

FASE 1 MODELO PREDICTIVO RELACIONAL PARA UNA ECONOMÍA DEL  
CONOCIMIENTO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

SAMUEL URQUIJO MURILLO

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

UPB

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

MEDELLÍN

2015

FASE 1 MODELO PREDICTIVO RELACIONAL PARA UNA ECONOMÍA DEL  
CONOCIMIENTO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

SAMUEL URQUIJO MURILLO

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

UPB

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

MEDELLÍN

2015

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGÍSTER  
EN TIC CON ÉNFASIS EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

ASESOR

CESAR CORTES

INGENIERO INFORMÁTICO

MAGISTER EN INFORMÁTICA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

MEDELLÍN

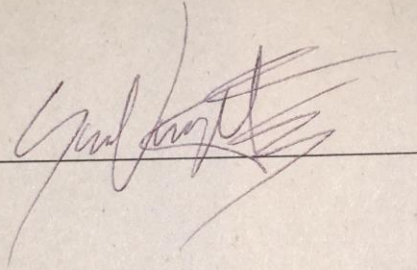
2015

Medellín 09/11/15

DECLARACIÓN ORIGINALIDAD

*"Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad". Art. 82 Régimen Discente de Formación Avanzada, Universidad Pontificia Bolivariana.*

FIRMA AUTOR (ES)

A handwritten signature in dark ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be a cursive representation of a name.

Medellín, 30 de junio de 2015

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mis agradecimientos al Ministerio de TIC por permitirme acceder a una carrera de manera gratuita, y poder así contribuir al desarrollo del país. Así mismo a Ruta N por haberme dado la oportunidad de ser parte de la transformación de la ciudad de Medellín. Finalmente la Universidad Pontificia Bolivariana por los conocimientos adquiridos durante esta Maestría.

## Contenido

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Resumen .....                                                             | 12 |
| 2. Abstract.....                                                             | 13 |
| 3. Introducción.....                                                         | 14 |
| 4. Planteamiento del problema .....                                          | 18 |
| 5. Impacto esperado .....                                                    | 20 |
| 6. Objetivos.....                                                            | 21 |
| 7. Marco contextual .....                                                    | 22 |
| 8. Desarrollo del tema.....                                                  | 24 |
| 8.1. Indicadores .....                                                       | 24 |
| 7.2. Sostenibilidad en ciudades .....                                        | 29 |
| 7.2.1. Sostenibilidad .....                                                  | 29 |
| 7.2.2. Indicadores de sostenibilidad .....                                   | 33 |
| 7.3. Ciencia tecnología e innovación .....                                   | 52 |
| 7.3.1. Indicadores de ciencia, tecnología e innovación .....                 | 52 |
| 7.4. Selección de indicadores clave .....                                    | 67 |
| 7.5. Relación de indicadores de sostenibilidad con actividades de CT+i ..... | 71 |

|      |                                                        |    |
|------|--------------------------------------------------------|----|
| 7.6. | Caracterización de indicadores de sostenibilidad ..... | 73 |
| 7.7. | Caracterización de indicadores de CT+i .....           | 80 |
| 8.   | Conclusiones principales .....                         | 86 |
| 9.   | Trabajos futuros .....                                 | 89 |
| 10.  | Referencias.....                                       | 95 |

## Lista de figuras y tablas

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Ficha de caracterización de indicadores .....                                                      | 29 |
| Tabla 2 Indicadores de Sostenibilidad Seleccionados .....                                                  | 68 |
| Tabla 3 Indicadores Seleccionados de CT+i.....                                                             | 70 |
| Tabla 4 Relación de indicadores de sostenibilidad con actividades de ciencia, tecnología e innovación..... | 72 |
| Tabla 5 Indicador Sostenibilidad – Alfabetismo .....                                                       | 73 |
| Tabla 6 Indicador Sostenibilidad – Educación .....                                                         | 73 |
| Tabla 7 Indicador Sostenibilidad - Salud.....                                                              | 74 |
| Tabla 8 Indicador Sostenibilidad – Empleo.....                                                             | 74 |
| Tabla 9 Indicador Sostenibilidad - Desigualdad de Ingresos.....                                            | 75 |
| Tabla 10 Indicador Sostenibilidad - Infraestructura de Transporte .....                                    | 76 |
| Tabla 11 Indicador Sostenibilidad - Consumo Energético .....                                               | 77 |
| Tabla 12 Indicador Sostenibilidad - Polución del Aire.....                                                 | 77 |
| Tabla 13 Indicador Sostenibilidad - Manejo de Residuos .....                                               | 78 |
| Tabla 14 Indicador Sostenibilidad - Calidad del Agua .....                                                 | 78 |
| Tabla 15 Indicador Sostenibilidad - PIB Per Cápita.....                                                    | 79 |
| Tabla 16 Indicador CT+i - Densidad estudiantes k11 orientados hacia carreras STEM.....                     | 80 |
| Tabla 17 Indicador CT+i - Densidad de ingenieros y científicos trabajando .....                            | 81 |
| Tabla 18 Indicador CT+i - Inversión en I+D sobre PIB .....                                                 | 81 |
| Tabla 19 Indicador CT+i - Densidad ingenieros y científicos graduados .....                                | 82 |
| Tabla 20 Indicador CT+i - Número de patentes y modelos de utilidad solicitados residentes....              | 82 |
| Tabla 21 Indicador CT+i - Valor Capital de Riesgo Total Disponible per Cápita .....                        | 83 |



|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 22 Indicador CT+i - Inversión ACTI sobre PIB .....                                 | 83 |
| Tabla 23 Indicador CT+i - Valor generado desde la innovación (EBITDA de innovación)..... | 84 |
| Tabla 24 Indicador CT+i - Número de empleos generados por ACTI .....                     | 84 |
| Tabla 25 Indicador CT+i - Número de innovaciones (producto o servicio) generadas.....    | 85 |

## **Glosario**

**ACTI:** Actividades de ciencia, tecnología e innovación

**CFS:** Factores críticos de éxito

**CT+i:** Siglas de Ciencia, Tecnología e Innovación

**EBITDA:** Ingresos de una organización antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones.

**GINI:** Es una medida de la desigualdad ideada por el estadístico italiano Corrado Gini. Se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, dentro de un país, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual.

**I+D:** Investigación y desarrollo

**Innovación:** La innovación es un proceso iterativo activado por la percepción de una oportunidad proporcionada por un nuevo mercado y/o nuevo servicio y/o avance tecnológico que se puede entregar a través de actividades de definición, diseño, producción, marketing y éxito comercial del invento

**KPI:** Indicadores de rendimiento clave

**OCDE:** Organización para Cooperación y el Desarrollo Económico

**OCyT:** Observatorio de Ciencia y Tecnología

**Patente:** Una patente es un derecho exclusivo concedido a una invención, es decir, un producto o procedimiento que aporta, en general, una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema.

**PIB:** Producto Interno Bruto

**RICyT:** La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana-

**Sostenibilidad:** Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades

**STEM:** Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas

## 1. Resumen

Este documento corresponde a la primera fase de un modelo predictivo que identifique escenarios de crecimiento socio-económicos futuros, en donde se relacionan diferentes variables de sostenibilidad dentro de la ciudad de Medellín, que estén vinculadas directa e indirectamente con actividades de ciencia, tecnología e innovación; de esta manera se espera poder contar con una herramienta que le permita a la ciudad identificar las variables claves, para lograr establecer metas de crecimiento socio-económico bajo indicadores idóneos como lo puede ser el PIB (Producto Interno Bruto)<sup>1</sup>.

Esta primera fase consiste en identificar, recopilar, relacionar y agrupar diferentes variables de sostenibilidad económica, ambiental y social de una ciudad, convirtiéndose en la base fundamental del modelo predictivo anteriormente descrito y deberá abarcar indicadores que van desde los IDH (Índices de Desarrollo Humano), los IPM (Índices de Pobreza Multidimensional), pasando por los indicadores de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), de CT+i (Ciencia, Tecnología e Innovación), entre otros. De manera que se pueda contar con los indicadores apropiados que faciliten la formulación de programas y proyectos de CT+i que impacten en mayor o menor proporción el desarrollo sostenible de Medellín, y así poder diseñar una estrategia de ciudad que le permita, por ejemplo, que su PIB tenga un crecimiento mayor al tendencial actual.

**Palabras clave:** Indicadores, innovación, sostenibilidad, sociedad, economía.

---

<sup>1</sup> Es importante aclarar que el PIB como indicador de medida para el crecimiento económico, es una variable altamente utilizada a nivel mundial en todas las comparaciones de crecimiento económico no solo de ciudades sino también de regiones y países. Esto no quiere decir que en este trabajo se desconozca que es un indicador altamente cuestionado debido a que deja por fuera muchas variables influyentes en la economía y que el trabajo no se puede limitar a este.

## **2. Abstract**

This document responds to the first phase of a predictive model that identifies future scenarios for social and economic growth, where different variables of sustainability of Medellin are related and are linked directly or indirectly with activities in science, technology and innovation; With this, the expectative is to have a tool that will enable the city to identify key variables to set targets for social and economic growth under appropriate indicators as may be the GDP (Gross Domestic Product).

This first phase is to identify, collect, correlate and group different variables of economic, environmental and social sustainability of a city, becoming the foundation of the predictive model described above. This first phase should include indicators ranging from HDI (Human Development Index) The IPM (Multidimensional Poverty Index) through the indicators of the OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), ST+i (Science, Technology and Innovation), among others. So the city can have appropriate indicators to facilitate the formulation of ST+i programs and projects that impact the sustainable development of Medellin, and the city can design a strategy that allows for example, that GDP growth increase bigger that in the current trend.

**Key words:** Indicators, innovation, sustainability, society, economy,

### **3. Introducción**

Actualmente en las ciudades se encuentra la principal concentración de población del mundo, según el Conpes 3819 (Departamento Nacional de Planeación, 2014) del Departamento Nacional de Planeación, alrededor del 80% de la población de Colombia se encuentra localizada en sistemas urbanos y el 20% en rural. Lo anterior genera un gran reto debido a que a medida que las ciudades se vuelven más grandes, se generará un alto estrés en la sostenibilidad de estas, impactando directamente sobre sus redes de transporte, en el abastecimiento de agua, manejo de desperdicios, el valor de la tierra, violencia, equidad, entre otros. Por lo tanto se necesitan estructuras auto sostenidas que tengan una buena orquestación e integración de la enorme cantidad de unidades que la constituyen, tales como habitantes, recursos, ambiente, sistemas económicos, entre otros, de manera que puedan implantar un esquema eficiente que atienda sus necesidades de energía, alimento y similares (Pugh, 2013).

Ahondando en esto, desde hace varios años atrás se empieza a hablar de sistemas de sostenibilidad para las ciudades, los cuales proponen una armonía entre 3 variables fundamentales que son la económica, la ambiental y la social. La sostenibilidad es definida por las Naciones Unidas como “Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Macedo, 2005). Por lo tanto la sostenibilidad debe llevar progreso y calidad de vida para los ciudadanos de una ciudad conservando un balance entre diferentes variables que no pueden limitarse únicamente a lo económico ya que debe considerar temas ambientales y sociales.

En una ciudad como Medellín, esto no se pasa por alto, y desde hace más de 10 años se vienen creando diferentes estrategias de educación y desarrollo sostenible que se han materializado en programas como Medellín la más educada (Fajardo, 2007) generada por el exalcalde Sergio

Fajardo, que posteriormente fue seguida por estrategias como Medellín Ciudad Clúster (Viera, 2014) la cual fue una iniciativa público-privada que contaba con la voluntad política y la participación decidida de los gobiernos local, departamental y nacional, como una apuesta de la administración municipal en la gestión de 2004 – 2007, dándole su inclusión en la política nacional y en la línea 3 del Plan de Desarrollo de Medellín, 2008-2011 (Jaramillo, 2011). En paralelo se creaban estrategias como el Comité Universidad Empresa Estado CUEE constituido desde el año 2003, en donde participan once instituciones de educación superior de la región, 21 empresas y siete centros de desarrollo tecnológico (Universidad Empresa Estado, 2003).

Estas estrategias delinearon los esfuerzos de Medellín cada vez más hacia la meta de convertirse en una ciudad con una economía basada en conocimiento mediante una apuesta en donde la ciencia, la tecnología y la innovación sean el principal motor de desarrollo económico y social de la ciudad. Durante las dos últimas décadas la ciudad ha experimentado una profunda transformación en donde progresivamente ha ido orientando su estrategia más claramente hacia la innovación empresarial como palanca de la competitividad y el crecimiento económico, construyendo las bases institucionales necesarias para impulsar dicha tarea (OECD, 2014). El liderazgo de esta misión se le otorgó a Ruta N (N R. , 2009), corporación que se constituyó en el período de Alonso Salazar en el marco del Plan de Desarrollo 2008-2011 como la corporación de innovación y negocios de la ciudad, con la responsabilidad de liderar la ciencia, la tecnología y la innovación de Medellín. Ruta N debe funcionar como una entidad de segundo piso que se encargue de articular y fortalecer los diferentes actores dentro del ecosistema de innovación de Medellín, mediante la generación de programas de alto impacto. Si Medellín lograra identificar cuáles son las variables en las que puede influir en mayor proporción para alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental de la ciudad, podría generar programas mejor

direccionados y con un grado mucho mayor de efectividad, optimizando así recursos y esfuerzos, permitiéndole obtener mejores resultados en un menor periodo de tiempo. En el libro *The Tipping Point* (Gladwell, 2000) se presenta un marco general y básico para entender el concepto anteriormente descrito, explicando cómo al seleccionar variables clave dentro de un sistema, se pueden lograr cambios disruptivos con una mayor efectividad y eficacia.

La sostenibilidad está relacionada con la ciencia, la tecnología y la innovación, ya que si revisamos la definición hecha por Ruta N de innovación, encontramos es una idea nueva más generación de valor y bienestar social, en donde esta nueva idea debe impactar el mercado (la definición completa se puede encontrar en el documento” Innovación e Impacto Socio Económico”) (Garcia, 2014) y ésta debe influir en diferentes factores de una sociedad, tales como calidad de vida, equidad, empleo, educación, medio ambiente, entre otros.

Ruta N, desarrolló en el 2013 un proyecto denominado “*Developing Performance Indicators for Ruta N - Quality of Life Performance Indicators*” (Technopolis y Ruta N, 2013) en donde se identificó como los proyectos que se ejecutan desde la corporación, contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos de Medellín, el cual es el objetivo principal dentro de su mapa estratégico. Para el desarrollo de este proyecto se tomaron como referencia los indicadores de calidad de vida utilizados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (OECD, 1948) y los servicios de expertos internacionales en dinámicas de innovación de ciudades tales como la empresa Technopolis del Reino Unido.

Esta es una primera aproximación en donde la ciudad quiere identificar como debe direccionar sus esfuerzos en materia de ciencia, tecnología e innovación, y conocer así como cada uno de los proyectos que se realicen desde Ruta N influye directa o indirectamente en la calidad de vida de sus habitantes. A su vez, se está estructurando un proyecto con la Cámara de Comercio de



Medellín liderada por el autor de este proyecto, el cual cuenta con 3 fases, la primera es la consolidación de toda la información de indicadores de CT+i (Ciencia, Tecnología e Innovación) que existen para la ciudad, segunda el desarrollo de una encuesta para identificar el impacto que tienen las actividades de CT+i en las organizaciones de la ciudad y finalmente una tercera fase que será diseñada para el acompañamiento en las fases posteriores que se derivan de este proyecto de grado (generación de un modelo predictivo).

Si se analizan trabajos como “*The Role of Institutions in Growth and Development*” (Daron Acemoglu, 2008) se puede encontrar conclusiones importantes en que existen variables propias dentro del funcionamiento de instituciones económicas, las cuales tienen la capacidad de transformar el desarrollo socio económico de una región, lo que hace necesario que estas sean estimuladas en mayor proporción que otras, haciendo claro en muchos casos, que esto puede involucrar que se eliminen ciertas instituciones con menor capacidad de transformación que otras, creando así una política pública correcta, lo cual es pertinente de analizar, ya que la idea de este proyecto de grado está directamente relacionado con estrategias de ejecución de políticas públicas tales como el plan de ciencia, tecnología e innovación de la ciudad de Medellín.

Teniendo en cuenta que en el proceso de planificación de cualquier estrategia, la correcta gestión y monitoreo de las variables clave se convierte en una necesidad elemental para ejecutar acciones y disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones. Por lo anterior, se identifica que los indicadores son un instrumento que proporciona información para el seguimiento y evaluación de las políticas, planes, programas y proyectos, registran los insumos, cambios e impactos que se produce su implementación y son el insumo principal para valorar y/o replantear objetivos y metas, construir estrategias y mejorar la planeación. es por esto que se hace necesario realizar una investigación que permita identificar cuáles son los indicadores clave para la sostenibilidad

de la ciudad de Medellín que pueden ser impactados por Ruta N en su estrategia de innovación por medio de ciencia y tecnología.

#### **4. Planteamiento del problema**

Actualmente la ciudad de Medellín dentro de su estrategia de desarrollo socio económico, tiene la innovación como el principal motor de transformación de las variables de sostenibilidad de la ciudad, tales como la calidad de vida de los ciudadanos, en donde la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en la generación de esta innovación-. Las estrategias y programas actuales, con los que la ciudad intenta lograr dicha transformación a través de la ciencia, la tecnología y la innovación, no cuentan con un mecanismo que permita identificar el grado de impacto real, directo e indirecto que tienen estos en las metas de desarrollo de la ciudad. . En este sentido, el poder contar con una herramienta que le permita a Medellín estimar cuales son las variables específicas de ciencia, tecnología e innovación, que tienen un impacto mayor o menor en variables de sostenibilidad de la ciudad, tales como el PIB per cápita le permitirá ejecutar proyector mejor direccionados que habiliten un crecimiento mayor al orgánico tendencial esperado, permitiéndole así proyectarse a desarrollos que puedan ser comparables con los que han tenido países como Singapur, Corea del Sur, Finlandia , Israel, entre otros.

Con base en lo anterior, se desea proponer un modelo que permita mediante datos históricos de la ciudad de Medellín, crear un conjunto de entrenamiento para el análisis de datos, que logre identificar el grado de influencia de las diferentes variables de ciencia, tecnología e innovación en las variables de sostenibilidad de Medellín, y de esta manera tener la posibilidad de proponer escenarios futuros de inversión en CT+i que habiliten en mayor proporción el crecimiento de la ciudad. El modelo tendrá la posibilidad de evolucionar a

medida que entren nuevos datos, ya que la economía de la ciudad es dinámica y puede cambiar su comportamiento a medida que es intervenida, y a su vez ser capaz de tomar un nuevo conjunto de entrenamiento que arroje cada vez datos más cercanos a la realidad de la ciudad.

Este trabajo corresponde a la primera fase de este modelo, ya que identificará las variables de sostenibilidad relacionadas con ciencia, tecnología e innovación y que son calve para la simulación del modelo.

## **5. Impacto esperado**

Se espera que la ciudad pueda contar una herramienta que le permita tomar decisiones acerca de las inversiones que debe hacer en ciencia, tecnología e innovación, en su meta de transformar la economía actual hacia una basada en innovación, de manera que pueda identificar cuáles son las variables clave que le permiten obtener un impacto cada vez mayor con un mejor uso de los recursos. De esta manera, Medellín tendría la ventaja frente a otras regiones al identificar como su gestión en materia de CT+i, impacta directamente en variables de sostenibilidad social, ecológica y económica de la ciudad.

## 6. Objetivos

Objetivo General.

Identificar el estado de las variables de sostenibilidad económica, ecológica y social de la ciudad de Medellín que estén relacionadas directa e indirectamente con actividades de ciencia, tecnología e innovación

Objetivos Específicos

- Identificar las diferentes variables de sostenibilidad de ciudades.
- Recopilar las diferentes variables de sostenibilidad de ciudades.
- Seleccionar variables de sostenibilidad de ciudades apropiadas para la ciudad de Medellín.
- Identificar variables de ciencia, tecnología e innovación.
- Seleccionar variables de ciencia, tecnología e innovación para la ciudad de Medellín,
- Relacionar cuales de esas variables de sostenibilidad de ciudades pueden ser intervenidas con actividades de CT+i.
- Agrupar y caracterizar las variables resultantes.

## 7. Marco contextual

Al igual que cualquier organización privada, las organizaciones públicas deben contar con un mapa estratégico que les permita diseñar y medir sus indicadores clave de rendimiento, a través de factores críticos de éxito, que solo se identifican cuando se tiene claro la misión y la visión de la organización. En este sentido, al observar una ciudad como Medellín, la cual ha definido dentro de su plan de desarrollo que la innovación se convierta en un eje fundamental para llevar bienestar a sus ciudadanos, se identifica un reto importante a la hora de diseñar, ejecutar y medir acciones que permitan alcanzar este objetivo.

La Corporación Ruta n, es la entidad que constituyó el gobierno local de la ciudad de Medellín, con la tarea de movilizar desde el sector público, la consolidación de una economía basada en innovación, donde la misión que definieron en su mapa estratégico es que “Ruta n lidera la evolución económica de la ciudad hacia actividades intensivas en ciencia, tecnología e innovación de forma incluyente y sostenible.” y como visión que “En 2021 la innovación será el principal dinamizador de la economía y del bienestar de la ciudad, basado en un ecosistema de categoría mundial”. En la misma lógica, para una ciudad en desarrollo como Medellín, donde la inversión que se debe hacer en actividades de ciencia, tecnología e innovación debe llegar alrededor del 2,7% de su PIB según los indicadores definidos al 2021 en su plan de ciencia, tecnología e innovación 2015 (Ruta n, 2015), para lograr el promedio de la OCDE (OCyT, 2013), lograr que esta inversión se traduzca en bienestar para su sociedad, se convierte en una gran responsabilidad, ya que existen problemas inmediatos que requieren recursos, tales como colegios, alimento para los niños, mas vías, mayor seguridad, entre otros; los cuales hacen que para la ciudadanía no sea tan claro como una estrategia de tan largo plazo en verdad pueda traducirse en una solución de fondo de las problemáticas que actualmente está enfrenta. Para

garantizar esto, una organización como Ruta n, debe diseñar programas y estrategias que le garanticen alcanzar sus objetivos de transformación de ciudad a través de la CT+i. Como se identifica en su misión, la sostenibilidad juega un papel fundamental en el desarrollo de Medellín, ya que se conecta de manera directa con la calidad de vida de los ciudadanos tal como se observa en los indicadores de sostenibilidad que se detallan en este trabajo posteriormente. En este sentido, antes de desarrollar un modelo predictivo que permita identificar la relación entre la sostenibilidad y los programas de CT+i de la ciudad, es indispensable que en primer lugar se identifiquen los indicadores clave de sostenibilidad y de CT+i utilizados a nivel mundial y local, de manera que se pueda contar con una línea base de la información que permita entender las diferentes variables que deben ser consideradas a la hora de modelar escenarios futuros de desarrollo económico. Es así como esta primera fase centra su objetivo principalmente a conocer estos indicadores de manera que a la hora de desarrollar la segunda fase del modelo, se cuente con información relevante que el mundo y la región ha considerado medir, ya que aunque la calidad del indicador es indispensable para este modelo, es más importante contar con indicadores que sea medibles en el tiempo y que sean comparables con otras regiones.

## **8. Desarrollo del tema**

### **8.1. Indicadores**

En primer lugar es importante dar un contexto general de la importancia de los indicadores para el desarrollo de la estrategia de cualquier organización, incluyendo las públicas como Ruta N, ya que son un instrumento que proporciona información para el seguimiento y evaluación de las políticas, planes, programas y proyectos y además registran los insumos, cambios e impactos que se produce con la gestión y el plan estratégico de la misma, convirtiéndose en el insumo principal para valorar y/o replantear objetivos y metas, construir estrategias y mejorar la planeación. Tomando la definición textual del DANE de que es un indicador, en la página 12 de su documento “Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores - Estrategia para el Fortalecimiento Estadístico Territorial”, este se define como una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables; la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo (DANE, 2005).

Para la definición de los indicadores clave dentro de una organización, independiente de si es pública o privada, con o sin ánimo de lucro, le es indispensable analizar cuál debería ser el desempeño de los diferentes niveles estratégicos y para esto se propone seguir una serie de pasos descritos a continuación:



1. Definir cuál es la visión de la compañía, la cual conlleva a la definición de los objetivos de alto nivel organizacionales.
2. Debe identificar en donde se encuentra en cada momento, lo cual depende de una evaluación constante de sus objetivos.
3. Debe definir hacia dónde quiere ir, haciendo necesario la definición de objetivos medibles.
4. Debe definir cómo va a llegar allá, es aquí donde define cambios, mejoras y procesos.
5. Finalmente debe verificar si ya llegó allá, para esto se deben definir medidas y métricas que son CSFs (Factores Críticos de Éxito) y KPI (Indicadores Clave de Rendimiento).

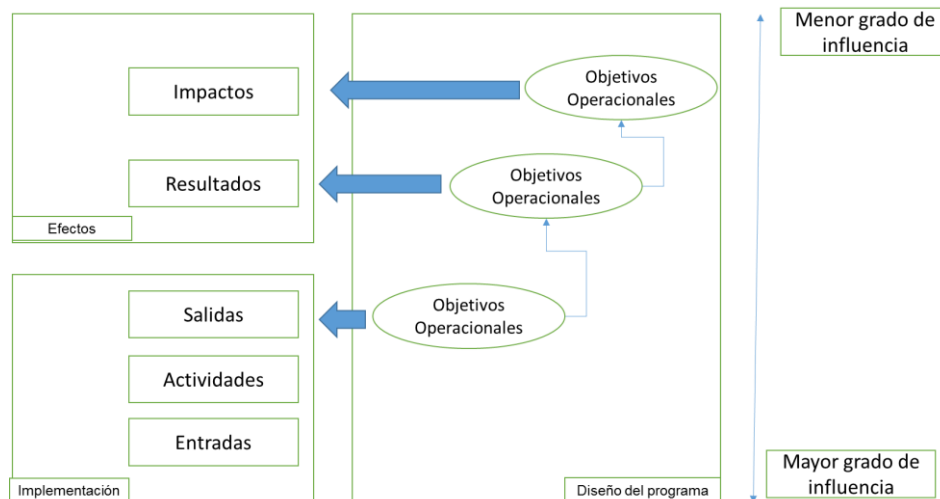
Esto es indispensable, ya que en teorías como las de Richard Rumelt en su libro *Good Strategy Bad Strategy* (Rumelt, 2012) se muestra como una organización talentosa identifica uno o dos puntos clave para su estrategia, permitiéndole enfocar sus esfuerzos en las tareas que generan mayor valor dentro de su campo de acción, lo cual puede aumentar significativamente la eficiencia de la estrategia evitándole desgastarse en tareas repetitivas que no generan un verdadero impacto dentro de los objetivos estratégicos. Es por esto que para una Corporación como Ruta N, es indispensable identificar esos KPI que permitan enfocar los esfuerzos y alcanzar así con la mayor eficiencia y eficacia los objetivos de generarle sostenibilidad a Medellín impactando directamente en la calidad de vida de los ciudadanos.

Desde un punto de vista más sistémico y detallado, se observa que para que toda organización pueda identificar como sus acciones impactan de directa o indirectamente los objetivos misiones de la misma, debe entender los diferentes niveles de acción que tiene con sus respectivos programas. Es así como estudios planteados por firmas importantes de definición de indicadores y planes estratégicos en materia de CT+i y sostenibilidad como Technopolis (Technopolis y Ruta N, 2013), plantea un análisis en diferentes niveles tal y como se detalla a continuación:

1. Definir una serie de objetivos esenciales para atacar problemáticas específicas que la organización quiere resolver. En el caso particular de este trabajo, estos ya están definidos en el mapa estratégico de Ruta N y el enfoque está en que la innovación se convierta en el motor de desarrollo social y económico de la ciudad.
2. Para intervenir estas problemáticas se deben definir unas entradas, que generalmente se ven representadas en recursos que van a financiar o ejecutar proyectos específicos, en este caso son ACTI (Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación).
3. Estas entradas generan actividades específicas que deben arrojar salidas, es decir resultados directos de las actividades habilitadas por las entradas anteriormente descritas.
4. Estas salidas habilitan efectos que tienen un amplio espectro, donde por ejemplo en un proyecto de CT+i, inicialmente se ven afectados los beneficiarios directos de cada proyecto, pero la sociedad en general aún no se ve impactada por estas inversiones.

5. Posteriormente estas salidas empiezan a general impactos sociales más amplios que por ejemplo pueden llevar conllevar a aumentar el PIB y la riqueza nacional e influir la calidad de vida de los ciudadanos.

A continuación en la figura 1<sup>2</sup> se muestra el modelo anteriormente explicado.



*Figura 1 Mapa Sistémico de Entradas e Impactos*

Lo anterior es de gran importancia para el desarrollo de este trabajo, ya que permitirá más adelante identificar como unas acciones a través de indicadores primarios de CT+i pueden impactar indicadores de más alto nivel como los de sostenibilidad y calidad de vida.

Luego de que se seleccionan indicadores es indispensable comprender que estos tienen necesidades de información, y para esto se deben considerar la disponibilidad de esta información tanto en el presente como en el futuro, y las acciones que se deben

<sup>2</sup> La tabla fue diseñada por el autor y referenciándose en el trabajo que realiza la consultora Inglesa Technopolis.

emprender para el levantamiento de la información. Para el caso particular de este trabajo de grado es de gran importancia comprender si la información de los indicadores que se definan está disponible en la región, haciendo necesario considerar la información que se derive de políticas públicas, ver la comparabilidad de los indicadores identificados con otras regiones y comprender los planes regionales de desarrollo.

Luego de identificados los indicadores y sus fuentes de información, es indispensable contar con un cuadro de mando el cual es conocido dentro el mundo empresarial como un BSC (Balance Score Card), de manera que se puedan presentar y gestionar correctamente estos indicadores clave, permitiéndoles a los líderes de la organización contar con una herramienta que facilite el verificar la manera como las acciones que se emprenden, están impactando en mayor o menor proporción los objetivos estratégicos de la organización.

Finalmente es importante contar con un modelo que sirva de guía para la caracterización de un indicador. A continuación en la tabla 1 se propone una tabla derivada de una ficha hecha por el OCyT, UPB, Ruta N, UNAL y UDEA bajo el marco de un trabajo generado para Ruta N para la construcción de una línea base de indicadores de CT+i para la región (Universidad, Universidad, & Observatorio, 2013).

*Tabla 1 Ficha de caracterización de indicadores*

| <b>Ficha de caracterización de indicadores</b> |
|------------------------------------------------|
| Nombre del indicador                           |
| Id de indicador                                |
| Categoría temática                             |
| Descripción                                    |
| Unidad de medida                               |
| Metodología de cálculo                         |
| Fuente                                         |
| Observaciones                                  |

## **7.2. Sostenibilidad en ciudades**

### **7.2.1. Sostenibilidad**

Iniciando con la sostenibilidad como el parámetro principal dentro del marco de análisis de este trabajo, se retoma con la definición realizada por las naciones unidas descrita anteriormente, “Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Macedo, 2005). La sostenibilidad debe llevar progreso y calidad de vida para los habitantes de una ciudad y como se mostrará posteriormente, no puede limitarse únicamente a lo económico ya que debe conservar un balance con variables ambientales y sociales. Para explicar de mejor manera lo anteriormente expuesto y llevándolo a un escenario real, se puede decir que una ciudad sostenible debe construir sistemas de transporte que les permita a las personas moverse por la ciudad de una manera rápida y económica, debe tener recursos

seguros de agua limpia, fuertes y eficientes estructuras e instituciones sociales, una fuerza de trabajo saludable y educada, y un ambiente que conduzca a un fuerte rendimiento económico en la generación de negocios; a su vez debe considerar las necesidades futuras de la ciudad y por lo tanto debe tener cuidado con el manejo de sus desechos, disminuir la contaminación, proteger las aguas de la contaminación, crear planes de contingencia frente a posibles desastres naturales, entre otros. Afirmaciones como estas, pueden verse reflejadas en informes de sostenibilidad reconocidas internacionalmente como en el documento de sostenibilidad de ciudades de Arcadis (Arcadis, 2015).

Lo anterior permite identificar que al final la sostenibilidad es un parámetro que influye directamente en las personas, las cuales son el cliente final de cualquier estrategia de desarrollo de una ciudad y los cuales perciben la sostenibilidad bajo parámetros de calidad de vida. Haciendo un corto recuento histórico que permita comprender mejor esto, se identifica que este concepto ha evolucionado a través de los años, cuando los economistas por largo tiempo relacionaban calidad de vida o bienestar, bajo la escuela del utilitarismo, donde se pensaba que un individuo y la sociedad están con un mayor bienestar cuando maximizan sus niveles de utilidades o satisfacción, en la teoría clásica económica, dicha satisfacción era medida como una combinación de bienes y servicios que un individuo o una sociedad podía consumir, y por lo tanto la manera como empezaron a medir esto, era monetizar el valor de la satisfacción y por muchos años los economistas y los gobiernos usaban datos como el ingreso como un indicador clave para medir la calidad de vida o bienestar ergo sostenibilidad.

En 1990, el programa de desarrollo de las naciones unidad UNDP (*The United Nations Development Program*) transformó esta teoría de desarrollo, medición y política con la

publicación anual de su primer reporte de desarrollo humano HDR (Human Development Report) y la introducción del índice de desarrollo humano HDI (Human Development Index). El HDI fue basado en las teorías de la filósofa y economista Amartya Sen's, en donde se enfatiza en la importancia de temas como salud y educación, por encima de los ingresos. En años recientes, se ha venido pensando que la calidad de vida, no es únicamente la posibilidad de acceder a condiciones materiales, sino que también depende de percepciones que tienen los individuos y la sociedad acerca de esas condiciones, incluyendo sus niveles de satisfacción con sus trabajos, sus comunidades, su participación en la toma de decisiones de sus países y satisfacción con sus vida en general. Es por esto que el índice de la OCDE (Better Life Index) (OCDE, Better Life Index Country Reports, 2014) ha sido una importante aproximación para llegar a un buen balance de indicadores que no miden únicamente las condiciones de vida materiales sino que también calidad de vida en un sentido más amplio. Lo anterior muestra la coherencia de la relación entre sostenibilidad y calidad de vida ya que cada vez ambos indicadores pasan de medir únicamente lo económico a medir variables en el ámbito social y como se ha explicado anteriormente, lo social y lo económico no puede funcionar si no están en armonía con lo ambiental. Este trabajo plantea la calidad de vida como el reflejo específico de la sostenibilidad de una ciudad, ya que considera variables en las mismas tres dimensiones e impactan directamente el mismo público, las personas. Llevando la sostenibilidad a relacionarse directamente con la calidad de la vida de las personas, y según informes de sostenibilidad como el de Arcadis (Arcadis, 2015), podemos traslapar las 3 dimensiones de sostenibilidad de la siguiente manera, Social -> Personas, Ambiental -> Planeta, Económico -> Rentabilidad.

Entendiendo la importancia de la sostenibilidad en sus diferentes dimensiones, cabe analizar que es indispensable para las ciudades encontrar la manera de generar fuertes retornos económicos, siendo atractivos para vivir y trabajar sin dañar el medio ambiente, ya que el capital depende de las personas y las personas dependen del medio ambiente, por lo tanto si no se logra esta sincronía, se podría generar crisis y solo momentos temporales de desarrollo. Para entender la relación entre estas 3 variables de sostenibilidad, como ejemplo se puede observar que muchas veces los factores ambientales están relacionados con factores económicos de una manera muy directa, por ejemplo cuando una ciudad es eficiente energéticamente, impulsa la generación de economías basadas en servicios, debido a que los costos por transacción pueden ser más bajos. Por lo tanto, se puede determinar que aunque existen ciudades que tienen un mayor desarrollo económico frente a otras, esto no les garantiza que sean más sustentables. Lo anterior se puede observar en el índice de ciudades sostenibles de Arcadis (Arcadis, 2015), mencionado anteriormente, en donde los puntajes que reciben importantes centros financieros del mundo tales como Tokio, Nueva York, San Francisco, entre otros, son castigados fuertemente dentro de la clasificación de sostenibilidad, debido a los altos costos que tienen para hacer negocios, consecuencia de su alto costo de vida y de las propiedades, creando un desbalance entre las 3 dimensiones de sostenibilidad, específicamente en la dimensión social, situándolos en una clasificación por debajo de ciudades que aunque no son tan fuerte financieramente, ofrecen una mayor balance entre lo económico, lo social y lo ambiental.

Antes de continuar con la identificación de los indicadores de sostenibilidad, cabe resaltar algunos puntos que son clave para entender dinámicas de sostenibilidad de una ciudad, en



donde es indispensable entender que aunque esta depende de las 3 dimensiones mencionadas, si vamos a los principales índices, ninguna ciudad lo ha logrado posicionarse teniendo el mejor puntaje en las 3 dimensiones, cada ciudad es particular y debe decidir en donde concentrar la mayor proporción de sus esfuerzos según sus capacidades, lo cual justifica el foco final de este proyecto, que pretende determinar las variables estratégicas en las que la ciudad debe invertir sus recursos.

### **7.2.2. Indicadores de sostenibilidad**

A continuación se expondrán diferentes índices de sostenibilidad y de calidad de vida los cuales son reconocidos a nivel mundial y son usados por distintas regiones del mundo.

Uno de los principales índices relacionados con la sostenibilidad de una ciudad y que impactan directamente en la calidad de vida de sus ciudadanos son los de la OCDE, *Better Life Index*, que como se describió en el capítulo anterior, es una fuente con índices altamente comparables internacionalmente y que suponen una oportunidad para Colombia debido al proceso actual de incorporación a esta organización que está teniendo el país.

Los indicadores que acá se miden se muestran a continuación:

- Vivienda
- Ingresos
- Empleo
- Comunidad

- Educación
- Medio Ambiente
- Compromiso Cívico
- Salud
- Satisfacción
- Seguridad
- Balance Vida – Trabajo

El índice de Desarrollo Humano HDI de las Naciones Unidas cuenta con algunos indicadores similares que se muestran a continuación:

- Valor del índice de desarrollo humano (compuesto por 3 dimensiones: vida larga y saludable, conocimiento y estándares decentes de vida)
- Expectativa de vida
- Años de estudio
- Años esperados de estudio
- Producto interno Bruto per cápita
- Coeficiente de inequidad humana
- Inequidad en expectativa de vida
- Inequidad en educación
- Inequidad en ingresos
- Coeficiente GINI
- Pobreza Multidimensional

En Inglaterra, la Oficina Nacional de Estadísticas (ONS) cuenta con múltiples indicadores que sirven para medir la sostenibilidad, en donde cabe destacar el Foro por el Futuro liderado por este país para el desarrollo sostenible NGO (*Non-governmental Organizations*), en donde se diseñan estrategias de sostenibilidad en un trabajo conjunto entre el gobierno, empresas de servicios públicos. Este foro tiene un índice de sostenibilidad (Future, 2013) que mide alrededor de 20 ciudades y que se divide en 3 dimensiones denominadas Impacto Ambiental, Calidad de Vida y Aseguramiento del Futuro.

A continuación se exponen los 13 indicadores que mide este índice:

#### **Indicadores ambientales**

- Calidad del Aire
- Huella Ecológica
- Basura Domestica
- Biodiversidad

#### **Indicadores calidad de vida**

- Salud
- Espacios Verdes
- Transporte
- Empleo
- Educación

## **Indicadores aseguramiento del futuro**

- Cambio Climático
- Economía
- Reciclaje
- Provisiones Locales de Comida

Por su parte ciudades como Londres, con su Comisión de Desarrollo Sostenible, han creado su propio índice de sostenibilidad (Commision L. S., 2010), con el fin de medirse a ellos mismos y enfrentarse a los desafíos que traerá el futuro debido a los grandes cambios que está generando el planeta, que van desde cambios climáticos hasta cambios económicos abruptos. Ellos diseñaron un índice compuesto de 23 indicadores divididos en 3 dimensiones, una social, otra ambiental y finalmente una económica.

A continuación se presentan los indicadores de este índice:

## **Indicadores sociales**

- Voto
- Voluntariado
- Cuidado de los niños
- Educación primaria
- Educación Secundaria
- Actividad Física
- Expectativa de Vida
- Vivienda Decente

- Capacidad de adquirir vivienda
- Satisfacción de vecindario
- Pobreza

### **Indicadores de Ambiente**

- Código de Contratación Verde
- Reciclaje
- Viaje al Colegio
- Huella Ecológica
- Desperdicios
- Emisiones de CO2
- Poblaciones de Aves
- Acceso a la Naturaleza
- Calidad del Aire
- Volúmenes de Trafico
- Inundaciones

### **Indicadores Económicos**

- Empleo
- Pobreza Infantil
- Desigualdad de Ingresos
- Supervivencia de Negocios
- Eficiencia de Carbono

El índice de la Nueva Fundación Económica NEF con su HPI (*Happy Planet Index*) (NEF, 2012) mide indicadores de sostenibilidad de 151 países diferentes, y se presentan a continuación:

- Expectativa de Vida
- Bienestar
- Huella Ecológica
- Planeta Feliz (Este indicador se construye Con la fórmula:
  - **Bienestar experimentado \* Expectativa de vida / Huella Ecológica**

El Índice de Desarrollo Mundial del Banco Mundial, define dentro de su batería de indicadores, unos enfocados a sostenibilidad (Tatyana P. Soubbotina, 2004), los cuales no deben dejarse de lado dentro de este trabajo. Estos indicadores se mencionan a continuación:

- Crecimiento Poblacional
- Inequidad de Ingresos (Curvas de Lorenz e Índices GINI)
- Pobreza y Hambre
- Educación
- Salud y Longevidad
- Industrialización y Pos-industrialización
- Polución del Aire
- Combinación entre empresas públicas y privadas
- Globalización
- Capital Social

- Corrupción

Como se observa en lo mencionado anteriormente, los índices de sostenibilidad usualmente están compuestos por un número entre 10 a 20 indicadores que consideran generalmente múltiples dimensiones; a su vez en índices como el de HDI y el de Happy Planet Index optan un acercamiento más conciso, lo cual reduce los requerimientos de información para la medición de los índices.

En los últimos años han salido nuevos índices en diferentes países como en Australia donde el gobierno lanzó un proceso de consultoría y se invitaron personas, líderes de comunidades y expertos de Australia para identificar las aspiraciones de los australianos (Australia, 2015). En Austria se usa un estudio estadístico en donde se recoge información alrededor de 30 indicadores diferentes en áreas como riqueza material, calidad de vida y sostenibilidad ambiental (Austria, 2015), luego tomaron estos datos y los relacionaron con los índices de la OCDE de su índice *Better Life Index*, de manera que pudieran crear un indicador compuesto para medir el bienestar de los austriacos. En Francia desde el 2009, la oficina nacional de estadísticas del país, introdujo dentro de su medición convencional de hogares, múltiples indicadores relacionados con calidad de vida. México por su parte agregó dentro de sus múltiples encuestas de ciudad, diferentes indicadores subjetivos relacionados con bienestar, con la idea de reforzar la información que se mide convencionalmente referente a este parámetro. Así como estos, cada vez se observan más países que dentro de su estrategia de medición, consideran que la variable de sostenibilidad, calidad de vida y/o bienestar, son esenciales dentro de sus mediciones.

Todos los indicadores anteriormente mencionados, se encuentran referenciados y hacen parte de este estudio, pero no se plasman en el documento ya que son similares a los anteriormente expuestos.

Considerando otros índices que pueden generar insumos para los de sostenibilidad, se puede analizar otra serie de variables que generalmente son utilizadas para determinar ciudades atractivas para la inversión, tocando indicadores como los de la Universidad del Rosario (Rosario, 2014), los cuales cuantifican información como:

- Tamaño de mercado y desempeño económico
- Poder de compra y confort urbano
- Reconocimiento y presencia de jugadores globales;
- Capacidad de apalancamiento financiero;
- Calidad de la oferta formativa para la educación superior.

De aquí se pueden sacar datos que servirían de estrategia para posicionar las ciudades y lograr conseguir recursos para invertir en factores de sostenibilidad. Según el reciente informe de ciudades latinoamericanas, Medellín se sitúa como la 13ª ciudad más atractiva para establecer inversiones de un total de 48 metrópolis de América Latina y el Caribe

Existe un índice de ciudades innovadoras denominado el Índice de Ciudades Innovadoras 2thinknow (2thinknow, 2014), el cual es uno de los más reconocidos a nivel mundial, ya que cuenta con información de 445 ciudades distintas en todo el mundo, incluyendo múltiples de América Latina entre ellas Medellín. Se menciona este índice ya que aunque



inicialmente por su nombre indicaría que se enfoca únicamente en innovación, cuenta con 162 variables diferentes que abarcan temas económicos, ambientales, sociales, culturales, arquitectónicos, confianza pública, entre muchos otros y sirve de foco para entender que la innovación necesita de diferentes frentes que van más allá de la ciencia y la tecnología. Este índice abarca a su vez indicadores de calidad de vida tal como distribución de la riqueza (GINI), expectativa de vida y desempleo. A su vez este índice se publica cada año donde cada ciudad queda calificada, permitiéndole hacer planes de mejoramiento, de manera que puedan volverse más atractivas para inversionistas y talento humano, y a su vez le sirva los gobiernos para realizar sus planes de desarrollo en pro de la innovación.

El índice de 2thinknow divide los 162 indicadores en 3 sub categorías:

1. Bienes culturales: arte, cultura deportes, música, medio ambiente, personas, parques, espacios, diseño, y otros bienes creativos.
2. Infraestructura Humana: industria, negocios, manufactura, tecnología, mercados minoristas, utilidades, transporte, movilidad e implementación de infraestructura.
3. Mercados interconectados: económica, militar, comercio, infraestructura de conexión global, esta categoría tiene un ámbito más nacional, como por ejemplo en la parte militar que depende directamente del gobierno.

A continuación se detallan los indicadores de 2thinknow:

### **Indicadores referentes a bienes culturales**

- Arquitectura
  - Estratificación arquitectónico
  - Características decorativos
  - Arquitectura Verde
  - Barrios
- Artes
  - Cine y Cine
  - Festivales Culturales
  - Danza y ballet
  - Artistas plásticos
  - Artesanías
  - Galerías de arte privadas
  - Galerías de arte públicas
  - Obras Públicas
  - Museos Públicos
  - Sátira y Comedia
  - Teatro y obras de teatro
  - Actividades Juveniles
- Negocios
  - La publicidad en los medios de comunicación
  - Diseñadores
  - Green Business
  - Diversidad Industria
  - Video y Producción de Cine
- Intercambio cultural
  - Hoteles de alto nivel
  - Visitantes
  - Conferencias Internacionales
  - Estudiantes Internacionales
  - Entrada para visitantes
  - Información para Visitantes
- Ciencias económicas
  - Distribución de la riqueza
- Medio ambiente y naturaleza
  - Limpieza del Aire

- Clima y tiempo
- Emisiones
- Desastres Naturales
- Naturaleza
- La limitación de ruido
- Zonas Verdes Públicas
- Las características del agua
- Moda
  - Diseñadores De Moda
  - Industria Textil
- Comida
  - Cafés / Salas de Te
  - Bellas Restaurantes
  - Diversidad de Alimentos
  - Asequibilidad de comidas
- Historia
  - Historia
- Información
  - Librerías
  - Revista disponibilidad
  - La censura de medios
  - Noticias Periodismo
- Bibliotecas Públicas
- Televisión y redes de radio
- Publicaciones Subterráneas
- Censura Web
- Movilidad
  - Bicicletas
  - Calles
  - Ciudad Caminar
- Música
  - Música Clásica
  - Locales de música
  - Vida nocturna
  - Teatro De La Ópera
  - Música Popular
- Gente
  - Población Alternativa
  - Nivel De Educación
  - Igualdad de la Mujer
  - Tirar basura
  - Protesta y activismo
- Espiritualidad

- Lugares de adoración
- Deportes
  - En forma
- El fanatismo deportivo
- Estadios Deportivos

### **Indicadores referentes a infraestructura humana**

- Lo esencial
  - Electricidad y Gas
  - Suministro De Alimentos
  - Abastecimiento de agua público
  - Gestión De Residuos
- Comercio
  - Enfoque de negocios
  - Aceptación de tarjeta
  - Bancos y finanzas
  - Divisas
  - Multi-Nacionales
  - Servicios Profesionales
  - Espacios de reuniones públicas
- Intercambio Cultural
  - Conexiones Globales
  - Aeropuerto
- Idiomas
- Entrada de Turismo
- Recomendaciones de Viaje
- Ciencias económicas
  - El PIB per cápita
  - Los precios de la propiedad
  - Tasa De Desempleo
- Educación
  - Educación de Arte
  - Negocios Educación
  - Ciencias e Ingeniería
  - Población Estudiantil
  - Amplitud de la Universidad
  - Comercialización de la Universidad

- Gobierno
  - Estabilidad Gobierno
  - La capacidad de respuesta del Gobierno
  - Transparencia Política
  - Profesionalidad del Servidor Público
- Salud
  - Medicina General
  - Hospitales
  - Tasa De Mortalidad Infantil
  - Esperanza De Vida
  - Listas de Espera
- Industria
  - Clusters de la industria
  - Fabricación
  - Calidad de Fabricación
  - Industria Editorial
  - Recursos
  - Vino, espíritu & cerveza
- Trabajo
  - Salarios Administrativos
- Fuerza Laboral
- Visa de Trabajo
- Ley
  - Derechos Ciudadanos
  - Vigilancia
  - Separación de poderes
- Logística
  - Flete de contenedores
  - Flete
  - Sistema Postal
  - Vía De Ferrocarril
- Movilidad
  - Traslados Aeropuerto
  - Automóviles
  - Infraestructura de transporte de la ciudad
  - Conexiones internas
  - Aeropuerto Internacional
  - Entrega de Servicios
  - Frecuencia de servicio
  - Calle Señalización
  - Servicio de Taxi
  - Cobertura Transporte

- Seguridad Pública
  - Crimen
  - Crimen Violento
- Al Por Menor
  - Grandes Almacenes
  - Mercados Locales
  - Compras locales
  - Establecimiento Minorista
  - Clusters Minoristas Pequeños
- Start-Ups
  - Configuración de la compañía
- Crecimiento Financiación de Empresas
- Start-Up Espacios de oficina
- Tecnología y Comunicaciones
  - Internet De Banda Ancha
  - Red fija de teléfono
  - Política de TI Gobierno
  - Usuarios de Internet
  - Red de Telefonía Móvil
  - Web 2.0
  - Conexión Inalámbrica A Internet

### **Indicadores referentes a mercados en red**

- Intercambio Cultural
- Multilingüe
- Diplomacia
- Embajadas y Embajadores de Comercio
- Las relaciones con los vecinos
- Ciencias económicas
- Mercado Nacional de Salud
- Mercado Interno Tamaño
- Exportaciones
- Importaciones
- La Inversión Extranjera Directa
- Tamaño del mercado
- Población

- Reservas
- Socios comerciales
- Economías
- Geografía
- Dependencias Flete
- Ubicación física
- Rutas De Comercio
- Industria
- Diversidad del Comercio
- Militar
- Militar Relativa
- Poder Estratégico

El índice de sostenibilidad que más ha sobresalido en la investigación referente a esta tesis, es el de Arcadis (Arcadis, 2015), ya que compila indicadores de sostenibilidad de diferentes índices tales como el Índice de Desarrollo Humano (HDI) de las Naciones Unidas, los del Banco mundial, La organización Mundial de la Salud (Organization G. H., 2012), La Organización del Trabajo Internacional (Organization I. L., 2014), entre otras. La metodología para entender los criterios utilizados para comparar y seleccionar estos indicadores es confidencial y no es de acceso público.

Este índice considera las 3 dimensiones que tiene que tener cualquier estrategia de sostenibilidad, las cuales se describen a continuación con sus respectivos indicadores:

**Indicadores Sociales -> Personas:** Mide el rendimiento social incluyendo la calidad de vida

- Infraestructura de transporte
- Salud
- Educación
- Inequidad de ingresos
- Balance entre vida y trabajo
- Radio de dependencia
- Espacios verdes dentro de las ciudades

**Indicadores Ambientales -> Planeta:** Captura factores del ambientes tales como emisión de energía y polución:

- Consumo de energía de la ciudad
- Uso de energía renovable
- Tasas de reciclaje
- Emisiones de gas de casas verdes
- Riesgos de catástrofes naturales
- Agua potable
- Polución del aire

**Indicadores Económicos -> Rentabilidad:** Mide el rendimiento económico y el ambiente de negocios:



- Rendimiento desde una perspectiva de negocios
- Mezcla de medidas de transporte como trenes, aéreo, transporte público y el consumo de tiempo de estos.
- Facilidad de hacer negocios
- La importancia de la ciudad en redes económicas internacionales
- Costos de vivienda y propiedad
- PIB per cápita
- Eficiencia energética

Finalmente, en el programa de Medellín denominado Medellín Como Vamos (Medellín A. d., 2014), se cuenta con diferentes indicadores de sostenibilidad relacionados con los anteriormente descritos, lo cual proporciona información útil para la adquisición de información de los indicadores que se seleccionen en este trabajo. A continuación podemos observar estos indicadores:

- Pobreza y desigualdad
- Educación, cultura y recreación
- Salud
- Medio ambiente
- Movilidad y espacio público
- Seguridad y convivencia
- Empleo e inflación
- Vivienda y servicios públicos

- Corresponsabilidad y responsabilidad ciudadana
- Participación ciudadana
- Gestión y finanzas públicas
- Competitividad y desempeño económico

Existen una gran infinidad de indicadores relacionados con la sostenibilidad de una región, en este capítulo se detallaron los principales y más reconocidos índices a nivel mundial. Al analizar estos índices, se puede identificar que los indicadores que cada uno de estos utiliza son muy similares en cuanto a las variables que pretende medir, con excepción del índice de 2thinknow que cuenta con 162 indicadores y considera además de las variables de sostenibilidad, variables adicionales de una ciudad que influyen de manera secundaria.

Si observamos en profundidad cada índice podemos ver que en las dimensiones tanto social y ambiental, los indicadores son similares.... En cuanto a los indicadores económicos, estos entran a ser compra

Debido a que esta primera fase se enfoca en identificar las variables tanto de sostenibilidad como de ciencia tecnología e innovación, que permitan generar un modelo de simulación, en donde se pueda comprender y medir el impacto que tienen la ciencia, la tecnología y la innovación dentro de la sostenibilidad de una ciudad o país, viéndose repercutido directamente en la calidad de vida de sus habitantes; no cabe el analizar la superioridad de un indicador frente a otro, debido a su contenido

o estructura, ya que aunque encontramos los indicadores que mejor pueden representar el estado real de la sostenibilidad de una ciudad, si estos no son actualmente medidos a nivel mundial y local, por más bueno que sea el indicador, este no podrá ser utilizado para el modelo predictivo, ya que este necesita de datos constantes en el tiempo y comparables en diferentes economías, de manera que la simulación pueda contar con conjuntos de datos de entrenamiento lo suficientemente amplios para desarrollar su algoritmo de predicción y análisis de correlaciones.

Aun así, como se mencionó anteriormente, al analizar los diferentes índices descritos, se observa que los indicadores no están muy alejados unos de los otros, los cuales pueden ser normalizados mediante un ejercicio que no hace parte del alcance de este trabajo, pero que para la fase 2 puede permitir que el modelo pueda ser escalado a diferentes economías del mundo.

Es importante aclarar, que aunque en ese trabajo no se detendrá a analizar la superioridad de un indicador frente a otro en un nivel profundo se sugiere generar otro trabajo en donde se evalúen y se desarrollen los indicadores de sostenibilidad ideales para las ciudades del mundo.

Cabe resaltar adicionalmente, que el alcance de este trabajo basa su objetivo en el entendimiento del estado de los indicadores de sostenibilidad que pueden ser medidos actualmente y que pueden relacionarse con actividades de CT+i. Debido a esto, se podrá identificar en el desarrollo del trabajo que se mencionan los

principales índices de sostenibilidad y de ciencia tecnología e innovación del mundo, más que un análisis de creación de nuevos indicadores o de calificación detallada de los mismos.

En el numeral 7.4 de este documento, se identifica cuáles fueron los indicadores seleccionados con base en los índices anteriormente descritos y posteriormente se mostrara su relación con actividades de ciencia, tecnología e innovación.

### **7.3. Ciencia tecnología e innovación**

#### **7.3.1. Indicadores de ciencia, tecnología e innovación**

Las actividades científicas, tecnológicas y de innovación son de vital importancia como herramientas fundamentales para el desarrollo económico, ambiental y social de un territorio, y esto se puede ver representado en economías como la de Estados Unidos, Singapur, Corea Sur, Israel, entre otras, en donde implementaron la CT+i como un elemento esencial de desarrollo del país, lo cual ha hecho que esta se ubiquen como ciudades altamente desarrolladas frente a otras que basaron su economía en productos tradicionales sin valor agregado. Esto ha demandado la generación de mecanismos que permitan obtener información pertinente y constante para el diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en el tema. Es aquí cuando organizaciones como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual agrupa a 34 países miembros y tiene la misión de promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las

personas alrededor del mundo, tienen la función de medir diferentes variables alrededor de la CT+i.

Debido a la importancia de estos indicadores para este trabajo, ya que son la base de la estrategia de Ruta n para generar sostenibilidad en Medellín, a continuación se mostrara un poco de historia alrededor de las diferentes metodologías para la construcción y formalización de los indicadores de CT+i.

En los años sesenta se generan las primeras propuestas de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental bajo el Manual de Frascati (OCDE, Manual de Frascati, 2002); el cual consiste en un documento metodológico diseñado como guía práctica para países pertenecientes a la OCDE. Es indispensable mencionar este manual ya que se ha convertido en una de las referencias más importantes para la construcción de indicadores de muchos de países en materia de CT+i, y es, actualmente, la guía internacional por excelencia en materia de normalización para la toma de datos estadísticos con vista a medir las inversiones en I+D. Posterior aparecen nuevos insumos en cuanto a la metodología para la construcción de indicadores alrededor de ACTI tales como El Manual de Oslo (OCDE, Eurostat, & Tragsa, 2006), que es utilizado como referencia en todo el mundo; el Manual de estadísticas de patentes (OCDE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio , & Oficina Española de Patentes y Marcas, Manuel de Estadísticas en Patentes, 2009), el cual ofrece las directrices básicas para la compilación y el análisis de datos de patentes; el Manual de Canberra (OCDE, Manual de Camberra, 1995), utilizado para elaborar indicadores sobre insumos y

flujos de recursos humanos dedicados a actividades de ciencia y tecnología; entre otros.

En cuanto la CT+i a nivel de territorios, podemos encontrar redes como el RICYT Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología creada en el año 1995, la cual abarca territorios de América Latina y su principal objetivo es el de “promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones” (RICYT, 2015). Esta red se convierte en una guía esencial para trabajar en CT+i en Colombia y debe ser considerada como parte importante de este estudio.

Como un marco de referencia local adicional, es importante considerar el Manual de Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe, denominando Manual Bogotá (RICYT, OEA, CYTED, COLCIENCIAS, & OCYT, 2001), el cual sirve como referente metodológico para la construcción de indicadores de innovación en los países de esta región, de manera que se habiliten comparaciones internacionales y a su vez se tenga la posibilidad de medir temas específicos del proceso de innovación de la región.

Existe también un manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología denominado el Manual de Santiago (RICYT, CYTED, OEI, & AECID,

2007) publicado en el año 2007 y sirve de guía para medir los procesos de internacionalización de la ciencia y la tecnología.

En Colombia y principalmente en Medellín, la política alrededor de la CT+i como estrategia para el desarrollo social, económico y ambiental, ha generado la necesidad de contar con instituciones o mecanismos que proporcionen información sobre el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación, de manera que se pueda hacer seguimiento a la gestión de la CT+i y al impacto de esta sobre el país. Es así como surge el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) como política nacional. El OCyT es la entidad encargada de producir de manera permanente indicadores de CT+i para la planeación, evaluación y seguimiento de las políticas públicas. Este suministra a la RICyT y a la UNESCO, información con el fin de contribuir en el registro de la información de manera que se pueda generar una comparabilidad internacional alrededor de la CT+i. Así mismo desde Ruta N Medellín, se ha generado en el año 2015 la primera encuesta de innovación que provee información detallada que mide desde la inversión en ACTI hasta el impacto que tiene la innovación en diferentes frentes tales como el económico medido en EBITDA (*Earning Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*) de una organización.

De manera consistente con el libro Indicadores de Ciencia y Tecnología que produce anualmente el OCyT, se reportan cinco categorías temáticas:

- Inversión en actividades de CT+i

- Formación científica y tecnológica
- Capacidades en ciencia y tecnología
- Producción científica
- Proyectos financiados por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias.

Este libro no incluye indicadores en el área de innovación, por la dificultad de presentarlos desagregados a nivel regional o departamental

Para poder definir correctamente cualquier tipo de indicador, es indispensable comprender los diferentes índices internacionales, de manera que se pueda generar una comparación con otras regiones y habilitar la generación de metas a corto, mediano y largo plazo. Por lo tanto cabe considerar índices como los de la OCDE, que maneja estadísticas para los países miembros y en algunos casos también presenta estadísticas sobre países no miembros dependiendo de la disponibilidad de la información. Para el caso particular de este trabajo, una de las estadísticas que manejan y que son un punto de referencia importante, es el rendimiento comparativo de sistemas de ciencia e innovación de los diferentes países que se muestra a continuación:

Competencias y capacidad para innovar

- Indicadores de base científica
  - Inversión pública en I+D como proporción del PIB



- Top 500 universidades
- Publicaciones científicas en revistas reconocidas
- Indicadores de negocios de I+D e innovación
  - Inversión Privada en I+D como proporción del PIB
  - Top 500 inversionistas corporativos en I+D
  - Número de Patentes
  - Marcas
- Indicadores de Emprendimiento
  - Capital innovadora como proporción del PIB
  - Firmas de patentes con menos de 5 años de constituidas
  - Facilidad de emprendimiento

### **Interacciones y recursos humanos para la innovación**

- Indicadores de internet para la innovación
  - Suscriptores a banda ancha
  - Suscriptores a banda ancha inalámbrica
  - Redes
  - Gobierno en línea
- Indicadores de flujo de conocimiento y comercialización
  - Industria financiada por gastos de I+D pública como proporción del PIB
  - Número de patentes por universidades y laboratorios públicos
  - Coautoría internacional

- Co-patentamiento internacional
- Indicadores de recursos humanos
  - Población adulta con educación terciaria
  - Top de personas de 15 años de edad con alto rendimiento en ciencias
  - Tasa de graduación en ciencia e ingeniería
  - Ocupaciones en ciencia y tecnología en el empleo total

Estudiando organizaciones como la UNESCO se encuentra que esta maneja datos estadísticos a través del Instituto para Estadísticas, en este se consolidan datos en diferentes temas como educación, cultura, comunicación e información, indicadores demográficos y socioeconómicos al igual que indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Los datos son obtenidos a través de organizaciones estadísticas como Eurostat, RICYT y la OCDE.

El Foro Económico Mundial WEF presenta todos los años un reporte llamado The Global Competitiveness Report (Forum, 2014), en este se consigna la información de 144 economías a nivel global. En el reporte, el WEF en sus 12 pilares sobre los aspectos de competitividad, destaca el ranking de innovación donde se presentan las diez mejores economías del mundo en este aspecto.

A su vez cabe mencionar que uno de los principales insumos de indicadores de CT+i, se deriva de la Unión Europea en su informe Innovation Union Scoreboard (Comisión E. , 2014), el cual realiza una evaluación comparativa de la

investigación y los resultados de innovación de los Estados miembros de la UE y los puntos fuertes y débiles de su investigación y sistemas de innovación. Este índice cuenta con 25 indicadores los cuales utilizan un indicador global denominado “Resumen de Índice de Innovación”, el cual mide el rendimiento promedio de cada país.

A continuación se presentan los 25 indicadores que mide la Unión Europea:

### **Indicadores habilitadores**

- Recursos humanos
  - Nuevos graduados en doctorados por cada 1000 habitantes entre los 25-34 años
  - Porcentaje de la población entre los 30-34 años que han terminado educación terciaria
  - Porcentaje de jóvenes entre los 20-24 años que han alcanzado al menos el nivel de educación secundaria alta
- Sistemas de investigación abiertos, excelentes y atractivos
  - Co-publicaciones científicas internacionales por millón de habitantes
  - Publicaciones científicas sobre el 10% más citado a nivel mundial como % del total de publicaciones científicas del país
  - Estudiantes de doctorado no miembros de la UE como % del total de estudiantes de doctorado
- Financiación y apoyo

- Gasto en I+D del sector empresarial como % del PIB
- Inversión de capital de riesgo como % del PIB

### **Indicadores de Actividades de las empresas**

- Inversiones empresas
  - Gasto en I+D del sector empresarial como % del PIB
  - Gasto en innovación no relacionada con I+D como % de la facturación
- Vínculos y emprendimiento
  - PYMES con innovación interna como % de las PYMES
  - PYMES Innovadoras que colaboran con otras como % de las PYMES
  - Co-publicaciones entre sectores público y privado por millón de habitantes
- Activos Intelectuales
  - Solicitudes PCT de patentes por billón del PIB
  - Solicitudes PCT de patentes en retos sociales por billón del PIB (tecnologías relacionadas con medio ambiente y salud)
  - Marcas comunitarias registradas por billón del PIB
  - Diseños comunitarios por billón del PIB

### **Indicadores de salida (*outputs*)**

- Innovadores
  - PYMES que han introducido innovaciones de producto o proceso como % de las PYMES
  - PYMES que han introducido innovaciones de marketing u organizacionales cómo % de las PYMES
  - Empleos en empresas de rápido crecimiento en sectores innovadores
- Efectos económicos
  - Empleo en actividades alternativas en conocimiento (manufactura y servicios) como un % del total de empleo
  - Contribución de la exportación de productos de media y alta tecnología a la balanza comercial
  - Exportaciones de servicios intensivos en conocimiento
  - Ventas de nuevos productos innovadores nuevos para el mercado y para las compañías cómo % de las ventas totales
  - Ingresos por licencias y patentes en el extranjero como % del PIB

La Unión Europea se compara con otras regiones importantes del mundo, los cuales son:

- BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica),
- Australia
- Canadá

- Japón
- Corea del Sur
- Estados Unidos

A continuación se muestran los indicadores que se utilizan para estas comparaciones:

### **Indicadores habilitadores**

- Recursos humanos
  - Nuevos graduados en doctorados por cada 1000 habitantes entre los 25-34 años
  - Porcentaje de la población entre los 30-34 años que han terminado educación terciaria
- Sistemas de investigación abiertos, excelentes y atractivos
  - Co-publicaciones científicas internacionales por millón de habitantes
  - Publicaciones científicas sobre el 10% más citado a nivel mundial como % del total de publicaciones científicas del país
- Financiación y apoyo
  - Gasto en I+D del sector empresarial como % del PIB

### **Indicadores de Actividades de las empresas**

- Inversiones empresas
  - Gasto en I+D del sector empresarial como % del PIB

- Vínculos y emprendimiento
  - Co-publicaciones entre sectores público y privado por millón de habitantes
- Activos Intelectuales
  - Solicitudes PCT de patentes por billón del PIB
  - Solicitudes PCT de patentes en retos sociales por billón del PIB (tecnologías relacionadas con medio ambiente y salud)

### **Indicadores de salida (*outputs*)**

- Empleos en empresas de rápido crecimiento en sectores innovadores
- Efectos económicos
  - Contribución de la exportación de productos de media y alta tecnología a la balanza comercial
  - Exportaciones de servicios intensivos en conocimiento
  - Ingresos por licencias y patentes en el extranjero como % del PIB

Desde Ruta N Medellín, en asocio con la Gobernación de Antioquia, el OCyT, la Universidad Nacional y la Universidad Pontificia Bolivariana, desarrollo una batería de indicadores de CT+i que respondiera a las necesidades de la Alcaldía de Medellín y la Gobernación de Antioquia de hacer seguimiento a las políticas de CT+i implementados por cada administración. Estos indicadores se fundamentaron en los principales índices de CT+i del mundo y se muestran a continuación:

- Indicadores de inversión en ciencia, tecnología e innovación
  - Inversión en ACTi cómo % del PIB en Medellín
  - Inversión en I+D cómo % del PIB en Antioquia.
  - Inversión en I+D cómo % del PIB en Medellín
  - Inversión en ACTi como % del PIB en Antioquia
- Indicadores de educación superior
  - Número de becas de educación superior en Antioquia
  - Número de graduados de IES en Antioquia
  - Número de graduados de IES en Medellín
  - Número de IES en Antioquia
- Indicadores de capacidades en ciencia, tecnología e innovación
  - Número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias avalados al menos por una institución en Antioquia
  - Número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias avalados al menos por
  - Personal de I+D en Antioquia (Investigadores vinculados a grupos)
  - Personal de I+D en Medellín (Investigadores vinculados a grupos)
- Indicadores de producción bibliográfica y títulos de propiedad industrial
  - Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores afiliados a instituciones en Antioquia



- Número de artículos publicados en revistas indexadas de autores afiliados a instituciones en Medellín
- Número de patentes solicitadas por residentes en Antioquia
- Número de patentes solicitadas por residentes en Medellín
- Indicadores de innovación empresarial
  - Número de empresas por grado de innovación en Antioquia
  - Número de empresas por grado de innovación en Medellín
  - Inversión en actividades conducentes a la innovación
  - Inversión en actividades conducentes a la innovación empresarial en Medellín
  - Personal ocupado en las empresas que participa en actividades de innovación en Antioquia
- Indicadores de emprendimiento innovador y de base tecnológica
  - Capital de riesgo invertido en emprendimiento en Medellín
- Indicadores de vinculación y redes
  - Condiciones de la red, para Medellín y Antioquia
  - Eficacia de la red, para Medellín y Antioquia
  - Indicadores de apropiación social de la CT+i
  - Inversión departamental en iniciativas de apropiación social de la CT+i
  - Inversión de la Alcaldía de Medellín en iniciativas de apropiación social de la CT+i
- Indicadores de sociedad de la información

- Uso de TIC en hogares
- Indicadores de ambiente
  - Huella Ecológica
- Indicadores económicos
  - Exportaciones de mediana y alta tecnología de Medellín

La información presentada en este capítulo resume en gran medida los principales indicadores de CT+i utilizados en el mundo, la cual será utilizada como insumo para la selección de indicadores clave. Al igual que la sección anterior, donde resaltan los principales indicadores de sostenibilidad del mundo, esta sección pretende dar a conocer el estado del arte de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación que son reconocidos por el mundo, con el fin de conocer y entender las disponibilidad de información para la medición de la CT+i y la similitud entre los criterios de medición utilizados por distintas organizaciones.

#### **7.4. Selección de indicadores clave**

Para la selección de los indicadores clave de sostenibilidad y de CT+i, lo cual corresponde a la primera fase para el desarrollo del modelo predictivo relacional para una economía del conocimiento en la ciudad de Medellín, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros, de manera que habiliten la segunda fase del modelo en un período cercano:

1. Deben estar siendo medidos en Medellín en la actualidad o empezarán a ser medidos en el 2015.
2. Deben ser comparables con otras ciudades del mundo.
3. Los indicadores de sostenibilidad deben considerar variables en las 3 dimensiones (Económico, Social y Ambiental)
4. Los indicadores de CT+i deben considerar tanto habilitadores de entrada como salidas específicas.
5. Los indicadores de sostenibilidad deben ser propensos a ser impactados por medio de actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Con base en lo anterior y luego de analizar los principales índices de medición de variables de sostenibilidad del mundo, se proponen los siguientes indicadores descritos en la tabla 2:

*Tabla 2 Indicadores de Sostenibilidad Seleccionados*

| <b>Indicador</b>              |
|-------------------------------|
| <b>Social – Personas</b>      |
| Alfabetismo                   |
| Educación                     |
| Empleo                        |
| Espacios verdes               |
| Salud                         |
| Desigualdad de ingresos       |
| Infraestructura de Transporte |
| <b>Ambientales – Planeta</b>  |
| Consumo energético            |
| Polución del aire             |
| Manejo de residuos            |
| Agua potable                  |
| <b>Económicos – Ganancias</b> |
| PIB per cápita                |

Muchos de los indicadores seleccionados están acordes con los utilizados por la OCDE, abarcan las 3 dimensiones de sostenibilidad y cuentan con datos que permiten analizar en diferentes regiones del mundo en diferentes periodos de tiempo, ya que como se mencionó anteriormente la OCDE incluye datos de alrededor de 34 países y Colombia se encuentra en proceso de aceptación dicha organización, lo cual le permitirá contar con esta información medida

periódicamente en el futuro bajo los parámetros de otras ciudades, dándole a la ciudad comparabilidad con otras regiones de una manera más directa.

Adicionalmente que en la medición que hace actualmente la Alcaldía de Medellín en su programa “Medellín Cómo Vamos” se obtiene la información de la mayoría de estos indicadores. Finalmente, se identifica que estos indicadores son propensos a ser impactos por actividades e ciencia, tecnología e innovación, pero esto no se puede garantizar hasta que se realice la segunda fase de este proyecto con la simulación del modelo relacional propuesto.

En cuanto a la selección de indicadores de CT+i, se adiciono un criterio a la lógica de selección aprovechando un estudio que se viene realizando desde Ruta N, en donde se ha estudiado el comportamiento del desarrollo económico y social que genera la inversión en ciencia, tecnología e innovación y apoyándose bajo diferentes estudios tales como el que se realizó con T2 Venture Creation T2VC, con la OCDE y con el Centro de Investigaciones en Economía Sistémica ECSIM, se identifica una serie de indicadores CT+i que son usados en su mayoría por la OCDE y la Unión Europea. Actualmente estos son los indicadores propuestos en el 2016 para Ruta N, lo cuales están siendo medidos en su totalidad por la ciudad o el país.

A continuación en la tabla 3 se detallan los indicadores propuestos:

*Tabla 3 Indicadores Seleccionados de CT+i*

| <b>Indicador</b>                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicadores de entrada</b>                                                               |
| Densidad estudiantes k11 orientados hacia carreras STEM                                     |
| Densidad de ingenieros y científicos trabajando por cada 10.000 habitantes                  |
| Inversión en I+D sobre PIB                                                                  |
| Densidad ingenieros y científicos graduados por cada 10.000 habitantes                      |
| Número de patentes y modelos de utilidad otorgados residentes por cada millón de habitantes |
| Valor Capital de Riesgo Total Disponible per Cápita                                         |
| Inversión ACTI sobre PIB                                                                    |
| <b>Indicadores de salida</b>                                                                |
| Valor generado desde la innovación (EBITDA de innovación)                                   |
| Número de empleos generados por ACTI                                                        |
| Número de innovaciones (producto o servicio) generadas                                      |

Cabe resaltar que en la selección de los indicadores más apropiados, se encontraron dificultades en índices que intentan combinar la sostenibilidad con la CT+i. Por ejemplo el índice de ciudades innovadoras de 2thinkow se observa que se miden demasiadas variables, de las cuales muchas de estas no cuentan con una metodología estándar de medición en Medellín, lo cual no garantiza la posibilidad de comparabilidad y genera altos costos para la medición de dichas variables. En este mismo y en otros índices se encuentra que varios de los indicadores planteados

no tienen un impacto directo en CT+i y/o sostenibilidad, sin dejar claro como indicadores tales como ruido, desastres naturales, museos pueden extenderse a actividades de CT+i. Es por esto que se debe seleccionar indicadores de índices con metodologías estándar de medición y que son utilizados por múltiples regiones.

### **7.5. Relación de indicadores de sostenibilidad con actividades de CT+i**

Con base en el Observatorio de Ciencia y Tecnología OCyT (OCyT, 2013) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, las actividades de ciencia, tecnología e innovación pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Adquisición de maquinaria y equipo
- Actividades de Investigación y Desarrollo interna
- Adquisición de Investigación y Desarrollo externa (Subcontratada)
- Mercadeo relacionado con la innovación
- Transferencia de tecnología
- Asistencia técnica y consultoría
- Contratación de personal que posee conocimiento especializado
- Formación y capacitación científica y tecnológica
- Tecnologías de información y telecomunicaciones (Hardware y Software)
- Ingeniería y diseño industrial

A continuación en la tabla 4 se muestran las actividades de CT+i que están relacionadas con los indicadores de sostenibilidad seleccionados:

*Tabla 4 Relación de indicadores de sostenibilidad con actividades de ciencia, tecnología e innovación.*

| <b>Actividades de CT+i</b>                                            | <b>Indicador de sostenibilidad relacionado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adquisición de Investigación y Desarrollo externa (Subcontratada)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfabetismo</li> <li>• Educación</li> <li>• Empleo</li> <li>• Espacios verdes</li> <li>• Salud</li> <li>• Desigualdad de ingresos</li> <li>• Infraestructura de Transporte</li> <li>• Consumo energético</li> <li>• Polución del aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul> |
| Mercadeo relacionado con la innovación                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Transferencia de tecnología                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo</li> <li>• Espacios verdes</li> <li>• Salud</li> <li>• Desigualdad de ingresos</li> <li>• Infraestructura de transporte</li> <li>• Consumo energético</li> <li>• Polución de aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                              |
| Asistencia técnica y consultoría                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo</li> <li>• Salud</li> <li>• Desigualdad de ingresos</li> <li>• Infraestructura de transporte</li> <li>• Polución de aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                                                                                       |
| Contratación de personal que posee conocimiento especializado         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo</li> <li>• Salud</li> <li>• Desigualdad de ingresos</li> <li>• Infraestructura de transporte</li> <li>• Consumo energético</li> <li>• Polución de aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                                                         |
| Formación y capacitación científica y tecnológica                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfabetismo</li> <li>• Educación</li> <li>• Empleo</li> <li>• Salud</li> <li>• Desigualdad de ingresos</li> <li>• Infraestructura de transporte</li> <li>• Polución de aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> </ul>                                                                                     |
| Tecnologías de información y telecomunicaciones (Hardware y Software) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfabetismo</li> <li>• Educación</li> <li>• Empleo</li> <li>• Salud</li> <li>• Infraestructura de Transporte</li> <li>• Consumo energético</li> <li>• Polución del aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                                               |
| Ingeniería y diseño industrial                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios verdes</li> <li>• Infraestructura de Transporte</li> <li>• Consumo energético</li> <li>• Polución del aire</li> <li>• Manejo de residuos</li> <li>• Agua potable</li> <li>• PIB per cápita</li> </ul>                                                                                                                   |



## 7.6. Caracterización de indicadores de sostenibilidad

*Tabla 5 Indicador Sostenibilidad – Alfabetismo*

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Alfabetismo                                                                      |
| <b>Id de indicador:</b> 1                                                                                     |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas                                                                  |
| <b>Descripción:</b> Tasa de alfabetización total de adultos                                                   |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                           |
| <b>Metodología de cálculo:</b> % de personas de más 15 años que saben leer y escribir / total de la población |
| <b>Fuente:</b> Banco Mundial – Indicadores <b>de desarrollo</b>                                               |
| <b>Observaciones</b>                                                                                          |

*Tabla 6 Indicador Sostenibilidad – Educación*

|                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Educación                                                                                           |
| <b>Id de indicador:</b> 2                                                                                                        |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas                                                                                     |
| <b>Descripción:</b> Porcentaje de adultos de 25 a 64 años que han obtenido al menos un título de estudios secundarios superiores |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                                              |
| <b>Metodología de cálculo:</b> # de adultos 25 – 64 años con título superior / Población de la misma edad                        |
| <b>Fuente:</b> OCDE, OCyT                                                                                                        |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                             |

*Tabla 7 Indicador Sostenibilidad - Salud*

|                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Salud                                                             |
| <b>Id de indicador:</b> 3                                                                      |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas                                                   |
| <b>Descripción:</b> Expectativa de vida desde el nacimiento                                    |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – años de expectativa de vida                                |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Promedio de expectativa de vida de los habitantes de la ciudad. |
| <b>Fuente:</b> Medellín como vamos, Banco Mundial - indicadores de desarrollo                  |
| <b>Observaciones</b>                                                                           |

*Tabla 8 Indicador Sostenibilidad – Empleo*

|                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Empleo                                                                                                |
| <b>Id de indicador:</b> 4                                                                                                          |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas                                                                                       |
| <b>Descripción:</b> Número de personas empleadas de la ciudad.                                                                     |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                                                |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Número de personas empleadas de la ciudad / población en edad de trabajar (15-64 años) de la ciudad |
| <b>Fuente:</b> OCDE, Banco Mundial, Medellín como vamos.                                                                           |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                               |

*Tabla 9 Indicador Sostenibilidad - Desigualdad de Ingresos*

|                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Desigualdad de ingresos                                                                   |
| <b>Id de indicador:</b> 5                                                                                              |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas                                                                           |
| <b>Descripción:</b> Se basa en el Coeficiente de desigualdad de GINI. Mide la repartición de la riqueza de una región. |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico                                                                                      |
| <b>Metodología de cálculo:</b> (0 = perfecta igualdad, 1 = todos los ingresos va a una persona)                        |
| <b>Fuente:</b> Medellín como Vamos, Banco Mundial – Indicadores de desarrollo                                          |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                   |

*Tabla 10 Indicador Sostenibilidad - Infraestructura de Transporte*

|                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Infraestructura de Transporte                                                                                                                   |
| <b>Id de indicador:</b> 6                                                                                                                                                    |
| <b>Categoría temática:</b> Social – Personas. Económico – Ingresos                                                                                                           |
| <b>Descripción:</b> Mide 4 sub-indicadores que van desde transporte público (1), infraestructura de trenes (2), tiempos de desplazamiento (3) y satisfacción aeropuertos (4) |
| <b>Unidad de medida:</b>                                                                                                                                                     |
| 1. Numérico – Densidad                                                                                                                                                       |
| 2. Numérico - Kmts                                                                                                                                                           |
| 3. Numérico - Tiempo                                                                                                                                                         |
| 4. Numérico                                                                                                                                                                  |
| <b>Metodología de cálculo:</b>                                                                                                                                               |
| 1. La densidad de la red de transporte público km / km <sup>2</sup>                                                                                                          |
| 2. Promedio de tiempo de trayectos                                                                                                                                           |
| 3. Kilómetros de metro / tren ligero per cápita                                                                                                                              |
| 4. Encuesta de satisfacción del cliente en aeropuertos                                                                                                                       |
| <b>Fuente:</b> Ministerio de transporte, Medellín como Vamos, Siemens Green city index, TomTom traffic Index, world metro data base, skytrax world airports awards.          |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                         |

*Tabla 11 Indicador Sostenibilidad - Consumo Energético*

|                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Consumo energético                          |
| <b>Id de indicador:</b> 7                                                |
| <b>Categoría temática:</b> Ambientales – Planeta                         |
| <b>Descripción:</b> Consumo de energía primaria por habitante en KW      |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – KW                                   |
| <b>Metodología de cálculo:</b> El consumo de energía primaria per cápita |
| <b>Fuente:</b> Ministerio de minas y energía, EPM.                       |
| <b>Observaciones</b>                                                     |

*Tabla 12 Indicador Sostenibilidad - Polución del Aire*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Polución del aire                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Id de indicador:</b> 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Categoría temática:</b> Ambientales – Planeta                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Descripción:</b> Concentración media anual de partículas finas                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Metodología de cálculo:</b> A partir de la medición en sitios estratégicos, el Área Metropolitana extrae el Índice de Calidad del Aire clasificándola, según las mediciones de PM10 y PM2.5. PM10 hace referencia a partículas menores de diez micrómetros, mientras que PM2, 5 a partículas menores de 2,5 micrómetros. |
| <b>Fuente:</b> Organización mundial de la salud - base de datos de polución del aire, Medellín como vamos.                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

*Tabla 13 Indicador Sostenibilidad - Manejo de Residuos*

|                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Manejo de residuos                                                                          |
| <b>Id de indicador:</b> 9                                                                                                |
| <b>Categoría temática:</b> Ambientales – Planeta                                                                         |
| <b>Descripción:</b> Disposición de los residuos que genera la ciudad (reciclaje, gasto energético, cantidad de residuos) |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                                      |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Tasa de reciclaje, tasa de residuos                                                       |
| <b>Fuente:</b> Banco Mundial, Medellín como Vamos.                                                                       |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                     |

*Tabla 14 Indicador Sostenibilidad - Calidad del Agua*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Calidad del agua                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Id de indicador:</b> 10                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Categoría temática:</b> Ambientales – Planeta                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Descripción:</b> Mide la cantidad de agua potable disponible sobre el agua no potable                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Metodología de cálculo:</b> El índice de calidad del agua incluye las medidas de OD y DBO, clasificando el agua, según su calidad, en Buena (índice menor a 3), aceptable (índice entre 3 y 6), regular (índice entre 6 y 9), mala (índice entre 9 y 12) o muy mala (índice entre 12 y 15). |
| <b>Fuente:</b> Medellín como Vamos, Programa de suministro de agua.                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Tabla 15 Indicador Sostenibilidad - PIB Per Cápita

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> PIB per cápita                                                           |
| <b>Id de indicador:</b> 11                                                                            |
| <b>Categoría temática:</b> Económicos – Ganancias                                                     |
| <b>Descripción:</b> Mide el ingreso de la ciudad y sus habitantes a través del Producto interno bruto |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – Dólares                                                           |
| <b>Metodología de cálculo:</b> consumo + inversión + gasto público + exportaciones – importaciones    |
| <b>Fuente:</b> Secretaria de desarrollo económico de Medellín, Gobernación de Antioquia, OCyT.        |
| <b>Observaciones</b>                                                                                  |

## 7.7. Caracterización de indicadores de CT+i

*Tabla 16 Indicador CT+i - Densidad estudiantes k11 orientados hacia carreras STEM*

|                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Densidad estudiantes k11 orientados hacia carreras STEM                                                                                                                                                               |
| <b>Id de indicador:</b> 12                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                                                                                                                                                              |
| <b>Descripción:</b> Mide el número de estudiantes que están terminando su proceso de formación en secundaria y son admitidos en alguna de las carreras o tecnologías STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por su sigla en inglés). |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico - Número de estudiantes                                                                                                                                                                                          |
| <b>Metodología de cálculo:</b> # Estudiantes admitidos a carreras STEM /10K Habitantes                                                                                                                                                             |
| <b>Fuente:</b> 2012 Gobernación de Antioquia, SEDUCA, Observatorio Laboral para la Educación                                                                                                                                                       |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                                                               |



Tabla 17 Indicador CT+i - Densidad de ingenieros y científicos trabajando

|                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Densidad de ingenieros y científicos trabajando                                                                                                     |
| <b>Id de indicador:</b> 13                                                                                                                                                       |
| <b>Categoría temática:</b> De salida                                                                                                                                             |
| <b>Descripción:</b> Mide la cantidad de ingenieros y científicos que se encuentren trabajando por cada 10 mil habitantes sobre el total de la población en capacidad de trabajar |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico - Número de Ingenieros y científicos                                                                                                           |
| <b>Metodología de cálculo:</b> # de Ingenieros y científicos graduados /10K habitantes                                                                                           |
| <b>Fuente:</b> Tecnova, Banco Mundial y OCyT.                                                                                                                                    |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                             |

Tabla 18 Indicador CT+i - Inversión en I+D sobre PIB

|                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Inversión en I+D sobre PIB                                                                                                                        |
| <b>Id de indicador:</b> 14                                                                                                                                                     |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                                                                                          |
| <b>Descripción:</b> Corresponde a la inversión total en investigación y desarrollo que realizan las instituciones de Medellín respecto al producto interno bruto de la ciudad. |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual – porcentaje de inversión en I + D sobre el PIB                                                                                            |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Inversión en I + D / PIB                                                                                                                        |
| <b>Fuente:</b> Gobernación de Antioquia y el OCyT                                                                                                                              |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                           |

Tabla 19 Indicador CT+i - Densidad ingenieros y científicos graduados

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Densidad ingenieros y científicos graduados                                            |
| <b>Id de indicador:</b> 15                                                                                          |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                               |
| <b>Descripción:</b> Mide la cantidad de ingenieros y científicos graduados en la ciudad por cada 10 mil habitantes. |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – Numero de Ingenieros y científicos graduados por cada 10K habitantes            |
| <b>Metodología de cálculo:</b> # Ingenieros y científicos graduados / 10K habitantes                                |
| <b>Fuente:</b> Observatorio Laboral para la Educación                                                               |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                |

Tabla 20 Indicador CT+i - Número de patentes y modelos de utilidad solicitados residentes

|                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Número de patentes y modelos de utilidad solicitados residentes                                                              |
| <b>Id de indicador:</b> 16                                                                                                                                |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                                                                     |
| <b>Descripción:</b> Corresponde a la sumatoria de patentes y modelos de utilidad solicitados por instituciones de Medellín por cada millón de habitantes. |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – Número de patentes & modelos de utilidad por cada millón de habitantes                                                |
| <b>Metodología de cálculo:</b> # de Patentes y Modelos Utilidad Solicitados Residentes /1M Habitantes                                                     |
| <b>Fuente:</b> Ruta N, Banco Mundial                                                                                                                      |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                      |

Tabla 21 Indicador CT+i - Valor Capital de Riesgo Total Disponible per Cápita

|                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Valor Capital de Riesgo Total Disponible per Cápita                                                                                                      |
| <b>Id de indicador:</b> 17                                                                                                                                                            |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                                                                                                 |
| <b>Descripción:</b> Permite identificar la cantidad de recursos de inversión disponibles en la ciudad de Medellín (capital inteligente, capital semilla, capital ángel, entre otros). |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – Dólares                                                                                                                                           |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Capital de Riesgo Disponible / Número de habitantes                                                                                                    |
| <b>Fuente:</b> Ruta N.                                                                                                                                                                |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                  |

Tabla 22 Indicador CT+i - Inversión ACTI sobre PIB

|                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Inversión ACTI sobre PIB                                                                                                                         |
| <b>Id de indicador:</b> 18                                                                                                                                                    |
| <b>Categoría temática:</b> Habilitadores o de entrada                                                                                                                         |
| <b>Descripción:</b> Corresponde a la inversión que realizan las instituciones de Medellín en actividades de ciencia, tecnología e innovación sobre el producto interno bruto. |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – pesos Colombianos                                                                                                                         |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Inversión en ACTI / PIB.                                                                                                                       |
| <b>Fuente:</b> OCDE, OCyT, Ruta N                                                                                                                                             |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                          |

*Tabla 23 Indicador CT+i - Valor generado desde la innovación (EBITDA de innovación)*

|                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Valor generado desde la innovación (EBITDA de innovación)                                                                                                              |
| <b>Id de indicador:</b> 19                                                                                                                                                                          |
| <b>Categoría temática:</b> De salida                                                                                                                                                                |
| <b>Descripción:</b> Corresponde al cálculo porcentual de los beneficios económicos percibidos por innovación respecto a los beneficios totales al interior de una compañía o EBITDA por Innovación. |
| <b>Unidad de medida:</b> Numérico – Pesos Colombianos                                                                                                                                               |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Ingresos - gastos generados por innovación / Ingresos totales - gastos totales.                                                                                      |
| <b>Fuente:</b> Ruta N                                                                                                                                                                               |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                |

*Tabla 24 Indicador CT+i - Número de empleos generados por ACTI*

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del indicador:</b> Número de empleos generados por ACTI                            |
| <b>Id de indicador:</b> 20                                                                   |
| <b>Categoría temática:</b> De salida                                                         |
| <b>Descripción:</b> Corresponde a los empleos generados por ACTI                             |
| <b>Unidad de medida:</b> Porcentual                                                          |
| <b>Metodología de cálculo:</b> Número de empleos por ACTI / Número de empleos. Para Medellín |
| <b>Fuente:</b> Ruta N                                                                        |
| <b>Observaciones</b>                                                                         |

Tabla 25 Indicador CT+i - Número de innovaciones (producto o servicio) generadas

---

**Nombre del indicador:** Número de innovaciones (producto o servicio) generadas

---

**Id de indicador:** 21

---

**Categoría temática:** De salida

**Descripción:** Define el número de productos y/o servicios nuevos o significativamente mejorados innovadores realizados por el total de las empresas de Medellín.

**Unidad de medida:** Numérico – Número de innovaciones

**Metodología de cálculo:** # Innovaciones (producto servicio) generados en la región

**Fuente:** Ruta N

**Observaciones**

---

## 8. Conclusiones principales

- Se identificó que existían múltiples variables de sostenibilidad que eran medidas de manera similar en diferentes ciudades y países, permitiendo de esta manera seleccionar de forma concisa los indicadores clave para Medellín.
- Se encuentra que casi cualquier variable o actividad puede ser relacionada con actividades de ciencia, tecnología e innovación, ya que estas actividades tienen un alcance muy amplio, por lo tanto es indispensable realizar la segunda fase de este trabajo y de esta manera identificar como la CT+i impacta en mayor o menor proporción los indicadores de sostenibilidad seleccionados.
- Tomando la frase del arte de la guerra de Sun Tzu (Tzu, 1910) “El objetivo es lograr la victoria no desgastarse en operaciones continuadas”, permite concluir que es indispensable no solo para una organización, sino para una ciudad o un país contar con un objetivo claro de lo que quiere lograr en el tiempo, para luego definir las acciones más efectivas y directas que puedan impactar en dichos objetivos.
- Aunque las ciudades actualmente son el corazón de la crisis global, también son la fuente de soluciones para un futuro sostenible, por lo tanto, en la medida que una ciudad entienda el potencial que tiene en su población, podrá generar estrategias de sostenibilidad que le permitan contar con una alta calidad de vida y un próspero desarrollo.
- Aunque existen múltiples tipos de indicadores tanto de sostenibilidad como de CT+i en cada región, es fundamental centrarse en indicadores comunes de manera que se

habilite la comparabilidad con otras ciudades y/o países y a su vez pueda participar en la clasificación de los índices globales.

- En una primera aproximación, se puede observar que los indicadores de sostenibilidad pueden ser altamente influenciados por actividades de ciencia, tecnología e innovación, lo cual le da sentido a la estrategia de Medellín de generar un alto desarrollo a sus ciudadanos por medio de la CT+i.
- La ciudad de Medellín ya tiene mecanismos de medición de los principales indicadores de sostenibilidad y CT+i lo que permite contar con las herramientas necesarias para el desarrollo de la segunda fase de este proyecto.
- El proceso de incorporación de Colombia a la OCDE es indispensable, ya que esto le daría la posibilidad al país de compararse con las principales economías del mundo y usar las lecciones aprendidas de cada una de estas.
- Para que una ciudad y país sea sostenible en el tiempo, debe generar una armonía entre tres dimensiones, una económica, otra social y otra ambiental, de no hacerlo puede experimentar por ejemplo grandes crecimientos que no perduran en el tiempo.
- Muchas de las principales ciudades que son potencia económica en el mundo tales como Nueva York, Hong Kong, Londres, entre otras, han descuidado variables de las dimensiones ambientales y sociales, lo cual supone que en el tiempo sus economías no serán sostenibles y enfrentarán dificultades importantes.
- Al definir los indicadores de sostenibilidad y de CT+i clave para la ciudad de Medellín, le permitirá contar con información clave para el seguimiento y

evaluación de las políticas, planes, programas y proyectos convirtiéndose de esta manera en el insumo principal para valorar y/o replantear objetivos y metas, construir estrategias y mejorar la planeación de sus programas.



## 9. Trabajos futuros

Lo que le sigue a esta primera fase, es la implementación del modelo predictivo relacional para una economía del conocimiento en la ciudad de Medellín, el cual ha sido descrito en el resumen de este trabajo. Para tener mayor contexto acerca de la teoría que se usará para el desarrollo del mismo, se mencionará un estado del arte relacionado con el modelo que se espera implementar, de manera que sirvan de base para el inicio de esta segunda fase.

Es importante conocer cómo el desarrollo de trabajos anteriores alrededor de modelos predictivos y el uso de las variables que usan. Al remitirse a trabajos como “*Twelve Leverage Points*” (Meadows, 1999) de Donella Meadows científica y analista de sistemas, enfocada en los límites del entorno para el crecimiento económico, se propone que dentro de un sistema complejo, se puede encontrar que hay variables clave que independientemente de su tamaño, pueden generar grandes cambios en todo un sistema, por lo tanto, estas se deben identificar y direccionar de la manera correcta para lograr optimizar al máximo dicho sistema. Si se estudia a fondo este trabajo, se puede encontrar un insumo importante para el desarrollo de esta segunda fase, de manera que se pueda identificar la influencia de las variables de CT+i sobre la sostenibilidad de una ciudad, y determinar así la relevancia de cada una de las variables sobre las demás. Así mismo, existen trabajos en donde se plantea que existen variables de ciencia, tecnología e innovación que pueden tener poca influencia sobre indicadores de sostenibilidad específicos tales como el PIB, en el artículo “Impact of GDP, Spending on R&D, Number of Universities and Scientific Journals on Research Publications among Asian Countries” (Sultan Ayoub Meo, 2013), estudio desarrollado en Asia, se determina el impacto que tiene la inversión en

investigación y desarrollo, el número de universidades, publicaciones científicas, entre otros, sobre el PIB de cada país, variable de sostenibilidad que fue seleccionada en el desarrollo de la primera fase. Este trabajo puede ser de bastante utilidad a la hora de comparar el modelo a ser desarrollado en la segunda fase, debido a que usa una variable clave de sostenibilidad económica. Continuando en la misma línea, es de gran importancia entender que existen una gran cantidad de variables que influyen en la sostenibilidad de una región, y que aunque no todas están relacionadas de manera directa con CT+i, no puede desconocerse su impacto y por lo tanto deben ser consideradas como elementos adicionales externos, que afectan la sostenibilidad de una ciudad. En este sentido si se miran trabajos como *“On Innovation, Instability, and Growth”* (Pammolli, 2013) del *IMT Institute of Advanced Studies de Lucca*, se observa cómo se plantea que la dinámica de las corporaciones, influyen directamente sobre el PIB de los países y como el comportamiento de estas son la clave para entender el estado de la economía y el crecimiento y volatilidad del PIB. En la misma ruta, en el artículo *“Big businesses and economic growth: Identifying a binding constraint for growth with country panel analysis”* (Sanidas, 2012), se crea un modelo para identificar como los grandes negocios influyen en el crecimiento económico de un país, tomando diferentes bases de datos tales como Global Fortune 500, The Business Week 1000, entre otros, e identificando como cada uno de estos negocios influyen positivamente en variables específicas de la economía. Este trabajo siendo un poco más superficial, puede ser de gran utilidad si se llega a encontrar que los negocios más influyentes son los que su núcleo esta sustentado sobre CT+i, por lo tanto deben considerarse como datos de entrada en el desarrollo del modelo.

El interés creciente por identificar cuáles son las variables que influyen dentro del desarrollo económico, ha hecho que se creen trabajos de investigación robustos como se puede observar en la tesis “Essays on growth and innovation policies” (Akçigit, 2009) del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en donde hablan de la relación directa entre la innovación y el crecimiento económico, dicha tesis discute 3 puntos importantes para el análisis de esta relación, que van desde el análisis de la propiedad intelectual en las organizaciones, de la relación entre el tamaño de las compañías y su capacidad de innovar, y finalmente propone un modelo que simula como es la innovación dentro de diferentes tipos de organizaciones y la calidad de esta innovación dependiendo de la política de fomento a la innovación al interior de la organización. En conclusión este modelo, se demuestra cómo se obtiene una máxima eficiencia de recursos si se invierte en fomentar firmas pequeñas alrededor la innovación.. Esto es discutible ya que aunque las pequeñas firmas son las más propensas a generar innovación disruptiva, a diferencia de las grandes compañías que se caracterizan por innovaciones incrementales (Si las grandes compañías fueran disruptivas, significaría de una u otra manera cambiar disminuir el esfuerzo que tienen en el negocio actual que los tiene económicamente activos, por dedicar recursos a nuevos negocios. Esto se explica en el libro el dilema del innovador (Christensen, 1997)) las grandes compañías son las que impactan de manera más poderosa y directa sobre la economía de una ciudad y de un país, debido a la cantidad de empleo que generan y a su aporte sobre el PIB.

Para plantear la fase 2 de este proyecto es importante conocer además, que existen modelos que pueden ser prospectivos o predictivos y el tipo de variables que en cada uno se

requiere, de manera que se pueda identificar los múltiples mecanismos de relacionamiento de variables frente a un impacto específico esperado. Si vamos al trabajo “System dynamics simulation model for assessing socio-economic impacts of different levels of environmental flow allocation in the Weihe River Basin, China” (Shouke Wei, 2012), se encuentra un modelo de simulación con dinámica de sistemas, que permite identificar las interacciones que tiene los recursos hídricos y ambientales respecto al desarrollo socio económico en China, de manera que se crean diferentes escenarios que permiten proponer las políticas y pasos futuros para obtener la mayor eficiencia en la utilización de estos recursos. También se puede encontrar a nivel local desarrollos similares que como el anterior pueden ser adaptables a innovación y pueden servir como base para el desarrollo de esta fase 2, como por ejemplo en el artículo “Evaluación de la dinámica urbana para la ciudad de Envigado” (Quintero, 2011) de la universidad EAFIT, se presenta la conceptualización metodológica y los principales resultados de un modelo de dinámica de sistemas, con el objetivo de soportar decisiones para la ciudad de Envigado en políticas de vivienda, y como la relación entre la dinámica actual de construcción y la proyección esperada el PIB permite la creación de un modelo futuro que demuestre las implicaciones que se tendrían en diferentes escenarios posibles. A su vez se deben considerar trabajos como la tesis “Modelo Prospectivo De Integración Organizacional Por Procesos Basado En Dinámica De Sistemas: Caso Empresas Sector Eléctrico” (Gonzales, 2007), que además de presentar todo un marco de referencia de dinámica de sistemas aplicado a modelos específicos del sector energético, se genera toda una simulación en esta técnica con el fin de mostrar el comportamiento de las entradas y salidas de los procesos internos de la compañía y sus impactos sobre la gestión de la misma, lo cual se sincroniza con la lógica de este trabajo de

grado y puede arrojar conclusiones interesantes a ser considerados dentro del desarrollo del mismo. Al ir a trabajos con mayor profundidad y que permitan obtener un marco solido de experticia, el trabajo “*System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*” (Sterman, 2002) es un buen referente, debido a que se discute los requerimientos para el uso efectivo de dinámica de sistemas aplicado a necesidades de negocio complejas, lo cual no está lejano de las necesidades de la ciudad de Medellín, en cuanto determinar la relación costo-beneficio a la hora de invertir en sus programas dentro del plan de desarrollo de la ciudad. Si investigamos un poco más se puede encontrar que existen diferentes técnicas de modelamiento de sistemas que pueden servir como marco de referencia y pueden apoyar la lógica de esta segunda fase, tales como modelamiento basado en agentes, los cuales han tenido un gran número de aplicaciones a lo largo del tiempo, incluyendo aplicaciones a problemas reales del mundo, tal como se observa en el trabajo “*Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems*” (Bonabeau, 2002), donde se referencian estas técnicas y se discuten 4 áreas de aplicación de estas en temas como simulación de flujos, de organizaciones, de mercados y de difusión. En el trabajo “*From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools*” (Borshchev & Filippov, 2004) se puede encontrar todo un marco de referencia en cuanto a dinámica de sistemas y modelamiento basado en agentes, donde describen estas técnicas enfocando el modelamiento a sistemas con un largo número de objetos activos tales como personas, unidades de negocio, proyectos, acciones, etc. En dicho trabajo se pueden encontrar guías fundamentales para la orientación de esta segunda fase en cuanto a la identificación de variables afines con estas técnicas de modelamiento.

El principal marco de referencia que se utilizará para esta segunda fase será el del grupo ECSIM, con su trabajo “Definición Sistémica Y Simulación Dinámica De Escenarios: Aplicación A La Economía Colombiana 2002- 2027” (Gomez, Zuluaga, & Hoyos, 2009) debido a que es un trabajo sustentado en múltiples teóricas no solo económicas, sino de modelamiento de sistemas, con un alto nivel de investigación, en donde el trabajo se enfocó directamente en desarrollar una metodología que les habilitara la estructuración de escenarios futuros que consideren sistemáticamente las variables de transformación social y económica y que puedan ser simulados con el propósito de permitir la evaluación de la implementación de políticas y acciones sociales de un lado y los impactos en la economía y las empresas de otro, todo esto bajo el marco de la economía Colombiana.

## 10. Referencias

- 2thinknow. (2014). *Innovation Cities Index*. Melbourne.
- Akcigit, U. (2009). *Essays on Growth and Innovation Policies*. Massachusetts Institute of Technology. USA.
- Arcadis. (2015). *Sustainable Cities Index*. Hong Kong: Arcadis.
- Australia. (2015, 06). <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/1370.0>. Recuperado el 2015
- Austria. (2015, 06). *Statistik Austria*. Recuperado el 06 2015, de [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wohlstand\\_und\\_fortschritt/wie\\_gehts\\_oes\\_terreich/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohlstand_und_fortschritt/wie_gehts_oes_terreich/index.html)
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *PNAS*, 99.
- Borshchev, A., & Filippov, A. (2004). From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. *The 22nd International Conference of the System Dynamics Society*.
- Christensen, C. M. (1997). *El Dilema del Innovador*.
- Commision, E. (2014). *Innovation Union Scoreboard* .
- Commision, L. S. (2010). *London's Quality of Life Indicators* . London.
- DANE. (2005). *Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores - Estrategia para el Fortalecimiento Estadístico Territorial*. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia\\_const](https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_const)

ruccion\_interpretacion\_indicadores.pdf[https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia\\_construccion\\_interpretacion\\_indicadores.pdf](https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_construccion_interpretacion_indicadores.pdf)

Daron Acemoglu, J. (2008). *The Role of Institutions in Growth and Development.*

*Commision on growth and development, 10.*

Departamento Nacional de Planración . (2014). *Política nacional para consolidar el*

*sistema de ciudades en Colombia - CONPES 3819.* Bogotá.

Fajardo, S. (2007). *Alcaldía Medellín.* Obtenido de medellin.gov.co:

<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Rendici%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20de%20Cuentas/Documentos/2004-2007/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%202004-2007.pdf>

Forum, W. E. (2014). *The Global Competitiveness Report.*

Future, F. f. (2013). *The Sustainable Cities Index.* England.

Garcia, E. E. (2014). *Innovación e Impacto Socio Eeconómico.* Medellín.

Gladwell, M. (2000). *The Tipping Point: How Little Things Can Make a Big Difference.*

Nueva York.

Gomez, D., Zuluaga, M., & Hoyos, S. (2009). *DEFINICIÓN SISTÉMICA Y*

*SIMULACIÓN DINÁMICA DE ESCENARIOS: APLICACIÓN A LA*

*ECONOMÍA COLOMBIANA 2002- 2027.*

Gonzales, A. (2007). *Modelo Prospectivo De Integración Organizacional Por Procesos*

*Basado En Dinámica De Sistemas: Caso Empresas Sector Eléctrico.* Barranquilla.

Jaramillo, A. S. (2011). *Medellín.* Obtenido de [www.medellin.gov.co](http://www.medellin.gov.co):

<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Rendici%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20de%20Cuentas/Documentos/2004-2007/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%202004-2007.pdf>



0Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Publicaciones/Documentos/Plan  
%20de%20Desarrollo%202008%20-%202011/Plan%20de%20Desarrollo%202008-  
2011.pdf

Macedo, B. (2005). *UNESDOC Database*. Obtenido de

<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162177S.pdf>

Meadows, D. H. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. Elgin Illinois .

Medellín, A. d. (2014). *Medellín Como Vamos*. Medellín.

N, R. (2009). *Ruta N Medellín*. (Ruta N) Recuperado el 06 20, 2014, de

<http://rutanmedellin.org/>

NEF. (2012). *The Happy Planet Index Report* .

OCDE. (1995). *Manual de Camberra*.

OCDE. (2002). *Manual de Frascati*.

OCDE. (2014). *Better Life Index Country Reports*.

OCDE, Eurostat, & Tragsa. (2006). *Manuel de Oslo*.

OCDE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio , & Oficina Española de Patentes y

Marcas. (2009). *Manuel de Estadísticas en Patentes*. Madrid.

OCyT. (2013). *Indicadores de ciencia y tecnología*. Bogotá: OCyT.

OCyT. (2013). *Informe anual de indicadores de Ciencia y Tecnología*. Bogotá.

OECD. (1948). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. (OCDE)

Recuperado el 06 21, 2014, de <http://www.oecd.org/>

OECD. (2014). *Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación - el caso de  
Medellín Colombia*. Medellín: OECD.

Organization, G. H. (2012). *Global Health Indicators*.

- Organization, I. L. (2014). *Global Wange Report*. Geneva.
- Pammolli, F. (2013). *On Innovation, Instability, and Growth*. IMT Institute of Advanced Studies. Lucca.
- Pugh, C. (2013). *Sustainable Cities in Developing Countries*. South Yorkshire : Routledge.
- Quintero, A. B. (2011). *Evaluación de la dinámica urbana para la ciudad de Envigado*. Colombia. Envigado.
- RICYT. (2015). *RICYT*. Obtenido de <http://www2.ricyt.org/docs/SemCentGen/11.pdf>
- RICYT, CYTED, OEI, & AECID. (2007). *MANUAL DE SANTIAGO - MANUAL DE INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA*.
- RICYT, OEA, CYTED, COLCIENCIAS, & OCYT. (2001). *Manual de Bogotá*. Bogotá.
- Rosario, U. d. (2014). *RANKING DE CIUDADES LATINOAMERICANAS PARA LA TRACCIÓN DE INVERSIONES*. Bogotá.
- Rumelt, R. (2012). *Good Strategy/Bad Strategy: The difference and why it matters*.
- Ruta n. (2015). *Plan de ciencia, tecnología e innovación*. Medellín: Ruta N.
- Sánchez, D. F. (2005). *Economía Sistémica*. Medellín.
- Sanidas, K. L.-Y.-Y. (2012). *Big businesses and economic growth: Identifying a binding constraint for growth with country panel analysis Journal of Comparative Economics*. Republic of Korea.
- Shouke Wei, H. Y. (2012). *System dynamics simulation model for assessing socio-economic impacts of different levels of environmental flow allocation in the Weihe River Basin, China*. *European Journal of Operational Research*. China.

- Sterman, J. D. (2002). *System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. MIT Sloan School of Management.
- Sultan Ayoub Meo, A. A. (2013). *Impact of GDP, Spending on R&D, Number of Universities and Scientific Journals on Research Publications among Asian Countries*. PLOS ONE.
- Tatyana P. Soubbotina. (2004). *Beyond the Economic Growth*. Obtenido de World Bank: [http://www.worldbank.org/depweb/english/beyond/beyondco/beg\\_all.pdf](http://www.worldbank.org/depweb/english/beyond/beyondco/beg_all.pdf)
- Technopolis y Ruta N. (2013). *Developing Performance Indicators for Ruta N Quality of Life Performance Indicators*. Medellín: Technopolis.
- Tzu, S. (1910). *El Arte de la Guerra*.
- U. N., U. P., & O. d. (2013). *Indicadores de CTI para Medellín y Antioquia*. Medellín.
- Unidas, N. (s.f.). *Naciones Unidas*. Recuperado el 2015, de <http://www.un.org/es/sustainablefuture/sustainability.shtml>
- Universidad Empresa Estado. (2003). *Universidad Empresa Estado*. Recuperado el 06 20, 2014, de <http://www.universidadempresaestado.com.co/index.php>
- Viera, L. F. (2014). *Camara de Comercio de Medellín*. Recuperado el 06 20, 2014, de [http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2014/ResultadosCluster\\_Alcaldia.pdf](http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2014/ResultadosCluster_Alcaldia.pdf)

## **ANEXO 1**

### **ANTEPROYECTO**