se evidenció que dichos indicadores no son producidos de manera estandarizada y que el uso en general de indicadores de CTI en el sector energético es muy limitado.

Si existen los usuarios y los proveedores potenciales y no hay uso ni construcción, es evidente que la dinámica entre construcción y uso de indicadores está fallando. No se puede explicar de otra forma, dada la necesidad reconocida de los indicadores para una adecuada gestión de la CTI.

La mayor parte de los indicadores de CTI usados son construidos con métodos Ad Hoc. Cuando se evalúa el uso de indicadores, no únicamente en el sector energético sino respecto a la CTI en general, se evidencia una falta de conexión entre los potenciales usuarios y las instituciones oferentes de indicadores de CTI, dinámica sumamente preocupante pues debería existir una sinergia entre usuarios y proveedores, para poder así llevar a cabo las mediciones y evaluaciones pertinentes que se requieran en el ciclo de la política pública y la gestión organizacional.

Además, cuando no se utilizan indicadores estandarizados, estos pierden una poderosa parte de su utilidad, como lo es la posibilidad de realizar análisis comparativos con otras

entidades de similares características. Si no hay posibilidad de compararse, los indicadores se convierten en herramientas ingenuas que solo sirven para mostrar metas de gestión hechas a la medida, pero que en ningún momento significa que sean las pertinentes.

Se identificaron usuarios potenciales clave en la formulación de políticas públicas y estrategias institucionales que podrían hacer uso de los indicadores de CTI en el sector energético en la región. Las 14 instituciones que resultaron seleccionadas abarcan tres ámbitos primordiales en el desarrollo económico - universitario, empresarial y gubernamental – y permitieron un acercamiento al estudio del uso de indicadores de CTI en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

A pesar del bajo uso ya evidenciado no solo en los Indicadores de CTI del sector energético sino en los indicadores de CTI en general, cabe resaltar que **el ámbito que mayor uso hace de indicadores de CTI es el universitario**, quizá por ser depositarias del conocimiento más avanzado y ser conscientes de la importancia de los indicadores para la formulación de políticas y estrategias. Una revelación interesante es que **la categoría de educación superior también es la de mayor mención** y que incluso está entre las más usadas por las instituciones de orden gubernamental analizadas, lo que revela que existe un gran interés por los temas educativos.

Otro de los hallazgos importantes fue que los usuarios con mayor uso de indicadores de CTI entre la muestra seleccionada son la gobernación de Antioquia, el municipio de Medellín y la Universidad Nacional de Colombia. Lo cual parece indicar que son instituciones centrales en las estrategias de CTI en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. De otro lado **sorprende el bajo uso que hacen las empresas seleccionadas de los indicadores de CTI.**

Si bien **en general el mayor uso de los indicadores fue como herramienta de diagnóstico**, debe tenerse cuidado, pues este dato está altamente influenciado por una institución en particular. Si se dejara por fuera del estudio a la Universidad Nacional de Colombia, la tendencia de uso cambiaría drásticamente para las restantes pues **la**

mayoría de las 13 organizaciones restantes analizadas en el estudio utilizan los indicadores para la formulación de metas.

4.2 Recomendaciones

Es imperativa una mayor comunicación entre las instituciones usuarias para mejorar las dinámicas de uso y la demanda de los indicadores pertinentes, como también mejorar las relaciones entre los usuarios y las instituciones que producen los indicadores. Solo así se podrán optimizar las dinámicas del sistema de indicadores de CTI y ayudar en la evolución del ecosistema de innovación en la región del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El diálogo debe informar claramente sobre la disponibilidad de datos, información y técnicas, además de las posibles limitaciones que podrían presentarse (Manzano & Guadarrama, 2016)

Es necesario mejorar las vías de intercambio de información de las universidades con los demás agentes del ecosistema de la innovación. Puesto que se evidenció que son estas instituciones las que mejor uso hacen de los indicadores de CTI, siendo el tema de la evaluación clave para el desarrollo económico y social, es ineludible que los demás usuarios potenciales adquieran capacidades en el uso adecuado de este tipo de herramientas.

El sector empresarial debería hacer mejor y mayor uso de los indicadores de CTI. Esta práctica les permitiría a las empresas ser más competitivas; les posibilitaría tener un mejor panorama del estado actual de la Ciencia y la tecnología y explotar así potenciales desarrollos económicos, como lo sugieren Archibugi, Denni y Filippetti (2009).

Las entidades gubernamentales deben fortalecer sus conocimientos en las diferentes etapas de la evaluación y seguimiento de los ecosistemas tecnocientíficos, para poder así elaborar las estrategias y políticas públicas adecuadas para que el conocimiento redunde en mayor bienestar económico y social de las poblaciones a las cuales gobiernan.

Finalmente, estando entrelazados los procesos de construcción y uso de indicadores de CTI, las instituciones constructoras (en el caso presente en el que se tiene un uso

relativamente bajo de los indicadores), deberán tomar el rol no solo de producir los indicadores, sino de fungir como promotoras y asesoras para el mayor y pertinente uso de los mismos.

4.3 Trabajo Futuro

Este numeral presenta algunas propuestas que se identifican como posibles desarrollos posteriores a la ejecución del presente proyecto.

4.3.1 Ampliación del estudio de uso de Indicadores de CTI

Dado que se encontró un bajo uso de indicadores, se plantea la pertinencia de evaluar a mayor profundidad las entidades potenciales usuarias a través de otro tipo de documentos e incluso otro tipo de estrategias metodológicas, especialmente en el sector privado, en el que los planes de desarrollo no revelaron un uso significativo de los indicadores.

Dadas las dinámicas del sector privado en Colombia y puesto que este sector no está obligado por ley a tener planes de desarrollo precisos, se hace necesario profundizar en los documentos producidos por estas instituciones, tanto empresas como universidades no oficiales, para poder entender de mejor forma el estado del uso de indicadores de CTI.

4.3.2 Alcance temporal

Se considera importante hacer un estudio de la evolución en el tiempo de la construcción y uso de indicadores de CTI en la región, ante la relevancia encontrada de que algunas entidades aparentemente han influenciado a los demás usuarios potenciales seleccionados, trayendo el tema de la educación a una posición protagónica en las agendas de desarrollo local en los últimos años. Es necesario verificar si dicha hipótesis es cierta y de allí poder determinar cómo podría influenciarse de manera positiva la dinámica de uso y construcción de indicadores de CTI en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

4.3.3 Comparación con entidades internacionales

Como ya se mencionó antes, el análisis comparativo siempre es conveniente en la evaluación de las prácticas institucionales; por eso, contrastar con entidades y regiones internacionales se plantea como requisito para poder hacer un paralelo y encontrar dinámicas de buenas prácticas en el uso y construcción de indicadores de CTI.

A. Anexo: Resumen completo del informe de la OCyT 2016

Este anexo contiene la Tabla A-1 que es el resumen completo del informe de la OCyT, "Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2016" (OCyT, 2017).

Referencias

- Archibugi, D., Denni, M., & Filippetti, A. (2009). The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(7), 917–931. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.01.002>
- Arundel, A. (2007). Innovation Survey Indicators: what impact on innovation Policy? Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs. Paris: OECD.
- Asheim, B. T., Smith, H. L., & Oughton, C. (2011). Regional Innovation Systems: Theory, empirics and policy. *Regional Studies*, 45(7), 875–891. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.596701>
- Cámara de Comercio de Medellín. (2017). Cluster Energía Eléctrica. Retrieved from <http://www.camaramedellin.com.co/site/Cluster-y-Competitividad/Comunidad-Cluster/Cluster-Energia-Electrica.aspx>
- Cano, E., Chejne, F., Díaz, J., Dyner, I., González, L., Lopera, S., ... Younes, C. (2013). *Agendas de Conocimiento - Energía*. Retrieved from http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=117
- Consejo Nacional de Acreditación. (2017). Consultar Instituciones Acreditadas. Retrieved from <http://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/article-186354.html>
- Dosi, G., Llerena, P., & Labini, M. S. (2006). The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called “European Paradox.” *Research Policy*, 35(10), 1450–1464. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.012>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation : from National Systems and “ Mode 2 ” to a Triple Helix of university – industry – government relations, 109–123.
- Freeman, C., & Soete, L. (2009). Developing science, technology and innovation

- indicators: What we can learn from the past. *Research Policy*, 38(4), 583–589.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.018>
- Gault, F. (2010). *Innovation Strategies for a Global Economy. Development, Implementation, Measurement and Management*. Retrieved from <http://www.idrc.ca/EN/Resources/Publications/Pages/IDRCBookDetails.aspx?PublicationID=45%5Cnhttp://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/44851/1/131279.pdf>
- Hall, B., & Jaffe, A. (2012). Measuring Science, Technology, and Innovation: A Review, (May). Retrieved from https://eml.berkeley.edu/~bhhall/papers/Hall-Jaffe_HJ12_indicators_final.pdf
- Land, K. C. (1971). On the Definition of Social Indicators. *The American Sociologist*, 6(4), 322–325.
- Manzano, F. J., & Guadarrama, V. H. (2016). Indicadores de Ciencia , Tecnología e Innovación.
- Municipio de Medellín. (2016). *Plan de desarrollo “Medellín cuenta con vos” 2016-2019*.
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo. Analysis* (Vol. 30).
<https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- OCyT. (2017). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2016*.
- ONU. (2017). Objetivos de desarrollo sostenible. Retrieved from <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- RICYT. (2017a). Indicadores. Retrieved from <http://www.ricyt.org/indicadores>
- RICYT. (2017b). Manuales. Retrieved from <http://www.ricyt.org/manuales>
- Robledo, J., & Cuartas, D. J. (2000). Indicadores de innovación para los países latinoamericanos: entre la normalización y la experimentación. *Revista de Economía Y Empresa*, 14(38), 15–30.
- Robledo, J., Malaver, F., & Vargas, M. (2009). *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia*. Bogotá: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (Javegraf).
- Russell, J., & Rousseau, R. (2002). Bibliometrics and institutional evaluation. In *Encyclopedia of Life Support System* (Part 19.3). Oxford (UK): Eolss Publishers.
- Salazar, M., & Albis, N. (2010). Encuestas de innovación y política pública: balance y desafíos para Colombia. In DANE (Ed.), *Revista de la Información Básica* (Vol. 4).
- Salazar, M., & Holbrook, J. A. (2004). A Debate on Innovation Surveys. *Science And*

- Public Policy*, 31(4), 254–266.
- Sancho, R. (2002). Indicadores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. *Economía Industrial*, (343), 97–109.
- Spinak, E. (2003). Indicadores cuantitativos de patentes: aplicaciones y limitaciones. Madrid.
- Universidad EAFIT. (2017). ¿Qué es la Acreditación en Alta Calidad?. Retrieved from <http://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/calidad/Paginas/que-es-la-acreditacion-institucional.aspx>
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. (2013). *Indicadores de CTI para Medellín y Antioquia*. Medellín.
- Vaivode, I. (2015). Triple Helix Model of University–Industry–Government Cooperation in the Context of Uncertainties. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 1063–1067. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.526>
- Vargas, M. (2005). Las encuestas de desarrollo tecnológico en América Latina: una lectura crítica. In *Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador (Brasil): Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC).
- Velasco, B., Eiros, J. M., Pinilla, J. M., & San Román, J. A. (2012). La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora. *Aula Abierta*, 40(2), 75–84.
- Vélez Cuartas, G., Gómez Flórez, H., Úsuga Ciro, A., & Vélez Trujillo, M. (2013). ¿Cómo valoran la producción académica las 6 universidades mejor escalafonadas del país? *Revista Debates*, 65.