

**Propuesta de un Modelo para la Toma de Decisiones de Inversión Tecnológica con Base en  
un Análisis Interno de las Instituciones de Educación Superior de la Ciudad de  
Bucaramanga y su Área Metropolitana**



Eloísa Soledad Pinilla & Luis Fernando Celis Quintero

Marzo 2018

Director: Máster Hugo Vecino Pico

Codirector: PhD. Eduardo Carrillo Zambrano

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Contables

Maestría en Administración de Empresas

Cohorte III

Bucaramanga, Colombia

Enero 2018

La tecnología se ha convertido en un recurso de vital importancia en todas las organizaciones, por lo tanto, se deben desarrollar modelos y herramientas que permitan su correcta adquisición y manejo. Esta investigación surge en respuesta a la necesidad de realizar compras efectivas de nueva tecnología; después de una extensa revisión bibliográfica, se encontraron diferentes herramientas que permiten analizar aspectos como proveedores, marcas y versiones con mejor posicionamiento en el mercado tecnológico, pero no existen muchas que permitan hacer una valoración interna de las organizaciones que determine si tienen las condiciones adecuadas para aprovechar al máximo las nuevas adquisiciones tecnológicas. En esta investigación, se tomaron como base de estudio las Instituciones de Educación Superior de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Se caracterizaron 6 factores internos en los que se pueden dimensionar las organizaciones para realizar un análisis que permita establecer la favorabilidad de una compra tecnológica. Para la valoración de dichos factores, se propusieron indicadores que evalúan las variables de cada uno de ellos y se establecieron criterios de valoración que expresan niveles de favorabilidad. Obteniendo así los componentes principales para desarrollar el modelo que se presenta en esta investigación, el cual se compone de 6 pasos.

El modelo permite evaluar las inversiones a partir de un análisis interno para determinar qué tan favorable es la inversión para la institución y qué factores o variables son impactadas, permitiendo a los directores de programas académicos tener una herramienta que ayude a tomar decisiones de inversión alineadas con los objetivos misionales de la institución, siguiendo los pasos propuestos que se visualizan a través de una herramienta (Microsoft Excel) la cual permite un uso rápido del modelo.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS</b>      |  |
|   | <b>ACTA DE CALIFICACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO</b> |  |
| HOJA:   | 1 de 1   |  |

|   |                           |    |      |                     |    |   |
|---|---------------------------|----|------|---------------------|----|---|
| <b>LUGAR DE LA SUSTENTACIÓN</b>   | <b>FECHA (dd-mm-aaaa)</b> |    |      | <b>HORA (hh:mm)</b> |    |   |
| Sala de Juntas N°2 Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables | 07                        | 03 | 2018 | 10                  | 00 | <input checked="" type="checkbox"/> AM<br><input type="checkbox"/> PM |

| TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO  |                          |                |
|--|--------------------------|----------------|
| "PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN TECNOLÓGICA CON BASE EN UN ANÁLISIS INTERNO DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA Y ÁREA METROPOLITANA" |                          |                |
| AUTORES  | Número de Identificación | Código UNAB    |
| ELOISA SOLEDAD PINILLA   | 1.098.718.755            | U00108257      |
| LUIS FERNANDO CELIS QUINTERO   | 1.095.801.786            | U00101528      |
| <b>DIRECTOR</b>  |                          |                |
| HUGO VECINO PICO Mag.  | 91.489.516               |                |
| <b>CODIRECTOR</b>  |                          |                |
| EDUARDO CARRILLO ZAMBRANO Ph.D.  | 91.274.237               | <i>[Firma]</i> |
| <b>ASESOR</b>  |                          |                |
| N/A  |                          |                |

**OBSERVACIONES AL TRABAJO DE GRADO**

**CALIFICACIÓN AL TRABAJO DE GRADO Y LA SUSTENTACIÓN PRESENTADA**

| AUTORES                      | EVALUADOR |              | EVALUADOR |              | DIRECTOR |              | CALIFICACIÓN FINAL |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------|--------------|--------------------|
|                              | Nota      |              | Nota      |              | Nota     |              |                    |
|                              | Trabajo   | Sustentación | Trabajo   | Sustentación | Trabajo  | Sustentación |                    |
| ELOISA SOLEDAD PINILLA       | 4.6       | 5.0          | 4.4       | 5.0          | 4.4      | 5.0          | 4.73               |
| LUIS FERNANDO CELIS QUINTERO | 4.6       | 5.0          | 4.4       | 5.0          | 4.4      | 5.0          | 4.73               |

Otorgar la Calificación de: 4.73

(ACEPTADA) (A)  NO ACEPTADA (NA)  INCOMPLETA (I)

|                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Recomendar para Meritorio | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Recomendar para Laureado  | <input type="checkbox"/>            |

**DATOS COMISIÓN EVALUADORA TRABAJO DE GRADO**

|                                  | NOMBRE                            | FIRMA          | CEDULA     |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------|
| Evaluador                        | Clara Ines Peña de Carrillo Ph.D. | <i>[Firma]</i> | 37.838.852 |
| Evaluador                        | Diana Oliveros Contreras Ph.D.    | <i>[Firma]</i> | 60.265.588 |
| Director del Trabajo de Grado    | Hugo Vecino Pico Mag.             | <i>[Firma]</i> | 91.489.516 |
| Coordinador del Trabajo de Grado | Eduardo Carrillo Zambrano Ph.D.   | <i>[Firma]</i> | 91.274.237 |
| Coordinador de Posgrados         | Jorge Enrique Mantilla Medina     | <i>[Firma]</i> | 13.247.900 |

Candidatos a Magister:

*[Firma]*  
Fdo. ELOISA SOLEDAD PINILLA

*[Firma]*  
Fdo. LUIS FERNANDO CELIS QUINTERO



07 MAR 2018

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elaborado por:<br>Coordinación Académica y científica de la Maestría | Revisado por:<br>Coordinación de posgrados de la Maestría | Aprobado por:<br>Comité de Curricular Posgrados |
|--|---|---|

## Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 1: Problema.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Antecedentes del Problema .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Problema de Investigación.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Objetivo general .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Objetivos específicos .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Manejo de Supuestos Cualitativos.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Justificación de la Investigación .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>Limitaciones y Delimitaciones.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>Definición de Términos.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Capítulo 2: Marco Teórico.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>COBIT 5.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>Gobierno TI.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>Caso de Estudio 1.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Caso de Estudio 2.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Modelos de Madurez Tecnológica .....</b>  | <b>33</b> |
| <b>Metodologías de Gartner .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>Casos de Estudio.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>Apropiación y Usabilidad Tecnológica.....</b>                                       | <b>42</b> |
| <b>Integración Administrativa y TI.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>Modelos de Inversión Tecnológica.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Priorización de Proyectos para Maximizar el Retorno de la Inversión. ....</b>       | <b>47</b> |
| <b>Modelo de decisión de inversión con beneficios y costos de media-revertida.....</b> | <b>49</b> |
| <b>Modelos Para la Toma de Decisiones .....</b>  | <b>50</b> |
| <b>Modelo Racional. ....</b>   | <b>50</b> |
| <b>Modelo Limitado.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>Intuición.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>Software para la toma de decisiones.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>Innovación y Tecnología en Colombia .....</b>                                       | <b>54</b> |
| <b>Índice de Innovación Global. ....</b>   | <b>54</b> |
| <b>Indicadores del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).. ....</b>   | <b>56</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Capítulo 3: Metodología</b> .....                                       | <b>59</b>  |
| <b>Población, Participantes y Selección de la Muestra</b> .....            | 62         |
| <b>Aspectos Éticos</b> .....   | 64         |
| <b>Capítulo 4: Resultados</b> .....  | <b>65</b>  |
| <b>Caracterización de factores</b> .....                                   | 65         |
| <b>Recursos</b> .....  | 71         |
| <b>Partes Interesadas</b> .....  | 73         |
| <b>Procesos Internos</b> .....   | 75         |
| <b>Apropiación TIC</b> .....   | 77         |
| <b>Normatividad</b> .....  | 80         |
| <b>Riesgo</b> .....  | 82         |
| <b>Indicadores Propuestos</b> .....  | 85         |
| <b>Modelo Para La Toma De Decisiones En La Inversión Tecnológica</b> ..... | 93         |
| <b>Herramienta</b> .....   | 103        |
| <b>Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....                    | <b>110</b> |
| <b>Conclusiones</b> .....  | 110        |
| <b>Recomendaciones</b> .....   | 112        |
| <b>Bibliografía</b> .....  | <b>113</b> |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Proceso de Gobierno TI.....   | 30 |
| <i>Figura 2.</i> Modelo propuesto por Nugroho (2014) de Gobierno TI para educación superior.....   | 32 |
| <i>Figura 3.</i> Comparación de los niveles del Modelo Madurez de COBIT 4.1 y Modelo de Capacidad de Procesos de COBIT 5.....                                  | 34 |
| <i>Figura 4.</i> Comparación de los atributos del Modelo Madurez de COBIT 4.1 y Modelo de Capacidad de Procesos de COBIT 5.....                                | 34 |
| <i>Figura 5.</i> Cuadrante Mágico de Gartner.....  | 37 |
| <i>Figura 6.</i> Ciclo de Bombo de Gartner.....  | 38 |
| <i>Figura 7.</i> Reloj de Mercado TI de Gartner.....   | 39 |
| <i>Figura 8.</i> Puntuación TI de Gartner.....   | 40 |
| <i>Figura 9.</i> Línea de tiempo de inversión del modelo presentado por Kauffman et al. (2015).....  | 49 |
| <i>Figura 10.</i> Entradas y salidas de innovación que componen el valor promedio del GII.....   | 55 |
| <i>Figura 11.</i> Comparación de los indicadores GII entre Colombia, Suiza y Chile.....  | 56 |
| <i>Figura 12.</i> Factores internos analizados por las IES de la Región al momento de realizar una inversión tecnológica.....                                  | 66 |
| <i>Figura 13.</i> Promedio de la relevancia de los factores internos analizados por las IES de la Región al momento de realizar una inversión tecnológica..... | 66 |
| <i>Figura 14.</i> Variables para tener en cuenta al momento de analizar el impacto de nueva tecnología en los procesos internos de las IES.....                | 67 |
| <i>Figura 15.</i> Promedio de la relevancia considerada por la IES de los riesgos asociados a la inversión tecnológica.....                                    | 67 |
| <i>Figura 16.</i> Variables para tener en cuenta al momento de analizar el impacto en la normatividad  |    |

|  |     |
|--|-----|
| de la inversión tecnológica.....   | 68  |
| <i>Figura 17.</i> Relevancia de variables al momento de analizar el impacto de nueva tecnología en la apropiación TIC por parte del talento humano.....      | 68  |
| <i>Figura 18.</i> Factores de evaluación interna para la toma de decisiones en inversión tecnológica de las IES.....   | 70  |
| <i>Figura 19.</i> Modelo Para la Toma de Decisiones de Inversión Tecnológica con Base en un Análisis Interno de las Instituciones de Educación Superior..... | 94  |
| <i>Figura 20.</i> Gráfico Radial.....  | 101 |
| <i>Figura 21.</i> Página de Inicio de la Herramienta.....  | 103 |
| <i>Figura 22.</i> Manual de la Herramienta.....  | 104 |
| <i>Figura 23.</i> Información de Factores e Indicadores.....   | 104 |
| <i>Figura 24.</i> Información Autores.....   | 105 |
| <i>Figura 25.</i> Pasos del Modelo que Alimenta la Herramienta.....  | 105 |
| <i>Figura 26.</i> Paso 1 - Selección de Factores.....  | 106 |
| <i>Figura 27.</i> Paso 2 - Ponderación de Factores.....  | 106 |
| <i>Figura 28.</i> Paso 3 – Selección de Indicadores.....   | 107 |
| <i>Figura 29.</i> Paso 4 – Evaluación de Cada Factor.....  | 107 |
| <i>Figura 30.</i> Paso 5 – Valoración de Factores.....   | 108 |
| <i>Figura 31.</i> Paso 6 – Valoración Final.....   | 109 |

### Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Software para toma de decisiones</i> .....   | 52 |
| Tabla 2. <i>Indicadores relacionados con ACTI presentados por el OCyT en 2015</i> .....                      | 57 |
| Tabla 3. <i>Porcentaje en que las empresas colombianas usan TIC en 2013</i> .....                            | 58 |
| Tabla 4. <i>Ficha técnica de la encuesta realizada</i> .....   | 59 |
| Tabla 5. <i>Variables de la Encuesta</i> .....   | 60 |
| Tabla 6. <i>Listado de IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana</i> .....                                  | 63 |
| Tabla 7. <i>Descripción de la caracterización de cada factor a partir de la revisión bibliográfica</i> ..... | 71 |
| Tabla 8. <i>Descripción de la caracterización de cada factor a partir de resultados de la encuesta</i> ..... | 71 |
| Tabla 9. <i>Caracterización del factor RECURSOS (Revisión Bibliográfica)</i> .....                           | 72 |
| Tabla 10. <i>Caracterización del factor RECURSOS (Encuesta)</i> .....  | 73 |
| Tabla 11. <i>Caracterización del factor PARTES INTERESADAS (Revisión Bibliográfica)</i> .....                | 73 |
| Tabla 12. <i>Caracterización del factor PARTES INTERESADAS (Encuesta)</i> .....                              | 74 |
| Tabla 13. <i>Caracterización del factor PROCESOS INTERNOS (Revisión Bibliográfica)</i> .....                 | 75 |
| Tabla 14. <i>Caracterización del factor PROCESOS INTERNOS (Encuesta)</i> .....                               | 77 |
| Tabla 15. <i>Caracterización del factor APROPIACIÓN TIC (Revisión Bibliográfica)</i> .....                   | 78 |
| Tabla 16. <i>Caracterización del factor APROPIACIÓN TIC (Encuesta)</i> .....                                 | 80 |
| Tabla 17. <i>Caracterización del factor NORMATIVIDAD (Revisión Literaria)</i> .....                          | 80 |
| Tabla 18. <i>Caracterización del factor NORMATIVIDAD (Encuesta)</i> .....                                    | 81 |
| Tabla 19. <i>Caracterización del factor RIESGO (Revisión Literaria)</i> .....                                | 82 |
| Tabla 20. <i>Caracterización del factor RIESGO (Encuesta)</i> .....  | 84 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 21. <i>Ponderación de los Factores</i> .....              | 95  |
| Tabla 22. <i>Evaluación del factor RECURSOS</i> .....           | 96  |
| Tabla 23. <i>Evaluación del factor PARTES INTERESADAS</i> ..... | 97  |
| Tabla 24. <i>Evaluación del factor PROCESOS INTERNOS</i> .....  | 97  |
| Tabla 25. <i>Evaluación del factor APROPIACIÓN TIC</i> .....    | 98  |
| Tabla 26. <i>Evaluación del factor RIESGOS</i> .....            | 99  |
| Tabla 27. <i>Evaluación del factor NORMATIVIDAD</i> .....       | 100 |
| Tabla 28. <i>Escala Likert</i> .....                            | 100 |
| Tabla 29. <i>Valoración de los factores</i> .....               | 101 |
| Tabla 30. <i>Valoración final</i> .....                         | 102 |

## **Capítulo 1**

### **Problema**

Este capítulo se enfoca en presentar las causas y los problemas asociados a la toma inadecuada de decisiones de inversión tecnológica además, de brindar un amplio espectro de las herramientas existentes al alcance de gerentes y directivos para lograr implementar una estrategia tecnológica que esté alineada con los objetivos corporativos.

Una vez presentado el problema, señala la importancia de la investigación a realizar, cuyo objetivo principal es proponer un modelo para la toma de decisiones en inversión tecnológica de las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana. El modelo propuesto sirve como un diagnóstico interno de las instituciones para determinar si tienen las condiciones óptimas para la adopción de nueva tecnología.

### **Antecedentes del Problema**

Con el paso de los años se han constituido una gran variedad de empresas a nivel mundial, cada una de ellas enfrenta un sinnúmero de retos para asegurar tanto su supervivencia como la prosperidad del negocio (Quiñonez, Velásquez & Hernández, 2014). Para superar estos retos se han valido de diferentes estrategias que se focalizan en las fuerzas externas que afectan a sus organizaciones - factores de mercado, tecnológicos, macroeconómicos; conocimiento de los empleados; aspectos regulatorios y globalización - dichas fuerzas han cambiado su relevancia en el tiempo; si bien, para las compañías los factores de mercado eran y son lo más importante, los factores tecnológicos han pasado de ser los menos relevantes para consolidarse en segundo y/o tercer lugar en la última década (IBM Institute for Business Value, 2011).

El progreso que ha tenido la tecnología y su rápida implementación en las compañías genera ahora un nuevo interrogante ¿Cómo se debe manejar la tecnología en pro de alcanzar una

buena rentabilidad para las empresas y su posicionamiento? (Albarracín, Erazo & Palacios, 2013). Diversos académicos y profesionales han tratado de dar respuesta a ésta pregunta desde diferentes perspectivas y a su vez han detectado problemas que deben ser tratados para obtener el máximo provecho de las herramientas tecnológicas.

Solow (1987) señaló que la era de los computadores estaba en todo excepto en las estadísticas de productividad; haciendo referencia a que si bien, la revolución tecnológica en ese momento había significado un cambio drástico en la vida productiva, ésta venía acompañada de una disminución en la productividad de países como Estados Unidos y Japón, lo cual implicaba que no se tenían bases sólidas para darle un uso efectivo a la tecnología.

Carr (2003) dijo que no existía una ventaja estratégica en la inversión tecnológica, ya que la tecnología se había convertido en algo omnipresente y no era propiedad exclusiva de unos pocos, lo que eliminaba su cualidad como ventaja. Esto, generó un debate entre diferentes autores quienes apoyaban o rechazaban la idea. Aquellos que la rechazan, argumentan que en la era digital actual, las compañías dependen en gran medida de las inversiones tecnológicas para manejar los procesos de innovación que contribuyen a la competitividad y buen desempeño de las empresas (Kohli, Devaraj & Ow, 2012).

Teniendo claro que en la actualidad se reconoce la importancia de la inversión tecnológica en la industria, se han destinado esfuerzos para determinar: la forma en la que impactará el Gobierno de las Tecnologías de la Información (TI) las compañías (Instituto del Gobierno TI, 2003), qué factores se deben tener en cuenta al momento de adquirir e implementar nueva tecnología, en qué nivel de madurez tecnológica se encuentran las compañías (ISACA, 2012), cuáles son las características que debe tener un buen CIO (Chief Information Officer) (IBM Institute for Business Value, 2011), cómo alinear las TI con las estrategias propias de la

empresa y cómo se medirá el retorno de la inversión tecnológica, entre otras (ISACA, 2012).

En pro de lograr un óptimo uso de las herramientas tecnológicas en las empresas, se han creado normas internacionales como la ISO/IEC 38500 que ayuda a las organizaciones a entender las obligaciones legales en relación a las TI, mediante una estructura de principios dirigidos a la gerencia que deben ser usados al momento de evaluar, dirigir y monitorear el uso de las TI. También surge el marco de referencia COBIT 5 (Control Objectives for Information Systems and related Technology) que da pautas para la creación eficaz de un Gobierno de TI en las organizaciones (Nugroho, 2014).

Hertz, Hamel, Uebernickel y Brenner (2012) definen el Gobierno de TI como parte fundamental del Gobierno Corporativo, el cual direcciona la definición e implementación de procesos, estructuras y mecanismos en la organización que permiten tanto a directivos administrativos como tecnológicos llevar a cabo sus responsabilidades en pro de alinear los objetivos del negocio con la tecnología y la creación de valor gracias a la inversión tecnológica. El impacto del Gobierno de TI en el desempeño de las empresas ha sido bien establecido en estudios previos, pero aún, existen brechas para explicar exactamente cómo el Gobierno de TI influye en el desempeño de las compañías.

A continuación, se muestran algunos de los hallazgos de dichos estudios previos:

- La existencia de mecanismos de gobierno tales como: Una cultura de cumplimiento en TI; apoyo a sistemas de comunicaciones corporativas; la participación de la alta gerencia de manera regular y un sistema de medición del desempeño corporativo tiene un gran impacto en el nivel de efectividad del Gobierno de TI (Ali & Green, 2012).
- Los mecanismos estructurales y de relaciones como el poder estructural del CIO, la participación mutua de los negocios de TI y una cultura empresarial pueden afectar

positivamente al Gobierno de TI e indirectamente, a la creación de valor de TI (Bradley et al., 2012).

- Las estructuras organizativas de Gobierno de TI proporcionan la plataforma para una mejor comprensión y uso efectivo de los recursos de TI recién adquiridos (Prasad, Green & Heales, 2012).

Dentro del Gobierno TI aparece una figura importante que también ha sido analizada por diversos autores: el CIO (Chief Information Officer) o líder tecnológico. Surgen dos preguntas respecto a su importancia en las compañías. Primero ¿Poderosos líderes tecnológicos hacen la diferencia en el desempeño de una empresa? (Taylor, Sahym & Vithayathil, 2015) y segundo ¿Cuáles son las características de un buen líder tecnológico? (IBM Institute for Business Value, 2011).

Taylor et al. (2015) demostraron que la inclusión de un líder tecnológico en el equipo de la alta gerencia puede mejorar significativamente el desarrollo e implementación de la estrategia tecnológica dentro del Gobierno TI en las empresas; pero, a pesar del crecimiento en el gasto de TI, los beneficios de una estrategia tecnológica son pobremente entendidos, pues son muchas las variables tanto internas como externas las que impactan ésta medición.

Entre noviembre de 2010 y febrero de 2011 IBM Institute for Business Value entrevistó a un grupo de 3.018 CIOs de diferentes organizaciones de 71 países y 18 industrias, con el fin de comprender mejor los retos de los CIOs en la actualidad. Al finalizar el estudio se encontraron 4 patrones - Potenciar, expandir, transformar y explorar - que identifican distintos enfoques al liderazgo de TI con base a las necesidades y objetivos concretos de una organización. Estos patrones pueden cambiar con las tendencias en los entornos económico, competitivo o tecnológico. Cuando los objetivos de la organización cambian, también puede hacerlo el enfoque

del CIO (IBM Institute for Business Value, 2011).

Otro concepto a manejar dentro del Gobierno de TI y que ha sido ampliamente analizado es la madurez tecnológica. Existe una gran variedad de modelos para determinar los niveles de madurez de las compañías en el ámbito tecnológico, un ejemplo de ellos es el de Luftman y Kempaiah (2007) quienes desarrollaron un modelo para identificar el nivel de madurez de la alineación entre el negocio y las TI, denominado Modelo de Madurez de la Alineación Estratégica (Strategic Alignment Maturity Model - SAMM). SAMM consiste en el estudio de 6 áreas alineadas - Comunicación, medición de valor/competencia, gobierno, socios, habilidades y arquitectura - cada una con múltiples atributos y niveles de madurez claramente definidos.

Una vez revisados algunos estudios alrededor del impacto de las inversiones tecnológicas en las empresas, es posible llegar a un par de conclusiones relevantes. Primero, las decisiones que se tomen en tecnología deben estar alineadas con el enfoque de las organizaciones y deben ayudar a lograr los objetivos misionales de las empresas (Instituto de Gobierno TI, 2003); segundo, existen gran variedad de factores y modelos que sirven de base para analizar las inversiones tecnológicas hechas, su evolución en el tiempo dentro de las organizaciones y su influencia en el crecimiento o deterioro del valor del negocio (Cresswell, 2004).

Dada la variabilidad en el éxito de los proyectos tecnológicos y la complejidad del rápido cambio en el ambiente digital, estos modelos y factores deben estar igualmente conectados para lograr ver un panorama más amplio y real, que permita planear la mejor estrategia tecnológica posible y disminuir el rango de variabilidad (CCPACE, 2014).

### **Problema de Investigación**

Carr (2003) dice que no existe una ventaja estratégica en la inversión tecnológica, ya que la tecnología se ha convertido en algo omnipresente y no es propiedad exclusiva de unos pocos,

lo que elimina su cualidad como ventaja. En parte, tiene razón, en la era actual gran cantidad de procesos pueden ser digitalizados y automatizados; pero la verdadera ventaja competitiva yace en los rasgos humanos, en la capacidad del hombre de tomar la tecnología y adaptarla para juegue a su favor (Leonhard, 2016).

Las organizaciones han caído en el error de pensar que la tecnología por si sola es sinónimo de éxito y la solución a todos los problemas referentes al desempeño de la empresa (Koellinger, 2008), propiciando lo que se denomina como la inversión tecnológica “Yo también” que no genera valor (Swanson & Ramiller, 2004) o como lo describe IBM Institute for Business Value (2011) “Cada vez nos centramos más en la tecnología por el valor: no todo el mundo necesita el juguete más nuevo y brillante” (p.54)., ya que el impulso para la decisión de compra es imitar a la competencia. También existen líderes tecnológicos que solicitan mayores presupuestos para “Mejorar la tecnología actual” basados en adquirir las últimas versiones (Horn, 2004).

Hoy en día, el enfoque de los negocios es holístico pero, gerentes y directivos aún ven la tecnología como una dependencia más dentro de las compañías y no como un tema transversal (Instituto de Gobierno TI, 2003) que primero presenta altos riesgos y la limitada valoración de los estos en proyectos informáticos o tecnológicos es probablemente el mayor causante de fracaso en el desarrollo de dichos proyectos (Pérez, Pérez, & Silva, 2015) ya que el retorno de una inversión puede variar de manera significativa debido a que el riesgo es relativo a la oportunidad de ganar y cuanto más grande sea la posibilidad de retornos altos más arriesgada es la inversión y por tanto se necesita mayor información al momento de realizarla (Francischetti, Bertassi, Camargo, Padoveze, & Calil, 2014)

Olvidan que la tecnología presenta características muy particulares como lo son su corto

ciclo de vida, pronta obsolescencia, absorción de mercado variable y un rápido desarrollo (Kauffman, Liu, & Ma, 2015). Segundo, la inversión tecnológica no se debe medir con los métodos convencionales de retorno de la inversión, el enfoque central debe ser la generación de valor dentro de las compañías (Krueger, 2013). Por ejemplo, en el caso de las Instituciones de Educación Superior deben invertir pensando en hacer mejoras en la educación, investigación y servicio prestado (Horn, 2004); preguntarse, cómo la adquisición de un nuevo equipo o software va a minimizar el índice de deserción estudiantil, cómo va a mejorar la experiencia enseñanza-aprendizaje, cómo lograría reducir tiempos en procesos administrativos (Krueger, 2013), ahí está representado el verdadero retorno de la inversión tecnológica.

Lo anterior, conduce a que la compra de tecnología debe estar alineada con los objetivos propios de las organizaciones, situación que realmente no sucede, especialmente en las pymes y Latinoamérica (Madrid, 2016). Es común ver que se hacen estudios de mercado y cotizaciones con diferentes proveedores al momento de adquirir tecnología, pero la efectividad de implantar nuevas tecnologías depende tanto de factores internos y propios de la organización, así como externos para poder brindar la mayor ganancia a la empresa (Delgado & Mora, 2017). Ahora bien, rara vez se hacen análisis internos que permitan establecer si la compañía tiene las condiciones para la correcta adopción de nueva tecnología, por ejemplo, no se cuestionan si el personal está capacitado para usar un nuevo equipo o si se cuenta con la infraestructura y redes que soporten un nuevo software.

Mundialmente, existen modelos y marcos de referencia como COBIT, que buscan la integración de los objetivos TI con los corporativos (ISACA, 2012), en función de subsanar la problemática descrita anteriormente; pero su implementación representa un reto para las pymes, por los altos costos y la gran cantidad de tiempo invertido (Madrid, 2016). De todas formas, las

organizaciones deben preocuparse por desarrollar buenas prácticas que permitan implementar al menos de forma simplificada los principios de COBIT.

Especialmente las IES, ya que son un motor de desarrollo que permite un crecimiento sostenible junto con una formación de profesionales con mayores posibilidades de competir en el mundo (Jaramillo, 2015). Para las instituciones es de vital importancia la inversión en tecnología e innovación, por lo tanto, deben tener un grupo de profesionales que cuenten con la información adecuada para la gestión de la actividad tecnológica que permita presentar un presupuesto anual dedicado a la investigación e inversión en tecnología que logren apoyar sus procesos de enseñanza y aprendizaje (Torres & Suárez, 2014).

Por otra parte, las inversiones en TI en países en desarrollo se enfrentan además al conocimiento limitado de la población en tecnología (Jitsuchon, 2012). Por lo que es importante que éstos países inviertan en una mejor educación para mejorar su recurso humano y así poder invertir más en innovación tecnológica (Schuman, 2010). Actualmente, las políticas gubernamentales, el incremento en la competencia global y la presión para innovar han llevado a las universidades a convertirse en importantes jugadores económicos que deben sobresalir en el mercado (Massy, 2009). Hoy en día, además de servir en sus dos misiones clásicas - educación e investigación - las universidades han desarrollado una tercera (Kwiek, 2016), en la que ellas no sólo generan riqueza para la sociedad, sino también fondos para el desarrollo de sus dos primeras misiones (Cai, Zhang & Pinheiro, 2015). Un grupo considerable de investigadores reconocen a las universidades como empresas que realizan actividades comerciales de gran importancia como la Transferencia de Tecnología (TT) (Ambos, Mäkelä, Birkinshaw & d'Este, 2008).

Esto nos lleva a las preguntas principales de nuestra investigación ¿Cuáles son los factores propios de las IES que deben tener en cuenta sus líderes tecnológicos para realizar una

inversión tecnológica? ¿Cuáles son los indicadores más adecuados para medir el nivel de cumplimiento de dichos factores? y ¿Cómo se puede hacer un análisis interno previo a la inversión tecnológica que ayude a los directivos de las IES en la toma de decisiones?

### **Objetivo general**

- Proponer un modelo para la toma de decisiones de inversión tecnológica con base en un análisis interno de las Instituciones de Educación Superior de Bucaramanga y su área Metropolitana.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar los factores internos de las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana que influyen en la evaluación de proyectos de inversión tecnológica.
- Proponer indicadores que analicen la situación actual de los diferentes factores que influyen en el alineamiento de los objetivos corporativos con la inversión en tecnología de las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana.
- Desarrollar una herramienta tecnológica y sus parámetros de interpretación con base en la información interna modelada, que permita a los gerentes la toma de decisiones respecto a la inversión tecnológica en las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana.

### **Manejo de Supuestos Cualitativos**

El estudio a realizar es mixto. Se parte de los siguientes supuestos con base en estudios previos y procesos ya validados en trabajos investigativos dentro del área de inversión tecnológica. En ellos ya se han identificados factores e indicadores que se deben evaluar para conocer la capacidad de adaptabilidad de las organizaciones a nueva tecnología o el nivel en el cual se encuentran sus procesos en relación con las TI. Para desarrollar el modelo planteado, se espera que en el transcurso de la investigación se empleen como base indicadores conocidos

como la capacidad de procesos, usabilidad, penetración y alfabetización tecnológica.

Aunque se parte de conceptos bastante robustos y amplios como lo son COBIT y Gobierno TI, se pretende obtener un modelo ágil que permita a gerentes con o sin conocimientos en las temáticas anteriores hacer un análisis a partir del conocimiento de sus negocios para valorar una inversión tecnológica.

Dicho modelo utiliza una herramienta que permite a los gerentes establecer cuáles son los factores internos de la compañía que impactarían en la decisión de invertir en nueva tecnología. Después de la selección, se mide el cumplimiento de los factores por medio de los indicadores necesarios. Para así, brindar un panorama de las fortalezas y debilidades que posee la compañía. Permitiendo finalmente a los gerentes tener mayor información y un soporte para la toma de decisiones.

### **Justificación de la Investigación**

Brealey y Myers (1996) señalaron que el objetivo de una gestión estratégica no es la reducción de la influencia del riesgo, sino la creación de valor adicional. Krušinskas y Vasiliauskaitė (2015) plantean que los mercados con alto riesgo ocultan las mayores oportunidades de creación de valor. Por lo tanto, aunque las inversiones tecnológicas están asociadas a un alto riesgo debido a diversos factores, si se logra manejar de forma eficaz los aspectos internos de la empresa y reconocer si están aptas para la adopción de nueva tecnología se pueden generar mayores y mejores beneficios (Delgado & Mora, 2017).

Isaca (2013) estimó que por cada 1000 millones de dólares invertidos en tecnología existe un riesgo latente de perder 135 millones de dólares, lo que refleja la importancia que tiene para la competitividad corporativa la decisión correcta de invertir en tecnología con el fin de aumentar el valor de la misma. Por su parte, AON (2017), la empresa aseguradora establece un ranking de

riesgos que afrontan las organizaciones en diferentes áreas; en cuanto a los relacionados con tecnología, el riesgo número uno, es el riesgo a innovar. Los factores que llevan a fallar en innovar son la mala adquisición de infraestructura tecnológica, la falta de personal capacitado, la inadecuada implementación de las estrategias corporativas y el fallo en proyectos de inversión tecnológica (AON, 2017).

Por lo tanto, se necesita hacer un diagnóstico de los factores internos de la empresa que influyen en la inversión tecnológica para determinar si se cuenta con las condiciones ideales para sacar el máximo provecho de la tecnología adquirida, si se puede manejar adecuadamente los riesgos asociados y si los beneficios generados ayudan a alcanzar los objetivos corporativos (Isaca, 2014). Esa información permite a gerentes y/o líderes tecnológicos tener bases para una mejor evaluación de los proyectos de inversión tecnológica.

Alrededor de estos proyectos hay muchas incertidumbres, las cuales incluyen al consumidor, respuestas del mercado, regulaciones, cambios en el desempeño de las TI, estándares tecnológicos y competencia; todas estas tienen un impacto en la disposición de las empresas para adoptar nueva tecnología (Kauffman et al., 2015). Como resultado, el tradicional presupuesto de capital, la experiencia en inversiones y la intuición no han sido muy efectivas en la toma de decisiones al momento de invertir en tecnología (Kauffman et al., 2015), lo que nuevamente refuerza la importancia que tiene la información a disposición de los líderes tecnológicos, la cual debe ser confiable y analizada en el tiempo justo (Gartner, 2017).

Aunque tener un diagnóstico interno para determinar si se cuenta con todas las condiciones necesarias para la adopción de nueva tecnología es importante para todas las compañías, hay un sector que llama principalmente la atención y es la educación. Las Instituciones de Educación Superior (IES), como se ha mencionado anteriormente tienen un rol

principal en la generación de tecnología e innovación y son el vehículo más efectivo para la transferencia de tecnología entre la academia y la industria (Pholpirul & Bhatiavesi, 2014).

Lograr implementar el modelo que se propone, permitiría que las IES tengan más herramientas para tomar decisiones de inversión tecnológica con base en un análisis interno. Esto se vería reflejado en un mejor manejo del capital destinado a innovación, mejoramiento de procesos, reducción en tiempos, entre otras cosas que impactarían de manera positiva las actividades administrativas, académicas e investigativas de la institución. Siendo el primer eslabón que se puede mejorar para optimizar la transferencia de tecnología con la industria. Si se logran avances positivos en el estudio propuesto, empresas de otros sectores podrían adoptar el modelo y así tener mayor información al momento de realizar una inversión tecnológica.

### **Limitaciones y Delimitaciones**

Dentro de las limitaciones a encontrar, las principales son el acceso a información y la disposición de los líderes tecnológicos y/o directivos de las instituciones para responder las encuestas necesarias y el tiempo, pues el alcance del proyecto será sólo hasta el diseño del modelo planteado, más no su validación y evaluación, pues esto implicaría tener una muestra de estudio amplia para cumplir con las normas técnicas que exige la validación de un modelo.

Las delimitaciones establecidas son las siguientes:

- Espacio físico: Bucaramanga y su área Metropolitana por conveniencia de los investigadores (Acceso la información y cercanía geográfica)
- Espacio temporal: El estudio y desarrollo del proyecto tiene como espacio temporal el periodo comprendido entre marzo de 2017 y enero de 2018. Periodo en el cual se realizarán todas las actividades para el cumplimiento en su totalidad de los objetivos establecidos.

- **Temática:** Únicamente las inversiones tecnológicas y los factores que influyen en ellas son de interés para la investigación. Los recursos destinados para otro tipo de inversiones están fuera del alcance del proyecto. Además, sólo se estudian los factores propios de cada IES de Bucaramanga y su área Metropolitana que impactan en las inversiones tecnológicas, aquellos factores del mercado y externos tampoco se tomarán en cuenta en el diseño del modelo.
- **Metodológico:** El estudio a realizar es mixto ya que la intención es construir conocimiento a partir de la recolección de información de diversas fuentes que permitan conocer el estado actual de las IES en cuanto a sus estrategias para realizar inversiones tecnológicas de manera adecuada. La principal fuente de información primaria para la construcción del modelo propuesto son las encuestas a los líderes tecnológicos y directores de facultades de las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana. La revisión documental de libros y artículos de revistas científicas son también fuentes importantes de información que se emplean para conocer los métodos y modelos que serán base para el modelo planteado en éste trabajo.
- **Poblacional:** La población estudio son los directores de tecnología y de las facultades o personas a cargo de la toma de decisiones en relación con las inversiones tecnológicas realizadas en las Instituciones de Educación Superior de Bucaramanga y su área Metropolitana.

### **Definición de Términos**

**Chief Information Officer (CIO).** Son los líderes de la gestión estratégica de Tecnologías de Información, encargados de planificar, organizar, coordinar, gestionar y controlar la estrategia de uso y apropiación de TI, y todo lo que conlleva esta tarea. MINTIC. (s.f). Tomado de

<http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/w3-propertyvalue-6205.html>

**COBIT 5.** (Control Objectives for Information and Related Technology) El marco COBIT 5 proporciona una guía sobre cómo se debe construir la gobernanza de TI (Nugroho, 2014).

**Gobierno TI.** Sistema por el cual es dirigido y controlado el uso actual y futuro de las TI. El Gobierno TI involucra la evaluación y dirigir el uso de las TI para apoyar la organización y monitorear su uso para alcanzar los planes corporativos. Esto incluye las estrategias y políticas para el uso de las TI dentro de las organizaciones (Ju Wu, 2015).

**Instituciones de Educación Superior (IES).** Son las entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano. MINEDUCACION. (s.f). Tomado de

<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-217744.html>

**ISO/IEC 38500.** Esta nueva norma fija los estándares para un buen gobierno de los procesos y decisiones empresariales relacionados con los servicios de información y comunicación que, suelen estar gestionados tanto por especialistas en TIC internos o ubicados en otras unidades de negocio de la organización, como por proveedores de servicios externos (ISO/IEC 38500, 2008).

**Madurez Tecnológica.** Indica la capacidad que tienen las Empresas para incorporar la tecnología en sus actividades productivas. El objetivo de esta herramienta es establecer el grado de madurez tecnológica en las empresas, identificar sus necesidades y determinar aquellas herramientas de software capaces de mejorar su productividad (ISACA, 2012).

**Recursos.** Incluye recurso humano, procedimientos, software, información, equipo, consumibles, infraestructura, fondos de capital y operativos y tiempo (ISO/IEC 38500, 2008).

**Tecnología de la Información (TI).** Son los recursos requeridos para adquirir, procesar, almacenar y diseminar información. Este término también incluye “Tecnologías de la

Comunicación (TC)” y el término compuesto “Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)” (ISO/IEC 38500, 2008).

**Transferencia de Tecnología (TT).** Es el proceso de transferencia, conversión y comercialización de la investigación básica llevada a cabo en las universidades como nuevas tecnologías (Siegel, Veugelers & Wright, 2007).

**Uso TI.** La planeación, diseño, desarrollo, operación, manejo y aplicación de las TI para satisfacer las necesidades del negocio (ISO/IEC 38500, 2008).

**Factor.** La RAE (Real Academia de la Lengua Española) lo presenta en una de sus definiciones como el elemento o causa que actúa junto a otros, ejemplo: el factor que más influyó en la decisión fue el nivel de estudio. Para la investigación representa lo mismo enmarcando una dimensión de la Institución compuesta por variables que afectan el factor en sentido positivo y negativo. (Diccionario de la lengua española, 2017)

**Indicador.** Los indicadores permiten conocer el nivel o el grado de cumplimiento o desempeño de una situación particular dentro de la institución con el fin de medir y calificar el estado de la misma o el comportamiento de esta, la investigación establece indicadores que permiten conocer el estado o situación del factor con respecto a la inversión. (Guevara, García & Heckman, 2008)

**Caracterización.** Determinar los atributos que tiene algo o alguien, para el estudio representan los atributos que presenta cada factor. (Diccionario de la lengua española, 2017)

**Graficas Radiales.** es un método gráfico para mostrar datos multivariados en forma de un cuadro bidimensional de tres o más variables cuantitativas representadas en ejes que comienzan en el mismo punto. La posición relativa y el ángulo de los ejes es típicamente poco informativo. (Lares & López, 2004)

## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

Este capítulo muestra las teorías, conceptos, herramientas, casos de estudio y demás que sirven de base para contextualizar al proyecto de investigación que se realiza. Se abordan diferentes temas desde un aspecto tecnológico y administrativo que se entrelazan. Se muestra un panorama global y nacional.

#### **COBIT 5**

ISACA es una organización que brinda ayuda a todos los profesionales del mundo ofreciendo estándares, guías, procedimientos y marcos de referencia para la integración adecuada al mundo digital. Siendo de gran importancia para el manejo de la tecnología a nivel global. ISACA es autor de publicaciones como COBIT, libro que se encuentra actualmente en su quinta edición. COBIT es una metodología internacional para el gobierno, la gestión y la tecnología de la información que permite a los ejecutivos y los gestores de las compañías soportar las metas del negocio y las metas de TI de la organización.

COBIT presenta cinco principios y siete facilitadores o catalizadores que brindan el soporte en el desarrollo, la implementación y mejora continua de las organizaciones, así como la supervisión de buenas prácticas relacionadas con el gobierno y la gestión de TI. Los principios son los siguientes:

- 1) Satisfacer las necesidades de las partes interesadas: Donde se plantea como función principal dentro de las organizaciones la generación de valor para todo lo involucrado con la compañía. Pero, no siempre el valor es el mismo para todas las áreas de la organización. Por lo cual se pretende que el gobierno tome decisiones sobre el beneficio, con base en diferentes preguntas como ¿Para quién es el beneficio? ¿Quién asume el

riesgo? ¿Qué recursos requiere?

Para esto, utiliza la cascada de metas, la cual permite determinar el contexto de cada organización determinando factores externos (el mercado, la industria, geopolítica, entre otros) y factores internos (umbral de riesgo, organización, cultura, etc.) al igual que un sistema de gestión y gobierno propio.

- 2) Cubrir la empresa de extremo a extremo: La metodología de COBIT 5 no sólo se enfoca en la parte de TI sino en toda la organización como tal, integrando el gobierno y la gestión TI.
- 3) Marco de referencia único: COBIT 5 se alinea con todos los marcos de referencia importantes en TI de tal forma que la organización puede tener un marco de trabajo principal para el gobierno y la gestión.
- 4) Hacer posible un enfoque holístico: COBIT 5 trabaja con 7 catalizadores que permiten ayudar a conseguir los objetivos corporativos:
  - Principios, Políticas y Marcos de trabajo.
  - Procesos
  - Estructuras organizativas.
  - Cultura, Ética y comportamiento
  - Información
  - Servicios, Infraestructura y Aplicaciones
  - Personas Habilidades y Competencias
- 5) Separar el gobierno de la gestión: Para COBIT 5 no se deben confundir estos dos términos y presenta una clara distinción entre ellos. El gobierno es el encargado de evaluar las necesidades y condiciones de las partes interesadas para el cumplimiento de

las metas corporativas, logrando la priorización que permite tener una guía en la toma de decisiones, además de medir el rendimiento y el cumplimiento con respecto a lo trazado como objetivos. Mientras que la gestión planifica, construye, controla y ejecuta todas las actividades que se determinan por el gobierno para el cumplimiento de los objetivos corporativos.

La importancia de COBIT 5 y en general del Gobierno de TI lo resalta Nugroho (2014) al indicar que el gobierno efectivo en una organización no se da por casualidad. El éxito de la implementación de un gobierno efectivo en una compañía está asociado con el patrón adecuado o apto para la organización para que pueda ser un complemento del enfoque estratégico de la misma. El Gobierno de la tecnología de la información (TI) no es un concepto estático, sino más bien cambia y se adapta a los procesos inherentes a la empresa (Nugroho, 2014). Por ejemplo, las organizaciones descentralizadas, como las Universidades necesitan de una revisión periódica para renovar la estructura de Gobierno de TI teniendo en cuenta el cambio del entorno empresarial y tecnológico.

Sin embargo, el mecanismo de Gobierno de TI en una organización dependerá de las características y necesidades de cada una. Por lo tanto, también se debe tener en cuenta la ISO / IEC 38500 que ayuda a las personas de los niveles más altos de la organización a comprender y cumplir con sus obligaciones legales, reglamentos y ética en relación con el uso de TI en sus compañías proporcionando principios clave.

Todo esto, se ve reflejado en el análisis realizado por Tapia y Cumandá (2015), quienes resaltan el cumplimiento de las leyes regulatorias por parte de COBIT 5; la clasificación de las necesidades en obtención de beneficios, optimización de riesgos y optimización de recursos; y la importancia respecto a que los profesionales en el área de TI se apoderen de estos conceptos para

tener una mayor participación a nivel gerencial mejorando el desempeño de las organizaciones.

Por su parte, Kerr y Murthy (2013) presentan una introducción que resalta la importancia de todo lo anterior. Indicando también a lo que se enfrentan las organizaciones que en el entorno empresarial actual, dependen en gran medida de las TI para tener control y mejorar el rendimiento de sus empresas, sin olvidar que pueden generar un riesgo que debe ser adecuadamente gestionado.

Para la gestión del riesgo de TI los métodos óptimos se señalan en el COBIT, el cual define dentro del control interno, las políticas, procedimientos, prácticas y estructuras organizativas diseñadas para brindar una seguridad razonable de que se obtendrán los objetivos trazados por la empresa y los acontecimientos no deseados serán prevenidos o detectados y corregidos.

En América latina se presentan estudios como el realizado por Chávez (2016) quien hace la aplicación de COBIT en las pymes de Quito, Ecuador. Dentro de sus resultados se puede resaltar que el 94% de los encuestados en el estudio no tienen conocimiento alguno de Gobierno TI y el 98% desconocen el marco de referencia de COBIT. Este desconocimiento representa un riesgo significativo para las compañías y es posible inferir que las inversiones tecnológicas que realizan, no son hechas en alineación con los objetivos corporativos de la compañía.

Existen estudios que pretenden dar un marco de referencia para la implementación de COBIT en pymes como el presentado por Madrid (2016) quien se enfoca en el sector de servicios ya que representa el mayor aporte en el producto interno bruto (PIB) de Colombia y concluye que la alta complejidad que presentan los marcos de referencia internacional como COBIT representan un reto para la adopción por parte de las pequeñas y medianas empresas, en ocasiones haciendo poco viable el desarrollo debido a sus costos; pero aun así se deben tener y

desarrollar buenas prácticas que permitan implementar al menos, de forma simplificada las ideas principales de COBIT y el Gobierno de TI.

Finalmente, se resalta el trabajo que realizan para Instituciones de Educación Superior, como la metodología para gestionar inversiones de TI involucrando COBIT de Muñoz, Lopez y Maiguel (2014) quienes hacen un llamado a todos las directivas y consejos académicos para que tengan una mayor participación en el área de TI con el fin de permitir una mejor toma de decisiones.

### **Gobierno TI**

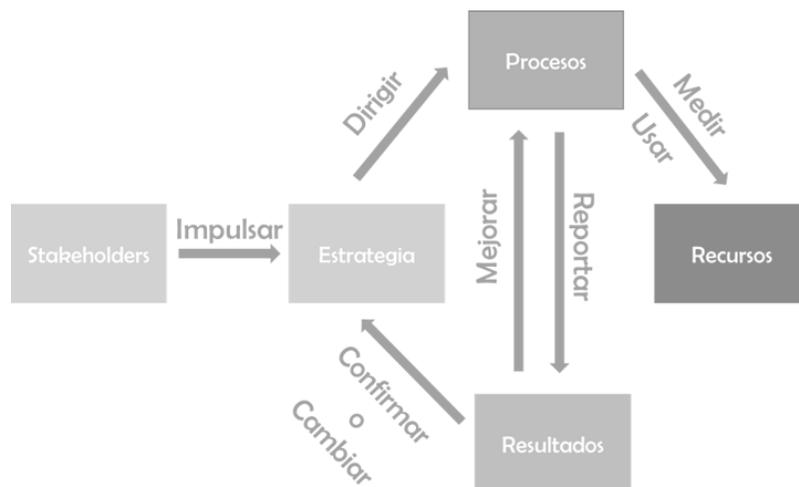
EL Gobierno TI es una parte fundamental del Gobierno Corporativo y es responsabilidad de directores y gerentes. Consiste en el liderazgo de estructuras y procesos organizacionales que aseguran que las TI de la compañía sustenten y extiendan las estrategias y objetivos corporativos (Instituto del Gobierno TI, 2003). Para asegurar el éxito del Gobierno TI se debe tener una comunicación efectiva entre todas las partes interesadas dentro de la compañía. Deben hablar el mismo lenguaje y perseguir las mismas metas colectivas.

El propósito del Gobierno TI es dirigir sus esfuerzos para asegurar que el desempeño TI cumpla con los siguientes objetivos: Alineación de las TI con los objetivos de la empresa, uso de TI que permita maximizar beneficios y explotar las oportunidades, uso responsable de los recursos TI y manejo apropiado de los riesgos relacionados con TI. La implementación de un Gobierno TI no efectivo puede ser la causa raíz en muchas ocasiones de pérdida de negocios, tiempos de entrega no cumplidos, costos más altos de lo esperado e iniciativas en inversiones TI que no llevan a los beneficios esperados (Instituto del Gobierno TI, 2003).

Existen cinco áreas de enfoque principales para el Gobierno TI. Dos de ellas son resultados: Entrega de valor y Gestión del riesgo. Tres de ellas son impulsores: Alineación

estratégica, Gestión de recursos y Medición del rendimiento.

El Gobierno TI es también un proceso en el que la estrategia TI impulsa los procesos de TI, que obtienen los recursos necesarios para ejecutar sus responsabilidades. Los procesos de TI informan sobre el resultado del proceso, el desempeño, los riesgos mitigados y aceptados, y los recursos consumidos. En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo que señala como se relacionan cada uno de los conceptos asociados al Gobierno TI.



*Figura 1.* Proceso de Gobierno TI.

*Fuente:* Instituto del Gobierno TI, 2003

**Caso de Estudio 1.** Nugroho (2014) establece un modelo de conceptual de Gobierno TI para la educación superior basado en el marco de referencia COBIT 5. El primer paso para diseñar el modelo es establecer los objetivos de la educación superior. En este caso, Nugroho estudió las universidades de Indonesia y sus metas en común, que según las leyes de la República de Indonesia son:

- Desarrollar estudiantes potenciales a convertirse en hombres de fe, independientes, con conocimiento, creativos, con habilidades y cultos para beneficio de la nación.
- Producir graduados con master en ramas de la ciencia y tecnología para lograr el interés

nacional de incrementar su competitividad.

- Generar ciencia y tecnología a través de la investigación que tenga en cuenta y aplique los valores humanos para beneficio del progreso de la nación, la civilización y la humanidad.
- Realizar servicio comunitario y trabajos de investigación que sean útiles y promuevan la vida nacional.

Una vez se tienen claros los objetivos corporativos que se desean alcanzar se puede construir el modelo, teniendo como base COBIT 5, el cual provee una guía para alcanzar beneficios de TI, optimizar recursos y reducir riesgos. El modelo propuesto ilustra cómo el Gobierno TI debe construirse alineado al Gobierno Corporativo, no seguir siendo responsabilidad sólo de la dependencia de TI de las universidades en éste caso. La implementación adecuada del Gobierno TI asegura que cada paso esté alineado con la misión y visión de las universidades en Indonesia. A continuación, se muestra una figura que sintetiza el modelo presentado por Nugroho (2014)

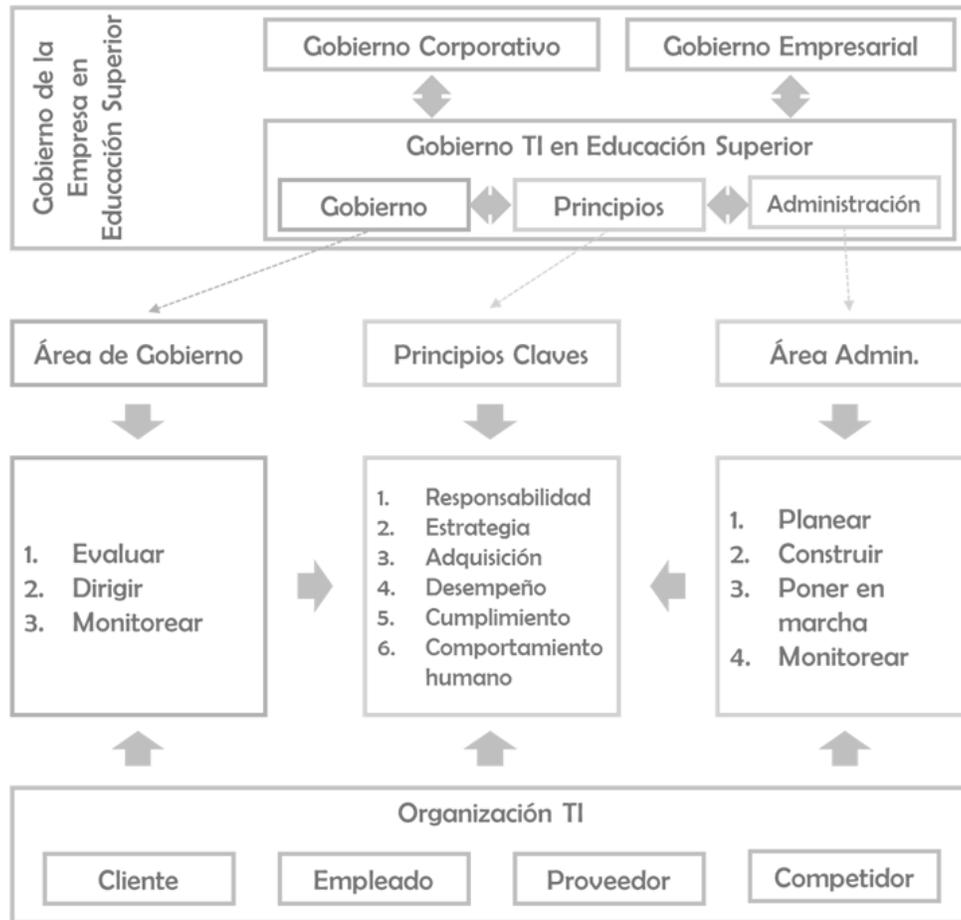


Figura 2. Modelo propuesto por Nugroho (2014) de Gobierno TI para educación superior.

Fuente: Nugroho, 2014

**Caso de Estudio 2.** Velásquez, Velásquez y Pérez (2015) en su publicación titulada Un enfoque de buenas prácticas de gobierno corporativo de TI, realizan una recopilación de las empresas y sectores productivos en los que se han implementado proyectos de Gobierno TI en las zonas de Norte de Santander y Sur del César. Velásquez (2010) diseña un marco conceptual de Gobierno TI, en el cual se estructuran las organizaciones en 4 niveles (Procesos de la empresa, Sistemas de Información Integrado, Sistemas de Apoyo y Nivel de Tecnología de la Información y Comunicación), se emplean los objetivos de COBIT 4.1 y se evalúan los niveles de madurez con el modelo CMMI.

Dicho marco conceptual es implementado en las empresas de la región desde 2012 por las cohortes de la Especialización en Auditoría de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander en Ocaña, Norte de Santander. Se sectorizan las empresas y se personaliza el modelo para cada una de ellas. De los proyectos desarrollados hasta 2014, el 64% ha sido para organizaciones del sector educativo, seguido por el sector salud (11%) y el de comunicaciones (11%). La validación del modelo ha permitido que se diseñen propuestas más eficientes en torno al Gobierno TI.

### **Modelos de Madurez Tecnológica**

En mayo de 2007, COBIT publica su cuarta edición, en la cual incluye modelos de madurez tecnológica. Estos, permiten medir el estado en que se encuentran los procesos relacionados con las TI de una empresa, establece también cual es el estado requerido, la brecha existente y la forma de llegar a la madurez ideal (ISACA, 2012). En 2012, se lanza la quinta y última edición de COBIT hasta el momento, en la cual se define un nuevo modelo: Modelo de Capacidad de los Procesos.

Es diferente en su diseño y uso al modelo de madurez tecnológica que se implementa con COBIT 4.1. Sin embargo, ambos manejan 6 niveles para describir el estado de los procesos y se hace con base en diferentes atributos. A continuación, se muestran las figuras 3 y 4 que resumen las diferencias respecto a los niveles y a los atributos correspondientes a cada modelo.

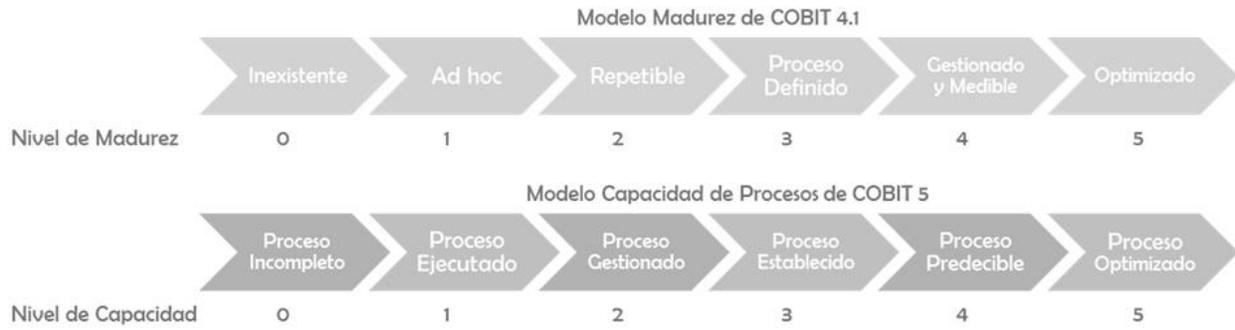


Figura 3. Comparación de los niveles del Modelo Madurez de COBIT 4.1 y Modelo de Capacidad de Procesos de COBIT 5.

Fuente: Isaca, 2012

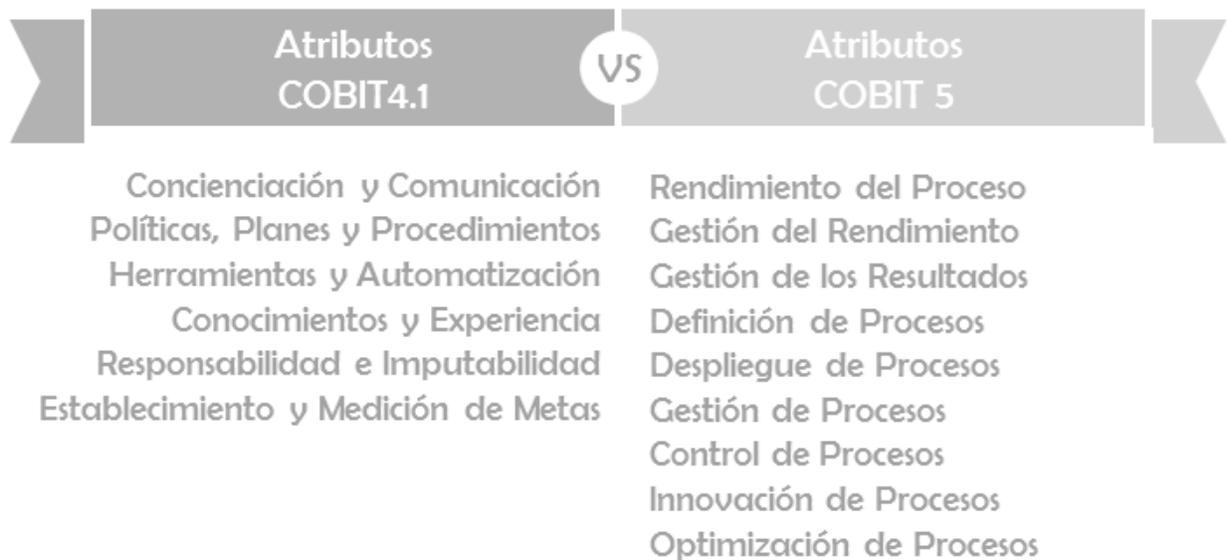


Figura 4. Comparación de los atributos del Modelo Madurez de COBIT 4.1 y Modelo de Capacidad de Procesos de COBIT 5.

Fuente: Isaca, 2012

En COBIT 4.1 el modelo generaba un perfil de madurez de la empresa, identificaba para cuáles atributos había debilidades que necesitaban mejorar y se enfocaba más en las mejoras que

en establecer un nivel (ISACA, 2012). En COBIT 5 se presenta una escala de medida para cada atributo de capacidad y se establece como aplicarlo, por lo que en cada proceso se puede realizar un análisis para cada atributo y no de forma genérica como en el modelo de madurez. En comparación, el modelo de Capacidad de Procesos permite una evaluación más sencilla, pero a su vez más formal y rigurosa. Los resultados son más confiables y replicables, lo que reduce discusiones y desacuerdos por parte de los directivos al momento de interpretar los resultados y de tomar decisiones.

Aunque el modelo de madurez presentado por COBIT 4.1 y el modelo de capacidades de procesos de COBIT 5 son los más conocidos, existen otros modelos para determinar el nivel de madurez de los procesos respecto a la implementación de TI. Todos ellos en esencia apuntan a los mismos objetivos. De acuerdo a varios investigadores hay una relación positiva entre los niveles de madurez/capacidad de una organización y el desempeño de la misma (Yuwono & Vijaya, 2011). En los últimos años, se han publicado trabajos que validan o no esta declaración.

Yuwono y Vijaya (2011) realizaron un estudio para determinar la relación entre los niveles de madurez de COBIT 4.1 y 2 indicadores de productividad - Ganancias por empleado y factor total de productividad - de una empresa de publicidad. Se empleó como método estadístico para validar la hipótesis, el Test de Correlación de Spearman. Al final de la investigación, se descubrió que existía una correlación positiva entre el nivel de madurez y las ganancias por empleado, pero no con el factor total de productividad.

Por su parte Nash (2009) relaciona los niveles de madurez - empleando el Modelo de Madurez de Alineación estratégica de Luftman - con la productividad (Estableció el factor de productividad total como indicador) y la rentabilidad (Estableció el nivel de ventas, valor de la empresa para las ventas y margen de beneficio neto como indicadores) en 9 compañías

farmacéuticas.

Él concluyó que las empresas con niveles de madurez más altos tenían una productividad y rentabilidad más altas; las compañías con poca comunicación entre las TI y las unidades de negocio tenían niveles de ventas más bajos y finalmente que entre más grande fuera la compañía era más difícil lograr una buena relación entre las TI y las unidades de negocio.

Tugas (2010) intentó determinar la relación entre el índice de madurez y la rentabilidad (Representada en Ganancias por Acción, Rendimiento sobre Activos y Retorno Sobre el Patrimonio) de 21 empresas de publicidad de la industria de comida, bebidas y tabaco en Filipinas. Pero, no hubo correlación significativa entre el índice de madurez de TI y las tres medidas de desempeño.

Estos 3 casos de estudio demuestran que el desempeño de las empresas es afectado por muchos otros factores fuera de tener un manejo adecuado de las TI o niveles de capacidad altos para los procesos. Se deben mirar las compañías como un todo, valorar la importancia de un buen uso de la tecnología para lograr sobresalir en el mercado. Pero como se ha expresado a lo largo del documento, la tecnología por sí sola no implica una generación automática de valor para las compañías.

### **Metodologías de Gartner**

Gartner es la empresa líder mundial en investigación y consultoría en Tecnología de la Información. Ofrece la visión tecnológica necesaria para que sus clientes tomen las decisiones correctas, trabajando con ellos para investigar, analizar e interpretar el negocio de TI dentro del contexto de sus roles individuales. Gartner tiene su sede en Stamford, Connecticut, EE.UU. y opera en más de 90 países (Gartner, 2017).

Gartner presenta 9 metodologías para un análisis tecnológico, entendiendo como

metodología un conjunto documentado, respetable y probado de métodos, prácticas y reglas utilizadas para recopilar y analizar información. La finalidad de Gartner es ayudar a sus clientes a reducir y gestionar los riesgos inherentes en una inversión tecnológica, y permitir que éstas contribuyan a alcanzar los objetivos de sus organizaciones (Gartner, 2017). A continuación, se realiza en breve resumen de cada una de las metodologías de Gartner:

- Cuadrante Mágico de Gartner: Proporciona un posicionamiento gráfico competitivo como se muestra en la figura 5, de cuatro tipos de proveedores de tecnología, en mercados donde el crecimiento es alto y la diferenciación de proveedores es distinta: Líderes, Visionarios, Jugadores de Nichos y Desafiante. Quienes usan esta metodología para determinar el tipo de proveedor de tecnología con el que están tratando deben tener presente que, el cuadrante de líderes no siempre será el mejor, todo depende de cómo el proveedor se alinea con los objetivos del negocio (Gartner, 2017).



Figura 5. Cuadrante Mágico de Gartner.

Fuente: Gartner, 2017

- Capacidades Críticas de Gartner: Es un análisis que compara productos o servicios con

un conjunto de diferenciadores críticos identificados por Gartner. Muestra qué productos o servicios son los que mejor se adaptan en diversos casos de uso para proporcionar asesoramiento práctico sobre qué productos o servicios debe agregar a sus listas de proveedores para una evaluación más detallada. Las capacidades Críticas función en conjunto con el Cuadrante Mágico, ya que las primeras se enfocan los productos y servicios ofrecidos y el segundo en analizar al proveedor (Gartner, 2017).

- Ciclo Bombo de Gartner: Proporciona una representación gráfica (Figura 6) de la madurez y adopción de tecnologías y aplicaciones, y cómo son potencialmente relevantes para resolver problemas empresariales reales y explotar nuevas oportunidades. Ofrece una visión de cómo una tecnología o aplicación evolucionará con el tiempo, proporcionando una fuente sólida de información para gestionar su implementación dentro del contexto de los objetivos de negocio específicos (Gartner, 2017).



Figura 6. Ciclo de Bombo de Gartner.

Fuente: Gartner, 2017

- Reloj de Mercado TI de Gartner: Utiliza una metáfora de reloj como se observa en la figura 7 para representar el tiempo relativo del mercado. El reloj se divide en cuartos,

cada uno representando una de las fases del mercado de la vida útil de un activo. Es un marco de decisión que proporciona una visión completa del ciclo de vida de los activos tecnológicos, ya sean capacidades, productos o servicios. Ayudan a priorizar las inversiones de TI y crear mapas de rutas de tecnología que soportan planes de negocio (Gartner, 2017).



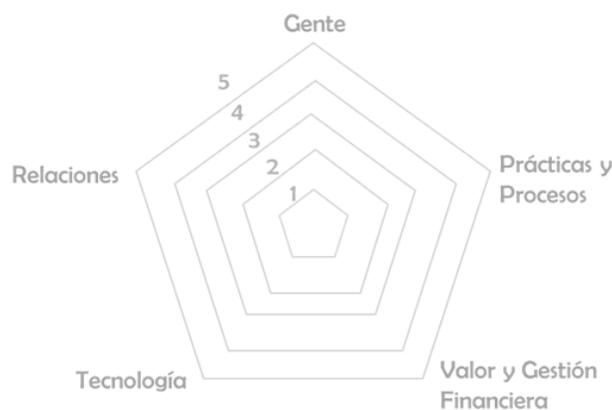
*Figura 7.* Reloj de Mercado TI de Gartner.

*Fuente:* Gartner, 2017

- Guía de Mercado de Gartner: Las guías definen un mercado y explica lo que los clientes pueden esperar de él a corto plazo. Entre las ventajas de utilizar ésta metodología de Gartner, cabe mencionar que ayudan a gestionar el riesgo de invertir en un mercado emergente con visión de su dirección y potencial y permite investigar los tipos de opciones de proveedores en el mercado y comprender cómo es probable que las ofertas evolucionen (Gartner, 2017).
- Clasificación del Proveedor de Gartner: Evalúa muchos aspectos diferentes de un proveedor de tecnología, tales como sus productos, soporte, precios, tecnología,

estrategia y finanzas. Estas calificaciones se revisan periódicamente para reflejar cambios en la evaluación. También revelan brechas de solución entre los proveedores y los mercados que podrían estar maduros para las oportunidades de inversión. Los proveedores de tecnología con un enfoque claro, productos sólidos y una posición de mercado ventajosa pueden ser clasificados como POSITIVOS o FUERTES. Los que enfrentan desafíos en estas áreas pueden ser calificados como PRECAUCIÓN o DÉBILES y aquellos que tienen potencial pero todavía tienen algunas áreas para desarrollarse aún más son clasificados como VARIABLE (Gartner, 2017).

- Puntuación TI de Gartner: Proporciona un conjunto de evaluaciones de madurez interactivas diseñadas para ayudar a los CIOs y líderes de TI a evaluar la madurez tanto de la organización de TI como proveedor y como consumidor de tecnología de la información. Mide las capacidades de la organización dentro del contexto de una cultura empresarial, comportamientos y capacidad de liderazgo, factores que afectan dramáticamente la efectividad de TI y su capacidad de aportar valor comercial real (Gartner, 2017) como se muestra en la figura 8.



*Figura 8.* Puntuación TI de Gartner.

*Fuente:* Gartner, 2017

- **Participación de Mercado de Gartner:** Los clientes de Gartner entienden cómo se asigna la participación entre 1.200 proveedores de tecnología en más de 30 mercados clave. El análisis detallado de cómo se distribuyen los ingresos de los proveedores revela qué tipos de soluciones están teniendo éxito, cuáles se están aplicando y dónde existen oportunidades para que los proveedores tomen una parte adicional (Gartner, 2017).
- **Pronóstico del Mercado de Gartner:** Ayuda a priorizar las inversiones e identificar oportunidades de crecimiento dentro del mercado de TI. Se basa en un modelo de mercado específico para la dinámica de un segmento de mercado en particular e identifica los factores de influencia clave sobre los cuales se hacen las suposiciones. El objetivo de esta metodología es ayudarle al cliente a comprender completamente los patrones de gasto futuros de un mercado y proporcionar información cuantificada para apoyar su toma de decisiones empresariales. Los pronósticos estándar incluyen dos años de datos históricos y cinco años de proyecciones futuras, ofreciendo trimestralmente una comprensión integral de la oferta y la demanda por el mercado, la geografía y la industria vertical (Gartner, 2017).

**Casos de Estudio.** La relevancia de las herramientas de Gartner se pueden observar en diferentes estudios que se han planteado de las mismas pero por más completas aún no se puede pretender que son la solución completa para todas las empresas como lo presentan Steiner y Leifer (2010) donde se analizó el modelo de ciclo Bombo (Hype) altamente relevante en la práctica debido a que influye en la estrategia tecnológica y la decisión de inversión de grandes empresas, pero se comprobó empíricamente que el modelo actual y los procesos usados por Gartner para elaborar el análisis deben ser rechazados por falta de una estructura matemática y defectos metodológicos.

Mientras Linden y Fenn (2003) presentaron un análisis para el entendimiento del ciclo Bombo (Hype) en el cual resaltan que este modelo proporciona una instantánea de la madurez relativa de las tecnologías dentro de un segmento determinado del mundo de TI y que se deja un mensaje claro el cual es que las empresas no pueden invertir en una tecnología solo por ser popular en el momento y tampoco ignorar tecnologías que no son tan populares.

### **Apropiación y Usabilidad Tecnológica**

La importancia de la apropiación tecnológica se ve resaltada en diferentes investigaciones, como lo plantean Ylipulli, Suopajarvi, Ojala, Kostakos y Kukka (2014) cuyo estudio está relacionado con la apropiación tecnológica en áreas urbanas, dentro del experimento se instaló WIFI y pantallas digitales para la utilización de diferentes servicios y se encontró una reducción del uso de las pantallas táctiles, identificando una brecha importante que se debe tener en cuenta en diferentes entidades al momento de realizar inversiones tecnológicas relacionadas con el tema.

La temática de apropiación tecnológica se evidenció en estudios de capacidad técnica donde se quiere conocer los límites que presentan las organizaciones desde el interior como lo muestra Contractor y Woodley (2014) donde resaltan la importancia que tiene la capacidad técnica para la apropiación de tecnología y el mayor rendimiento de las alianzas tecnológicas se debe a raíz de este aspecto, beneficiando a las organizaciones.

Delia (2009) nombra un aspecto relevante en el Gobierno TI y es la apropiación tecnológica comprendida por tres factores: el acceso o facilidad que tiene el usuario para utilizar la tecnología, el uso que se relaciona más con la frecuencia y sentido de la tecnología y por último, la apropiación que refleja el conocimiento de la tecnología que tienen las personas y organizaciones.

Factores completamente diferentes a los planteados por Alberts (2013) quien presenta diferentes maneras de revisar el uso de la tecnología:

- 1) Modelos de apropiación: En el uso de una tecnología, su significado es transformado por el usuario. Alguien que no esté familiarizado con los teléfonos inteligentes puede que no vea su diferencia con un "viejo" teléfono celular. Sin embargo, para un usuario experimentado de smartphone, el teléfono inteligente presenta un mundo de posibilidades.
- 2) Teoría de la aceptación del usuario: La pregunta central es predecir la probabilidad de que un cierto tipo de usuario acepte cierto tipo de tecnología. Esto se consigue centrándose en las opiniones del usuario respecto a la tecnología. Una persona joven que ve el acceso a Internet móvil como útil y fácil de usar es más probable que acepte la tecnología del teléfono inteligente que una persona mayor que no ve el valor añadido y se centra en la dificultad de usar dicho teléfono.
- 3) Modelo estructural: La tecnología es a la vez el producto y el medio de la acción humana. En la apropiación, los usuarios atribuyen un significado específico a la tecnología.

Torres, Arboleda y Lucumí (2014) resaltan el hecho de que la tecnología pasó de ser un instrumento operativo para ser clave en alcanzar los objetivos corporativos de todas las organizaciones. Pero, se debe entender que la tecnología no hace un aporte por sí sola, ya que necesita de la integración o inclusión dentro del gobierno corporativo por parte de la organización.

Tener presente lo anterior, permite una mejor planeación y organización, así como la adquisición e implementación de nueva tecnología de una forma adecuada. La planeación debe empezar por realizar diagnósticos internos previos que permitan conocer las limitaciones y los

problemas de la empresa en términos de tecnología, para así tener un conocimiento completo de la organización y definir prioridades, oportunidades de mejora e indicadores de medición para un control y monitoreo interno de la compañía.

No sólo se plantea como tema de discusión el uso de nuevas tecnologías como hace énfasis Martín (2013). Su estudio se enfoca en el uso y no uso de la tecnología y se desprenden de él, conclusiones importantes como, por ejemplo, no todo el uso de la tecnología termina siendo significativo. Por lo tanto, se debe prestar vital importancia a dar un enfoque adecuado a la tecnología, para que ésta se convierta en un factor que probablemente genere mayor valor dentro de la organización.

Existen también estudios realizados con base en la apropiación de la tecnología en ambientes de educación superior. Escobar, Glasserman y Ramírez (2015) estudiaron el uso de los tableros digitales utilizados frecuentemente en las universidades. Ellos resaltan la poca habilidad que presentan los profesores para el manejo y rápida apropiación de los tableros, aunque manejan otros dispositivos tecnológicos no quiere decir que presentan habilidades para toda la tecnología que se implante.

Este conjunto de investigaciones presentadas permite tener un mayor conocimiento del recurso humano frente a la apropiación y uso de nuevas tecnologías que las instituciones piensan usar con el fin de aumentar el valor que genera la misma en sus objetivos corporativos.

### **Integración Administrativa y TI**

Cada empresa quiere que la tecnología que usa sea un factor importante para la transformación de su negocio, pero no conoce cómo obtener estos resultados. A veces buscando respuestas en lo que otras organizaciones implementan y/o compran para determinar qué hacer. Se debe resaltar que las compañías invierten habitualmente en tecnología y por lo general sienten

que los resultados obtenidos son “muy normales”, ignorando que la promesa de la tecnología no es simplemente automatizar los procesos, sino abrir rutas a nuevas formas de hacer negocio (Fitzgerald, Kruschwitz, Bonnet & Welch, 2014). Esto muestra que aun en tiempos modernos, no se reconoce la importancia de la tecnología para la administración como una herramienta que permite la evolución de los negocios.

Hay investigaciones que indican la relevancia de la tecnología en la administración y sobre todo en las Instituciones de Educación Superior, organizaciones que son objeto de estudio en este proyecto. Jaleel (2014) revela que el aumento del uso de las TIC en áreas funcionales de la organización y especialmente para la administración general permitirá mejorar la administración global de la información en las Instituciones de Educación Superior en el ámbito del entorno competitivo global. Por consiguiente, la planeación a la hora de realizar inversiones en tecnología puede ser determinante en la generación de valor por parte de las mismas.

Numerosos estudios han documentado los efectos positivos de la capacidad TI en el rendimiento de la organización como lo presentan Chan, Wang, Nevo, Jin, Wang y Chow (2014). Se encontró que la influencia de la capacidad de TI en el rendimiento de la empresa está totalmente mediada por la agilidad de los procesos del negocio. Pero, no sólo ha establecido la fundamentación teórica de la influencia importante, pero indirecta, de la capacidad de TI en el rendimiento organizacional, sino que también ha proporcionado evidencia empírica de apoyo, lo que avanza nuestra comprensión de la capacidad de TI y sus implicaciones para el rendimiento. Sirviendo de base para resaltar la importancia que tiene la integración de la administración con la tecnología en los negocios.

### **Modelos de Inversión Tecnológica**

En los últimos años, se han desarrollado varios modelos de inversión tecnológica, cada

uno de ellos se basan en diferentes aspectos. Pero funcionan bajo la premisa de que es necesario implementar la tecnología correcta en el tiempo correcto (CCPACE, 2014). Es importante reconocer que no todos los objetivos corporativos se alcanzan sólo a través de la tecnología. Una combinación de rediseño de procesos, junto con nueva tecnología son necesarios. Además, se debe partir de las metas del negocio y trabajar hacia objetivos TI, para obtener proyectos tecnológicos que beneficien a la compañía.

Independientemente del modelo que se emplee para analizar una inversión tecnológica se debe reconocer el valor de poseer la mayor cantidad de información posible y que ésta sea de calidad. La información recolectada impactará en la confiabilidad de los resultados obtenidos y no siempre se conseguirá fácilmente. Dentro de los aspectos más importantes a conocer están, el resultado de proyectos anteriores y similares al que se va a ejecutar, indicadores empleados para evaluar proyectos tecnológicos, costos, estado de la organización y suposiciones que serían útiles para futuros proyectos, una vez se pruebe si son verdaderas o no (CCPACE, 2014).

Los modelos de inversión pueden ser agrupados de forma general en tres niveles o tipos: Descriptivos, analíticos y dinámicos (Cresswell, 2004). Los primeros, describen los elementos de un proceso y su relación entre ellos, emplean mapas de flujo para organizar la información. El nivel de detalle depende de las preguntas que guían el esfuerzo global. Un modelo descriptivo influye en la elección de lo que se va a medir y si se necesitará un modelado más formal.

Los modelos analíticos representan el desempeño de los procesos del negocio o un proyecto de alguna forma cuantitativa o matemática. Entre sus ventajas más relevantes se pueden mencionar que son sistemáticos y precisos; se pueden simular varios escenarios para analizar diferentes alternativas; se pueden evidenciar factores de la cultura corporativa y si se realiza de forma colaborativa, permite que varias partes interesadas conozcan el tema y se llegue a mejores

decisiones (Cresswell, 2004). Pero al ser un modelo más complejo, requiere información más detallada y extensa, gran nivel de experticia y tiempo para desarrollarlo, además del aumento en los costos.

Los modelos dinámicos pueden proporcionar una representación conceptual y matemática de los procesos. Estos modelos se construyen en conjunto con analistas y con el staff involucrado en el proceso o proyecto. Involucran más variables y su nivel de detalle es aún mayor respecto a los dos niveles descritos anteriormente. Otros autores, también señalan que los modelos para la toma de decisiones tecnológicas se pueden dividir en 2 categorías.

Existen los modelos de decisión teórica que estudian las inversiones de una empresa aisladamente y los modelos de juego teórico en los que la estrategia de inversión se deriva de las acciones de inversión tecnológica de la empresa rival (Huisman, 2013). Una vez revisados los niveles y categorías de modelos existentes, se describen algunos ejemplos particulares que se consideran relevantes para el desarrollo de este trabajo de investigación.

**Priorización de Proyectos para Maximizar el Retorno de la Inversión.** CC PACE es una firma consultora, que por más de 30 años ha trabajado en maximizar el valor de las inversiones tecnológicas de diferentes compañías. Ha desarrollado un modelo de análisis del Retorno de la Inversión (ROI) en proyectos tecnológicos, que permite a directivos tomar decisiones basados en la información que se obtiene al desarrollar los pasos que se describen a continuación.

1. Usar lecciones aprendidas de proyectos anteriores: Es común que se desarrollen estudios previos que justifiquen la compra de nueva tecnología y la realización de diferentes proyectos, pero se hacen pocos análisis después de la implementación del proyecto, para determinar cómo ha sido su desempeño y qué tan acertados fueron los pronósticos de costo/beneficio. Ésta falta de análisis impide que las organizaciones ganen información

vital para la planeación y evaluación de futuros proyectos.

2. Establecer las prioridades corporativas del negocio: Las condiciones del mercado y los competidores, pueden hacer que las estrategias corporativas cambien para adaptarse a las novedades. Documentarlas y tener claras las prioridades de cada una de ellas, hace que sea más fácil su alineación con los objetivos TI.
3. Identificar las brechas en el logro de los objetivos: Analizar cada uno de los procesos del negocio relevantes para alcanzar los objetivos corporativos e identificar las causas que están evitando que se alcancen dichos objetivos.
4. Identificar nuevas iniciativas: Usualmente, la forma más eficaz de lograr un objetivo es mejorar procesos existentes. Además, muchas iniciativas totalmente nuevas han ganado una mala reputación, pues la justificación para invertir en ellas es el conocido síndrome de “Lo más nuevo”. Para evitarlo, es necesario evaluar de una manera realista los costos, beneficios y riesgos del proyecto. También se pueden revisar nuevos modelos y proyectos que se hayan llevado a cabo en otras industrias y crear una lluvia de ideas que responda a la pregunta ¿Cómo puede la tecnología ser usada para resolver este problema del negocio?
5. Evaluar alternativas: El primer paso para la priorización de proyectos es estimar sus costos de implementación - costos directos, indirectos y los que se derivan del tiempo y costo de entrenamiento - y posteriormente, los riesgos de implementación (es decir, factores que pueden impedir el éxito del proyecto), el éxito de proyectos similares y la duración de la implementación, así como el alcance del cambio organizacional. También es importante, analizar los factores de cambio organizacional, ya que la resistencia al cambio a veces impide el éxito de un proyecto. Finalmente, dentro de éste paso surge la

pregunta ¿Cómo se eligen los proyectos una vez se ha completado el análisis? Eso depende de los recursos, la trayectoria y los objetivos de la empresa y de las condiciones económicas del mercado.

6. Identificar iniciativas comprehensivas: En esta actividad, se analizan los proyectos sugeridos y se intenta identificar cuestiones generales que pueden ser la raíz de debilidades organizativas, técnicas o arquitectónicas diferentes.

**Modelo de decisión de inversión con beneficios y costos de media-revertida.** En éste modelo diseñado por Kauffman et al. (2015) se asume que la oportunidad para invertir existe sobre el tiempo  $[0, T]$ , como se muestra en la figura 9, cuando los flujos de costo y beneficios de la inversión en el sistema de tecnología pueden ocurrir. Después de ese tiempo no se podrán maximizar los beneficios de una inversión. El costo actual de la inversión es conocido, pero futuro cambios son inciertos. Bajo las premisas anteriores, se hace el modelamiento matemático, que define todas las variables relacionadas y se llega a una conclusión, que determina el tiempo ideal para realizar la inversión.



*Figura 9.* Línea de tiempo de inversión del modelo presentado por Kauffman et al. (2015).

*Fuente:* Kauffman et al., 2015

Los autores de éste modelo lo aplicaron en dos casos de estudio. Uno para el proyecto de una base de datos de una aerolínea y otro, que desarrolla sistemas de pagos móviles. Después del análisis numérico llevado a cabo dentro del modelo se llegó a observaciones importantes, como,

por ejemplo, cuando se espera que los beneficios fluyan durante un horizonte de tiempo más largo, la empresa tendrá más flexibilidad en el momento de su decidir su inversión para lograr un mayor rendimiento total.

Cabe resaltar que se hicieron varias suposiciones dentro del estudio, algunas variables o no se tuvieron en cuenta o se dejaron como valores constantes. Por lo tanto, se debe tener claro que para lograr adaptar el modelo y obtener resultados más confiables, es necesario conocer aspectos únicos de las compañías que se puedan relacionar con factores propios de las inversiones tecnológicas.

### **Modelos Para la Toma de Decisiones**

Los gerentes son agentes de cambio, no solo encargados de tomar decisiones, por lo tanto, los pasos antes y después de una decisión son tan importantes como la elección de la acción a realizar. Los pasos preparatorios incluyen crear una tensión para el cambio, comprender las posiciones de las partes interesadas y desarrollar una estrategia que soporte la decisión que se tomó. Por su parte, los pasos consecuentes a la toma de la decisión incluyen identificar y definir los métodos de monitorio de la acción que se eligió. Para entender mejor los pasos de implementación de un proceso se tienen 3 modelos para la toma de decisiones dentro de una organización: Modelo racional, limitado y la intuición (Robbins & Judge, 2013).

**Modelo Racional.** Usualmente se cree que el modelo racional es el mejor para tomar decisiones, el más coherente ya que maximiza los valores teniendo en cuenta restricciones específicas. El modelo racional se apoya en ciertas suposiciones, las cuales incluyen que la persona encargada de tomar la decisión tiene la información completa, es capaz de identificar todas las opciones relevantes de una manera objetiva y elegir la más adecuada. El modelo racional se fundamenta en 6 pasos: Definir el problema, identificar el criterio de decisión,

ponderar los criterios, desarrollar alternativas, evaluar las alternativas y seleccionar la mejor alternativa (Robbins & Judge, 2013).

**Modelo Limitado.** La mayoría de las personas responden a un problema complejo reduciéndolo a un nivel que puedan comprender más fácilmente. Además, muchos problemas no tienen una solución óptima porque son muy complejos para cumplir los criterios de un modelo racional de toma de decisiones. El modelo limitado desea tomar una decisión que sea “lo suficientemente buena”, lo cual no siempre es negativo, un proceso simple suele ser más sensible que el modelo racional de toma de decisiones, ya que usar ese modelo, implica la recolección de gran cantidad de información sobre cada una de las opciones a estudiar, sistematizar la ponderación de cada criterio y calcular los valores finales para cada factor; todo ese proceso implica un gasto de tiempo, energía y dinero (Robbins & Judge, 2013).

**Intuición.** Probablemente la forma menos racional de tomar una decisión es la intuición, un proceso inconsciente creado de la experiencia. Ocurre fuera del pensamiento consciente, recae en las asociaciones holísticas y la conexión entre piezas de información separadas; es rápido y cargado afectivamente, es decir se relaciona con las emociones (Robbins & Judge, 2013). Aunque la intuición no es racional, no está necesariamente mal, no siempre se contradicen y pueden ser complemento del otro. Giglio, Michalcova y Yates (2007) determinaron que la intuición es una forma de razonamiento altamente compleja y desarrollada que está basada en años de experiencia y aprendizaje.

### **Software para la toma de decisiones**

Los softwares para toma de decisiones comprenden aplicaciones que son usadas para ayudar a individuos y organizaciones a tomar decisiones, generalmente jerarquizando, priorizando o eligiendo de un número variable de opciones (Dyer, 1973). Estos softwares pueden

apoyar a quienes toman las decisiones en diferentes etapas del proceso, incluyendo la identificación del problema, de las diferentes alternativas y los criterios de evaluación (Weistroffer, Smith & Narula, 2005). Es importante recordar que para el correcto uso de los softwares es necesario conocer el método que se emplea para comprender los dato y análisis adecuados (Greco, Figueira & Ehrgott, 2005).

Algunos de los métodos más comunes son: AIRM (Aggregated Indices Randomization Method), AHP (Analytic Hierarchy Process), ANP (Analytic Network Process), ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality), MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), MAGIQ (Multi-attribute Global Inference of Quality), PAPRIKA (Potentially All Pairwise RanKings of all Possible Alternatives) y PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation).

A continuación, se muestra la tabla 1 con algunos de los softwares más comunes para la toma de decisiones.

Tabla 1  
*Software para toma de decisiones*

| SOFTWARE         | DESCRIPCIÓN  | Bibliografía   |
|------------------|--|--|
| <b>1000minds</b> | Es una aplicación Web para la toma de decisiones y el análisis conjunto. Ayuda a organizaciones e individuos a tomar decisiones basadas en considerar múltiples objetivos o criterios. 1000minds realiza encuestas a personas sobre sus preferencias respecto a la importancia relativa de los atributos que caracterizan a los objetos de interés. Busca maximizar la relación precio-calidad en la toma de decisiones. Emplea el método PAPRIKA para determinar la importancia de los criterios o atributos y clasificar las alternativas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weistroffer, H. R., Smith, C. H., &amp; Narula, S. C. (2005). Multiple criteria decision support software. In <i>Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys</i> (pp. 989-1009). Springer New York.</li> <li>• Mustajoki, J., &amp; Marttunen, M. (2017). Comparison of multi-criteria decision analytical software for supporting environmental planning processes. <i>Environmental Modelling &amp; Software</i>, 93, 78-91.</li> </ul> |
| <b>Ahoona</b>    | Es una red social que permite a las personas tomar mejores decisiones en sus vidas diarias. Una vez el usuario está registrado, postea una decisión que está enfrentando, en lugar de recibir recomendaciones  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbas, A. E., &amp; Howard, R. A. (2015). <i>Foundations of decision analysis</i>. Pearson Higher Ed.</li> </ul>  |

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
|                  | <p>arbitrarias, quienes responden tienen 6 categorías a las que deben responder, éstas son: La imagen general, las alternativas, las preferencias, las incertidumbres, la información y los pros y contras. Una vez se reciben las entradas, una herramienta de árbol de decisiones analiza estas entradas y construye un árbol de decisión paso a paso para hacer la recomendación final</p>   |   |
| <b>Analytica</b> | <p>Es un paquete de software visual que permite crear, analizar y comunicar modelos de decisión cuantitativos. Combina diagramas de influencia jerárquica para la visualización de los modelos, matrices inteligentes para trabajar con datos multidimensionales, simulación de Monte Carlo para analizar riesgos y optimizar e incluye programación lineal y no lineal.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morgan, M. G., &amp; Henrion, M. (1998). Analytica: a software tool for uncertainty analysis and model communication. Chapter 10 of <i>Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis</i>.</li> </ul>                     |
| <b>D-Sight</b>   | <p>La metodología usada en estas plataformas es un análisis de decisión de múltiples criterios (MCDA). En lugar de mirar un solo determinante para la toma de decisiones. Los métodos MCDA consideran múltiples factores, integran tanto información cualitativa como cuantitativa lo que permite tener la mayor cantidad de información al momento de tomar una decisión</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weistroffer, H. R., Smith, C. H., &amp; Narula, S. C. (2005). Multiple criteria decision support software. In <i>Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys</i> (pp. 989-1009). Springer New York.</li> </ul>                                     |
| <b>M-MACBETH</b> | <p>MACBETH permite la evaluación de opciones frente a múltiples criterios. La clave diferenciadora entre MACBETH y otros métodos de MCDA es que solo necesita juicios cualitativos sobre la diferencia y lo atractivo entre dos elementos al tiempo, para poder generar calificaciones numéricas para las opciones en cada uno de los criterios o ponderaciones de los mismos. Las 7 categorías semánticas de MACBETH son: No, Muy débil. Débil, Moderado, muy fuerte, diferencia extrema y atractivo extremo</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bana e Costa, C., Corte, J. M., &amp; Vansnick, J. C. (2005). On the mathematical foundation of MACBETH. <i>Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys</i>, 409-437.</li> </ul>   |
| <b>PriEsT</b>    | <p>Es un acrónimo para Priority Estimation Tool, el cual es un software libre para la toma de decisiones que implementa el método AHP (Analytic Hierarchy Process). PriEsT puede apoyar a quien toma la decisión a priorizar las opciones disponibles en un escenario dado. Los dos tipos de problemas abordados por PriEsT son problemas de clasificación y presupuestos. En los problemas de clasificación, quien toma las decisiones está interesado en el orden de preferencia de las opciones disponibles. Sin embargo, en el presupuesto, también se requieren los pesos o ponderación de preferencia</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siraj, S., Leonelli, R. C., Keane, J. A., &amp; Mikhailov, L. (2013, October). Priest: A tool to estimate priorities from inconsistent judgments. In <i>Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on</i> (pp. 44-49). IEEE.</li> </ul> |

Fuente: Autores

## **Innovación y Tecnología en Colombia**

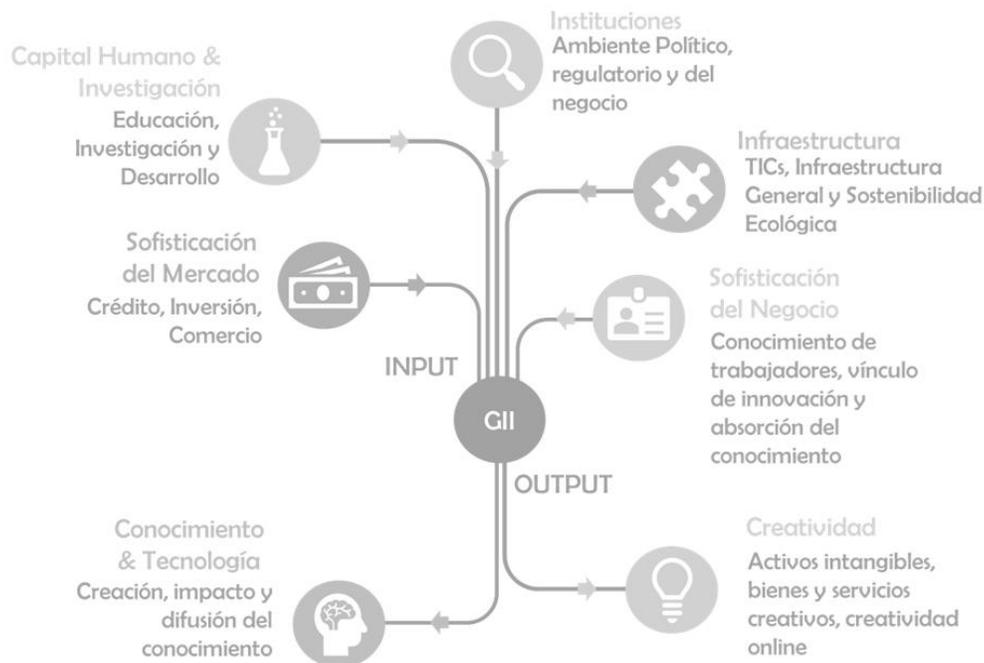
El futuro de las naciones está en la innovación, por encima de la producción de algún servicio, producto o la explotación de la materia prima más valiosa. La innovación es el vehículo para la creación y desarrollo de las economías (EL TIEMPO, 2015). Colombia, invierte un porcentaje muy bajo de su PIB en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI), razón por la cual el gobierno nacional planea que se aporte el 1% del PIB para ACTI en 2018 (Revista Dinero, 2015).

Otra meta que tiene el gobierno es lograr posicionar a Colombia entre los primeros tres países más innovadores de América Latina para 2025 (Revista Semana, 2016). Para esto, se espera establecer mecanismos y estrategias que incentiven la innovación e inversión extranjera para Investigación y Desarrollo (I+D), instalación de empresas de base tecnológica (Portafolio, 2011) y el aumento de la inversión de empresas privadas. No sólo la inversión en ACTI es baja, la mayor parte proviene del sector público; contrario a lo que sucede en países desarrollados (Revista Dinero, 2015).

Para lograr los objetivos propuestos por el gobierno es necesario primero revisar como se encuentra el país en términos de innovación en los últimos años. Existen algunos indicadores que permiten establecer y comparar el estado del país con años anteriores o con otros países. Se pueden señalar el índice de Innovación Global y sus subíndices desarrollados por Soumitra Dutta y su grupo de trabajo y los indicadores que presenta el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

**Índice de Innovación Global.** El índice de Innovación Global (GII, por sus siglas en inglés) busca capturar las diferentes facetas de la innovación y da herramientas que pueden ayudar a

crear políticas que promuevan el crecimiento, la productividad y desarrollo de una nación (Universidad de Cornell, INSEAD & WIPO, 2016). El GII se ha establecido como una referencia líder en innovación, el índice incluye indicadores que van más allá de las medidas tradicionales de innovación como gastos en investigación y cantidad de artículos científicos publicados (Universidad de Cornell, INSEAD & WIPO, 2016). Para determinar el valor del GII se tienen en cuenta los subíndices que se muestran en la figura 10.



*Figura 10.* Entradas y salidas de innovación que componen el valor promedio del GII.

*Fuente:* Universidad de Cornell, INSEAD & WIPO, 2016

A continuación, se muestran los valores del GII, de los subíndices de entradas y salidas de innovación y de los pilares en 2016 para Colombia y se comparan con los valores del año 2015, con Suiza 2016 (País #1 en el Ranking mundial del GII) y Chile 2016 (País #1 en el Ranking de Latinoamérica).

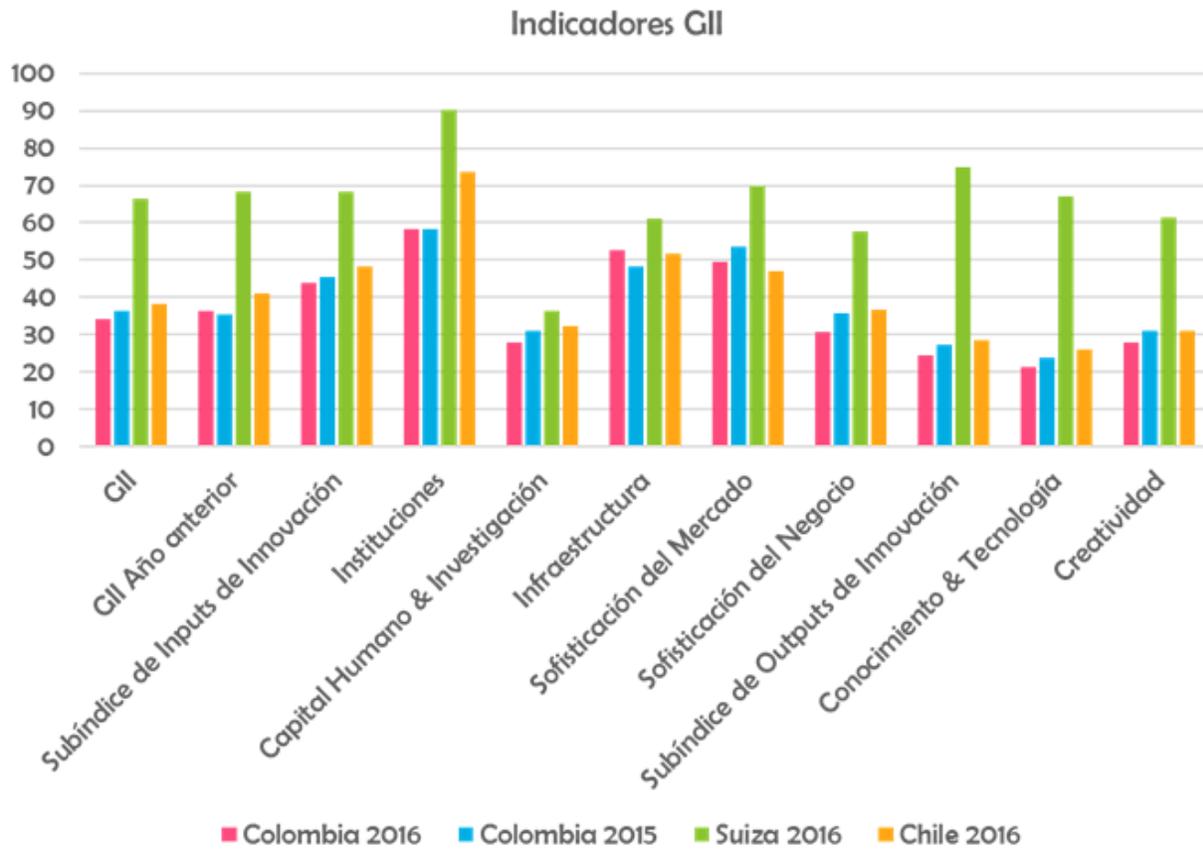


Figura 11. Comparación de los indicadores GII entre Colombia, Suiza y Chile.

Fuente: Universidad de Cornell, INSEAD & WIPO, 2016

Para 2016 Colombia se encuentra en el puesto 63 con respecto a 128 países que entraron en la medición. En relación con Latinoamérica y el Caribe se encuentra en el puesto 5 respecto a 19 países que conforman este grupo. En la figura 7 se observa que el valor del índice disminuyó respecto al año anterior, pero Colombia subió 4 puestos en el ranking. Presentando mejores valores en Infraestructura, pero menores en los demás subíndices y pilares.

**Indicadores del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).** Desde el año 2000 el OCyT publica indicadores de ciencia y tecnología del país. Esta información es clave para que investigadores y el gobierno nacional puedan analizar y monitorear las tendencias y

dinámicas de la Ciencia, Tecnología e Innovación del país. La tabla 2 muestra el porcentaje del PIB colombiano (809.604 miles de millones de pesos) de 2015 que estuvo destinado a la inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI).

Tabla 2

*Indicadores relacionados con ACTI presentados por el OCyT en 2015*

| <b>Indicadores</b>   | <b>Año 2015</b> |
|--|-----------------|
| Inversión en ACTI como % PIB                                   | 0.63%           |
| Inversión en I+D como % PIB                                    | 0.24%           |
| Inversión Nacional en ACTI por tipo de entidad ejecutora (IES) | 19.66%          |
| Inversión Nacional en I+D por tipo de entidad ejecutora (IES)  | 32.38%          |
| <b>Distribución de la inversión en ACTI</b>                    |                 |
| I+D  | 38.17%          |
| Actividades de Innovación                                      | 30.58%          |
| Servicios Científicos y Tecnológicos                           | 21.06%          |
| Administración y Otras Actividades de Apoyo                    | 3.10%           |
| <b>Inversión en ACTI de las IES</b>                            |                 |
| I+D  |                 |
| Apoyo a la Formación y Capacitación Científica y Tecnológica   | 9.60%           |
| Servicios Científicos y Tecnológicos                           | 18.05%          |
| Administración y Otras Actividades de Apoyo                    | 3.24%           |
| Actividades de Innovación                                      | 1.65%           |
| Inversión Nacional en ACTI por entidad territorial (Santander) | 9.27%           |
| Inversión Nacional en I+D por entidad territorial (Santander)  | 7.17%           |

*Fuente: OCyT, 2015*

La publicación incluye un capítulo encargado de mostrar los indicadores del país en términos de TICs. La tabla 3, muestra el porcentaje de empresas colombianas que usan TICs en 2013. Se tuvo un total de 20.781 empresas (8.659 industriales, 6.763 comerciales y 5.359 de servicios).

Tabla 3

*Porcentaje en que las empresas colombianas usan TIC en 2013*

|                             |   |        |
|-----------------------------|---|--------|
| Información General TIC     | Uso de Computador                               | 99.30% |
|                             | Uso de Internet                                 | 99.40% |
|                             | Conexión a Internet en sus Instalaciones        | 99.10% |
|                             | Con Sitio Web                                   | 67.40% |
| Uso de Internet             | Correo Electrónico                              | 99.20% |
|                             | Búsqueda de Información                         | 96.70% |
|                             | Banca Electrónica y Otros Servicios Financieros | 94.80% |
|                             | Transacciones con organismos gubernamentales    | 77.00% |
|                             | Servicio al Cliente                             | 81.10% |
|                             | Distribuir Productos en Línea                   | 20.30% |
|                             | Recibir Pedidos por Internet                    | 62.60% |
|                             | Hacer Pedidos por Internet                      | 66.70% |
|                             | Capacitación de Personal                        | 51.50% |
|                             | Contratación Interna y Externa                  | 38.90% |
|                             | Uso de Aplicaciones                             | 70.90% |
|                             | Telefonía IP                                    | 52.40% |
| Tipo de Conexión a Internet | Módem Análogo                                   | 1.10%  |
|                             | RDSI  | 0.20%  |
|                             | Banda Angosta Móvil                             | 0.30%  |
|                             | ADSL  | 13.70% |
|                             | Canal Dedicado-Cable/Fibra Óptica               | 46.20% |
|                             | Satélite  | 0.90%  |
|                             | Inalámbrico                                     | 24.10% |
|                             | Banda Ancha Móvil                               | 11.00% |
|                             | Móvil   | 1.50%  |

Fuente: OCyT, 2015

### Capítulo 3

#### Metodología

La investigación que se realizó es de carácter mixto, Creswell y Plano-Clark (2007) definen cuatro tipos de metodologías mixtas, de las cuales se empleó el diseño de triangulación. El propósito de este diseño fue combinar las fortalezas de las metodologías cualitativa y cuantitativa para obtener datos complementarios que permitan alcanzar los objetivos propuestos y dar respuesta a las preguntas de investigación. A continuación, se describen cada una de las etapas realizadas en la metodología.

1. Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, que hace referencia a la caracterización de los factores internos de las IES que influyen en la evaluación de proyectos de inversión tecnológica, se realizó una revisión bibliográfica enfocada principalmente en los lineamientos de COBIT 5, la cual fue reforzada con información de otros autores que explican la relevancia de cada uno de los factores seleccionados.
2. Cada uno de los factores seleccionados fueron la fuente para el desarrollo de una encuesta que permitió comparar la información que se encuentra en la literatura con la realidad que viven las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana en cuanto a la importancia que le dan a esos factores y sus variables al momento de tomar decisiones de inversión en tecnología. A continuación, se observan la ficha técnica de la encuesta realizada y las variables de estudio.

Tabla 4

*Ficha técnica de la encuesta realizada*

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Población<br>Objetivo    | Directores de tecnología y decanos o coordinadores de programas de las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana. |
| Universo<br>Representado | 49 decanos y/o directores de facultades de las 14 IES registradas por el MEN.                                      |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | 14 directores de Tecnología de cada una de las IES. |
| Técnica             | Encuesta empleando un formulario de Google.         |
| Tamaño de Muestra   | 63 encuestados                                      |
| Momento estadístico | Agosto 2017   |
| Margen de Error     | 7.6%  |

Fuente: Autores

Tabla 5  
Variables de la Encuesta

| Factor             | Variables  |
|--------------------|--|
| Recursos           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suficiente personal TI</li> <li>• Necesidad de Suministros</li> <li>• Necesidad de Infraestructura</li> </ul>   |
| Partes Interesadas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidad Estudiantil</li> <li>• Administrativos</li> <li>• Académicos</li> <li>• Grupos de Investigación</li> <li>• Proveedores</li> </ul>   |
| Procesos Internos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> <li>• Reducción de Tiempo</li> <li>• Generación de Nuevo Conocimiento</li> <li>• Automatización</li> <li>• Innovación</li> <li>• Optimización de Recursos Existentes</li> </ul>  |
| Apropiación TIC    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades TIC</li> <li>• Periodo de Entrenamiento</li> <li>• Similitud con Tecnología en Uso</li> <li>• Sensibilización e Intención de Uso</li> <li>• Usabilidad</li> </ul>   |
| Riesgos            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al Cambio</li> <li>• Periodo de Apropiación</li> <li>• Periodo de Adecuación</li> <li>• Flexibilidad (Ciclo de Vida)</li> <li>• Autonomía sobre la Adquisición</li> <li>• Seguridad de la Información</li> <li>• Riesgo Financiero</li> </ul> |

|              |   |
|--------------|---|
| Normatividad | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso Regulatorio</li> <li>• Mejora a Niveles de Servicio</li> <li>• Facilita el Cumplimiento Normativo institucional o Gubernamental</li> </ul> |
|--------------|---|

*Fuente:* Autores

3. Al obtener los resultados de la encuesta, se realizó un análisis descriptivo a las variables que permitió la caracterización de cada uno de los factores con base en el impacto que tienen para la población estudio.
4. Junto con el análisis de la encuesta y una nueva revisión de la literatura se propusieron los indicadores que miden el nivel de cumplimiento de los factores caracterizados, lo que permite el desarrollo del segundo objetivo específico de la investigación.
5. Al tener definidos los indicadores, se establecieron los criterios de valoración que permiten al usuario final del modelo determinar de manera preliminar si se tienen las condiciones internas adecuadas para la adquisición de nueva tecnología o es preferible hacer cambios y/o adecuaciones para minimizar el riesgo de la adquisición. Se empleó la escala Likert (Jamieson, 2004) que permite establecer rangos de favorabilidad o aceptación de cualquier declaración hecha, al valorar los indicadores con esta escala, es posible homogenizar las respuestas y compararlas entre sí; además la escala Likert es empleada principalmente en la medida de actitudes y la valoración se hará respecto a la percepción de quien emplee el modelo, más no es un valor fijo.
6. Finalmente, con toda la información necesaria, se desarrolló la herramienta informática que permite la visualización y utilización del modelo. Se utilizó un libro de Microsoft Excel con macros dinámicos para este fin y así se dio cumplimiento al último objetivo específico.

7. Al conseguir los objetivos específicos planteados, se alcanzó el objetivo general que propone un modelo para la toma de decisiones de inversión tecnológica con base en un análisis interno de las Instituciones de Educación Superior de Bucaramanga y su área Metropolitana. El modelo propuesto tiene características de modelos definidos por diversos autores analizados en esta investigación, en primer lugar, se puede definir como un modelo analítico (Cresswell, 2004) ya que representa el análisis interno de las instituciones de forma matemática, es posible simular varios escenarios para analizar varias alternativas, se puede realizar de forma colaborativa y permite que varias partes interesadas conozcan el tema y lleguen a mejores decisiones. A su vez, es un modelo de decisión teórica (Huisman, 2013) ya que estudia las inversiones tecnológicas de la institución de manera aislada e interna, sin tener en cuenta lo que hacen otras instituciones. Finalmente, se puede definir como un modelo racional limitado (Robbins & Judge, 2013) ya que de manera sencilla busca hacer un análisis interno previo a la inversión tecnológica, dicho análisis no implica gran inversión de recursos, como tiempo o la búsqueda de información compleja, aun así, es una buena aproximación del estado de los factores internos que debe tener en cuenta la institución al momento de adquirir tecnología.

### **Población, Participantes y Selección de la Muestra**

La población abarca a los directores de tecnología y personas encargadas de las diferentes facultades y/o dependencias de cada una de las IES avaladas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en Bucaramanga y su Área Metropolitana. A continuación, se muestran las IES que el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) suministra:

Tabla 6

*Listado de IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana*

| <b>Institución</b>  | <b>Sector</b> | <b>Carácter Académico</b>                         |
|---|---------------|---|
| Corporación Educativa ITAE                                  | Privada       | Institución Tecnológica                           |
| Corporación Escuela Tecnológica del Oriente                 | Privada       | Institución Universitaria/<br>Escuela Tecnológica |
| Corporación Interamericana de Educación Superior CORPOCIDES | Privada       | Institución Técnica Profesional                   |
| Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI | Privada       | Institución Universitaria/<br>Escuela Tecnológica |
| Fundación Universitaria Confenalco Santander                | Privada       | Institución Universitaria/<br>Escuela Tecnológica |
| Tecnológica FITEC   | Privada       | Institución Tecnológica                           |
| Unidades Tecnológicas de Santander UTS                      | Oficial       | Institución Tecnológica                           |
| Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB                    | Privada       | Universidad                                       |
| Universidad Cooperativa de Colombia UCC                     | Privada       | Universidad                                       |
| Universidad de Santander UDES                               | Privada       | Universidad                                       |
| Universidad Industrial de Santander UIS                     | Oficial       | Universidad                                       |
| Universidad Manuela Beltrán UMB                             | Privada       | Universidad                                       |
| Universidad Pontificia Bolivariana UPB                      | Privada       | Universidad                                       |
| Universidad Santo Tomás                                     | Privada       | Universidad                                       |

*Fuente:* Adaptada de SNIES – MEN (junio, 2017)

Se encontraron 14 IES en la región de interés, lo cual implica que la población de estudio reunió a 14 directores de tecnología y a 49 decanos y/o directores de facultades. Teniendo en cuenta que el tamaño de la población es pequeño, se decidió utilizar un censo, es decir trabajar con la totalidad de la población.

Las organizaciones elegidas para centrar la investigación fueron Instituciones de Educación Superior, que son definidas por el Ministerio de Educación Nacional como entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano (MEN, 2010). Las IES se clasifican según su carácter académico y su naturaleza jurídica.

El carácter académico define el tipo de programas que desarrolla y oferta, en ese sentido existen cuatro tipos de instituciones: Técnicas profesionales, Tecnológicas, Universitarias o

Escuelas Tecnológicas y Universidades. Por otro lado, de acuerdo con su naturaleza jurídica se clasifican en instituciones públicas o privadas.

En Bucaramanga y su área Metropolitana, las 14 IES se dividen en 12 instituciones privadas y 2 públicas; existe una Institución Técnica Profesional, 3 Instituciones Tecnológicas, 3 Instituciones Universitarias y 7 Universidades. Se puede notar una gran diversidad, desde los programas de formación que ofrecen hasta su tamaño y su naturaleza jurídica.

Existen otras entidades que prestan servicios educativos en la región; pero, éstas son denominadas como Instituciones para el Trabajo y el Desarrollo Humano por lo que no fueron tenidas en cuenta para la investigación.

### **Aspectos Éticos**

No se utilizó información personal o institucional debido a que el objetivo de la investigación es la propuesta de un modelo que sea aplicable a todas las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana, por lo tanto, en esta investigación no se adjuntan cartas de consentimiento firmadas por los participantes o autoridades institucionales.

## **Capítulo 4**

### **Resultados**

Las Instituciones de Educación Superior son organizaciones que tienen como objetivos misionales la formación de profesionales a partir de la educación, investigación y generación de nuevo conocimiento. Como cualquier organización, las IES se apoyan en la tecnología para la consecución de estos objetivos, lo cual resalta la importancia de tener herramientas y modelos que permitan el uso adecuado de la misma. Esta investigación tiene como fin el desarrollo de un modelo que apoye lo anterior; como punto de partida, se caracterizaron unos factores que permiten definir a todas las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana y así homogenizar las variables que se tomaron en cuenta para el desarrollo del modelo, garantizando que sea aplicable a cualquier institución.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos

#### **Caracterización de factores**

La caracterización de los factores se construyó a partir del análisis de información presente en los marcos de referencia que brindan parámetros para la evaluación y valoración de las TIC en las organizaciones. Para lograr una caracterización que se ajustara a las condiciones reales de las organizaciones que se estudiaron en este proyecto, se realizó una encuesta a los directores de programa (Decanos o coordinadores) y directores de tecnología de las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana, arrojando resultados que permitieron integrar la información recolectada en la revisión bibliográfica y se caracterizaron finalmente cada uno de los factores. A continuación, se muestran los resultados más sobresalientes de la encuesta realizada.

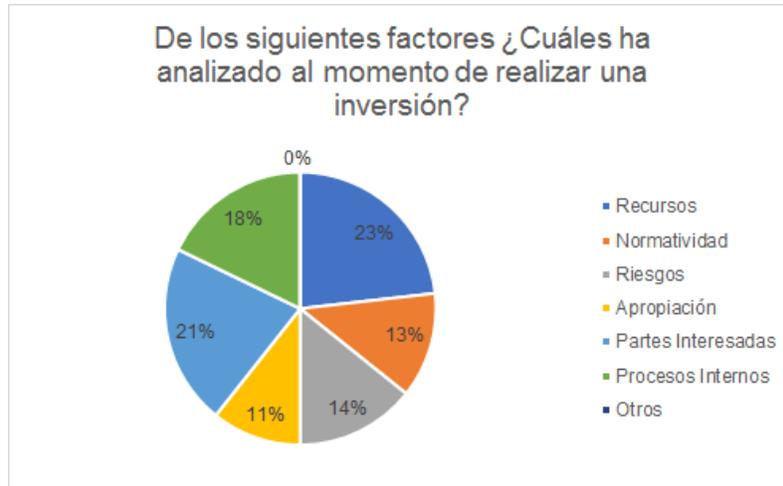


Figura 12. Factores internos analizados por las IES de la Región al momento de realizar una inversión tecnológica

Fuente: Autores

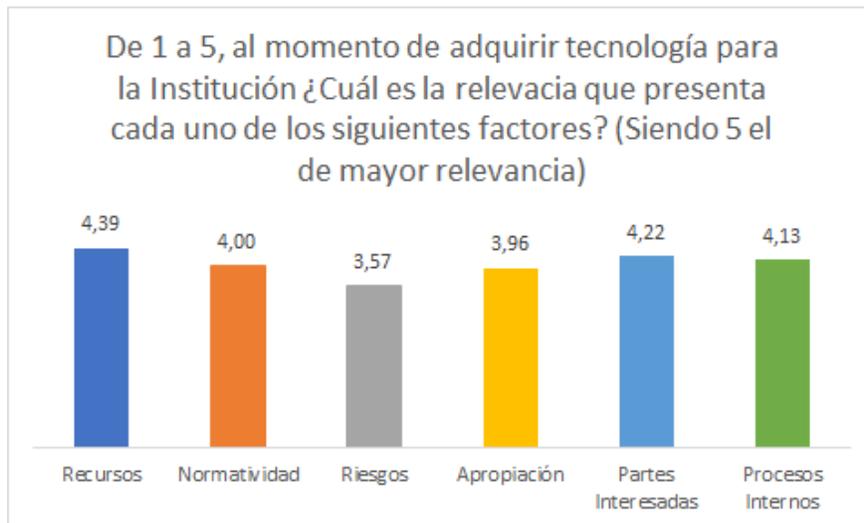


Figura 13. Promedio de la relevancia de los factores internos analizados por las IES de la Región al momento de realizar una inversión tecnológica

Fuente: Autores

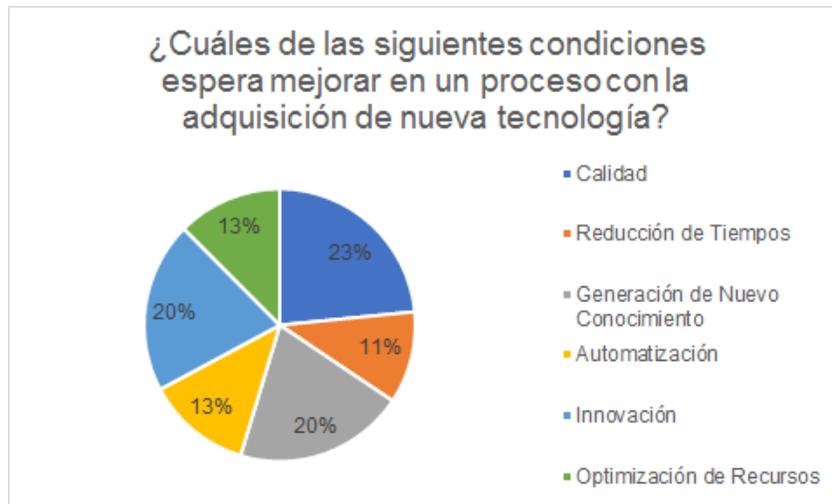


Figura 14. Variables para tener en cuenta al momento de analizar el impacto de nueva tecnología en los procesos internos de las IES

Fuente: Autores

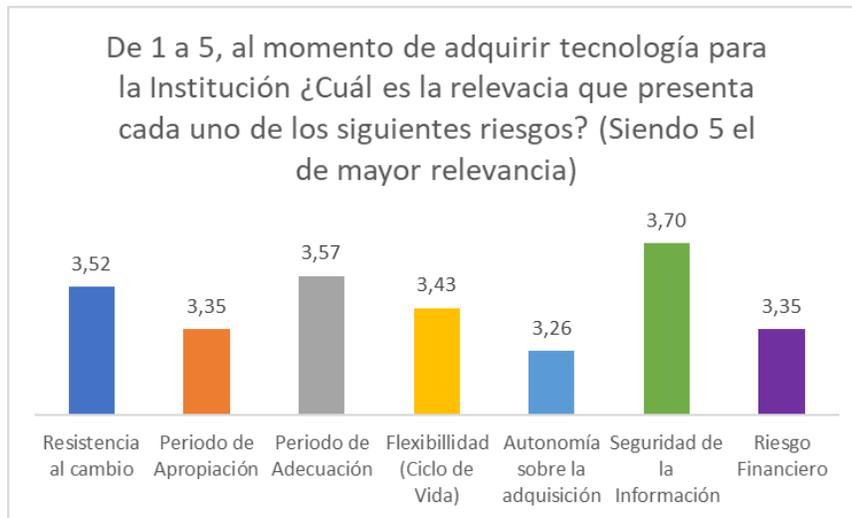


Figura 15. Promedio de la relevancia considerada por la IES de los riesgos asociados a la inversión tecnológica

Fuente: Autores

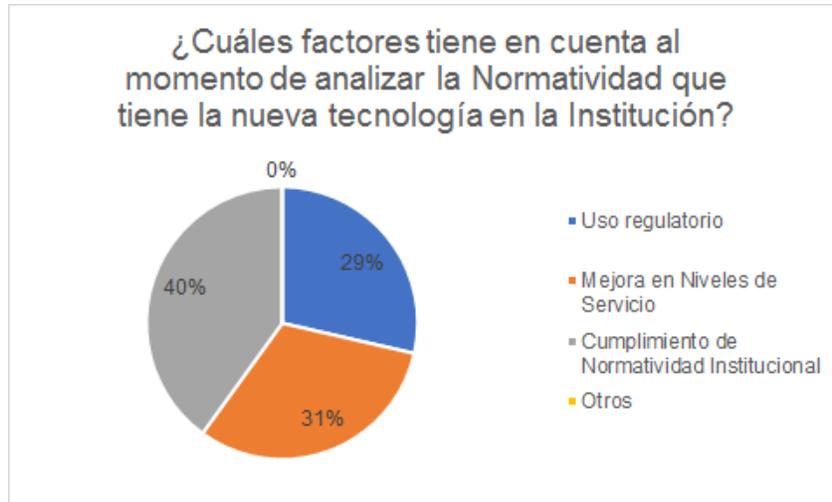


Figura 16. Variables para tener en cuenta al momento de analizar el impacto en la normatividad de la inversión tecnológica

Fuente: Autores

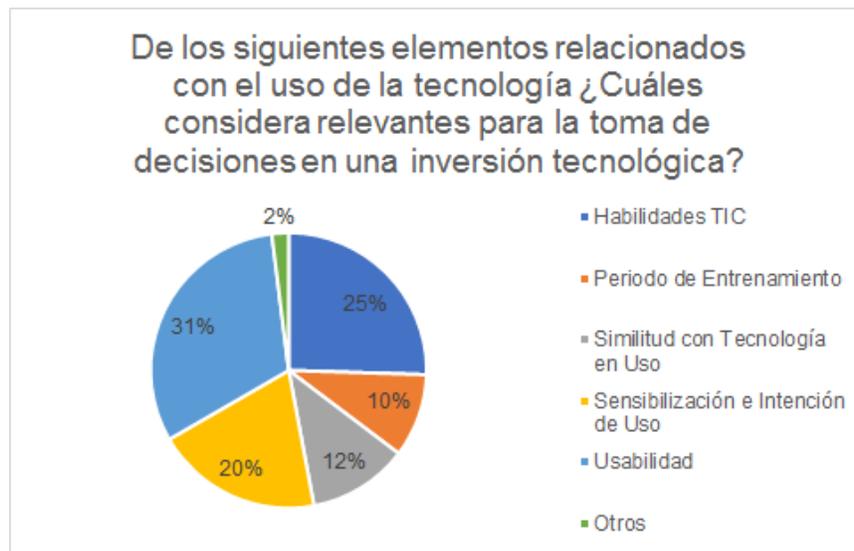


Figura 17. Relevancia de variables al momento de analizar el impacto de nueva tecnología en la apropiación TIC por parte del talento humano

Fuente: Autores

Los resultados de la encuesta determinaron un panorama respecto a las percepciones que tienen directores de programas y tecnología de las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana respecto a los factores a tener en cuenta al momento de realizar una inversión tecnológica. Las

gráficas arrojaron información importante que llevó a una interesante discusión, donde se evidencia que algunos factores y variables tienen una importancia marcada mientras que otros pueden pasar a un segundo plano.

La figura 12 muestra que factores han tenido en cuenta las IES al momento de tomar la decisión de invertir en nueva tecnología, aquellos factores con mayor porcentaje son Recursos (23%) y Partes Interesadas (21%) lo que indica que se tienen más presentes los factores relacionados con satisfacer la necesidad de las partes interesadas y utilizar de manera óptima los recursos necesarios para la compra.

Teniendo en cuenta los bajos porcentajes de los demás factores, también se evidencia que no se analiza a fondo aquellos relacionados con consecuencias de la compra, es decir los riesgos que se puedan presentar, la dificultad en la apropiación y el impacto que tenga en los procesos de la organización. La figura 13 refuerza la conclusión de la figura anterior, porque, aunque ningún factor presenta una relevancia alta frente a los otros, también los recursos son el factor con mayor número y los riesgos el menor.

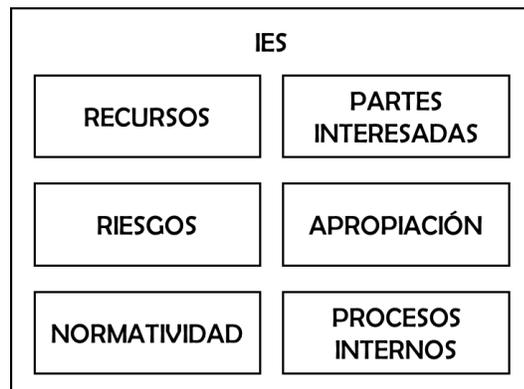
La figura 14 muestra que, dentro de los aspectos a mejorar en los procesos internos con ayuda de nueva tecnología, los aspectos más sobresalientes para las IES son aquellos que se enmarcan en el cumplimiento de la misión y visión institucional, es decir Generación de nuevo conocimiento (20%) e Innovación (20%). Lo que resalta de manera positiva que se tienen alineados los objetivos corporativos con el uso adecuado de la tecnología.

La figura 15 vuelve a reforzar la idea de que los riesgos no son ampliamente analizados antes de realizar una inversión tecnológica, pero es de destacar que se tiene muy presente el riesgo asociado a la seguridad de la información. Actualmente, uno de los activos más importantes de las organizaciones es la información, y se debe evitar en lo posible, que su

confiabilidad, integridad y visibilidad se vea comprometida (Blakley, McDermott & Geer, 2001). En cuanto a la normatividad es evidente que dentro de sus variables ninguno resalta de manera especial y en general la normatividad no representa un gran impacto en cuanto a la evaluación previa a una inversión tecnológica.

Finalmente, es de destacar en la figura 17 los elementos que se relacionan con el uso de la tecnología. La era digital que se está viviendo implica que la mayoría de las personas deben tener un conocimiento sobresaliente en el uso de la tecnología, situación que se evidencia en los resultados de la encuesta, ya que los elementos con mayor porcentaje son usabilidad (31%) y habilidades TIC (25%) y el de menor porcentaje es el periodo de entrenamiento (10%) ya que se espera que ese tiempo no sea de gran impacto, porque se asume un nivel mínimo de habilidades TIC que permiten minimizar el tiempo de adaptación a nueva tecnología.

Después de interpretar los resultados de la encuesta, se presentan los factores que se caracterizaron junto con las tablas que reúnen la información sobresaliente de cada uno.



*Figura 18.* Factores de evaluación interna para la toma de decisiones en inversión tecnológica de las IES

*Fuente:* Autores

Tabla 7

*Descripción de la caracterización de cada factor a partir de la revisión bibliográfica*

| <b>Propiedades</b>          | <b>Descripción</b>  |
|-----------------------------|---|
| <b>Áreas involucradas</b>   | <p>Áreas, departamentos o dependencias directamente responsables de la planeación y/o ejecución de los cada uno de los factores</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Área Administrativa (Encargada de la planeación, organización, control y dirección de las organizaciones)</li> <li>• Área TIC (Encargada de las Tecnologías de la Información y Comunicación de las organizaciones)</li> <li>• Comunidad Estudiantil (Hace referencia a los estudiantes activos de la institución, egresados y aspirantes a ingresar)</li> <li>• Académicos (Hace referencia a los docentes de los diferentes programas académicos tanto de pregrado como postgrados y cursos especiales)</li> <li>• Grupos de Investigación (Hace referencia a los grupos y semilleros de investigación de la institución)</li> </ul> |
| <b>Objetivos</b>            | Se describe la importancia que tiene el factor en el análisis previo a la inversión tecnológica   |
| <b>Alcance</b>              | Establece las áreas que se ven directamente afectadas por el factor   |
| <b>VARIABLES DEL FACTOR</b> | Se definen características internas que permiten comprender de una mejor manera los aspectos que abarca cada factor (Importancia, descripción y restricciones)  |

*Fuente:* Autores

Tabla 8

*Descripción de la caracterización de cada factor a partir de resultados de la encuesta*

| <b>Medición</b>             | <b>Descripción</b>  |
|-----------------------------|---|
| <b>Frecuencia</b>           | La frecuencia de cada factor es un resultado de la encuesta realizada. Se toma de la respuesta a la pregunta ¿Cuáles factores ha analizado al momento de realizar una inversión tecnológica?  |
| <b>Impacto</b>              | El impacto de cada factor es un resultado de la encuesta realizada. Se realiza un promedio de la relevancia que tiene cada factor para la población encuestada, teniendo como límites esos factores valores de 1 a 5, siendo 5 el de mayor relevancia |
| <b>Grado de Importancia</b> | El Grado de Importancia es un resultado de la encuesta realizada. Resalta la importancia que representa para la población encuestada cada una de las características dentro de cada factor.   |

*Fuente:* Autores

**Recursos.** La planeación, diseño, desarrollo, despliegue, operación, manejo y aplicación de las TI para satisfacer las necesidades de la organización incluye la demanda de diferentes recursos, entendiéndose por recursos conceptos como, el capital humano, procedimientos, software,

información, equipos, consumibles, infraestructura, fondos de capital y operativos y tiempo, entre otros (ISO/IEC 38500, 2008).

Tabla 9  
*Caracterización del factor RECURSOS (Revisión Bibliográfica)*

| Propiedades          |                 | Descripción  |   |
|----------------------|-----------------|--|---|
| Áreas Involucradas   |                 | Administración y TIC   |   |
| Objetivo             |                 | Suministrar los elementos necesarios para el desarrollo de las actividades educativas, administrativas y de investigación dentro de las instituciones. |   |
| Alcance              |                 | Todas las áreas.   |   |
| Variables del Factor | Personal TI     | Importancia  | Los recursos TI incluyen a quienes desempeñan un rol crítico en el soporte del negocio. Este aspecto apunta a alcanzar 3 metas corporativas de COBIT: Optimización de los costes de entrega del servicio, optimización de los costes de los procesos de negocio y productividad operacional y de los empleados. (ISACA, 2012) |
|                      |                 | Descripción  | Personal necesario y capacitado para el correcto uso u operación de una nueva tecnología dentro de la compañía.   |
|                      |                 | Restricciones  | No se tiene en cuenta personal que se debe capacitar después de la adquisición ni la contratación de nuevo personal. La variable se limita al personal ya capacitado y activo en la compañía.   |
|                      | Suministros     | Importancia  | Las estrategias para la adquisición de nuevas tecnologías deben tener en cuenta los acuerdos de suministro, si son internos, externos o ambos. (ISO/IEC 38500, 2008). Siendo los suministros un costo adicional y recurrente para el buen funcionamiento de la nueva tecnología.  |
|                      |                 | Descripción  | Hace referencia a los productos complementarios y de compra periódica para el funcionamiento adecuado de la tecnología.   |
|                      |                 | Restricciones  | No aplica cuando la adquisición de los suministros ya se realiza dentro de la compañía, ni a la compra de repuestos (Mantenimiento)   |
|                      | Infraestructura | Importancia  | Se debería incluir la valoración de la capacidad de la infraestructura actual de TI de cara a soportar los requerimientos futuros del negocio y la consideración de futuros desarrollos tecnológicos que podrían proporcionar una ventaja competitiva y/u optimizar los costes. (ISACA, 2012)                                 |
|                      |                 | Descripción  | Hace referencia a la adecuación de instalaciones para el uso de la nueva tecnología.  |
|                      |                 | Restricciones  | Aplica únicamente cuando el costo de la adecuación supera el 30% del costo de la adquisición de tecnología.   |

Fuente: Autores

Tabla 10  
*Caracterización del factor RECURSOS (Encuesta)*

| Medición             | Descripción            |
|----------------------|------------------------|
| Frecuencia           | 26/46                  |
| Impacto              | 4.39/5                 |
| Grado de Importancia | Suministros 30.61%     |
|                      | Personal 30.61%        |
|                      | Infraestructura 38.78% |

Fuente: Autores

**Partes Interesadas.** Los procesos de adquisición e integración de nuevas tecnologías impactan todas las áreas de las organizaciones por lo cual se debe conocer el nivel de impacto que tiene en cada una de ellas.

Tabla 11  
*Caracterización del factor PARTES INTERESADAS (Revisión Bibliográfica)*

| Propiedades          | Descripción  |               |   |
|----------------------|--|---------------|---|
| Áreas Involucradas   | Todas las Áreas.   |               |   |
| Objetivo             | Conocer el impacto que tiene una inversión tecnológica en cada una de las áreas internas de las IES. |               |   |
| Alcance              | Todas las Áreas.   |               |   |
| Variables del Factor | Comunidad Estudiantil  | Importancia   | El uso de tecnologías de la información en la educación no presenta una novedad, pero, sí es importante conocer el impacto que tiene la misma en la comunidad educativa, los beneficios que brinda y por quienes es más aprovechada (Gonzalo & Angrino, 2015). Las TICs elevan la calidad del proceso educativo, derribando las barreras del espacio y del tiempo, permitiendo la interacción y colaboración entre las personas para la construcción colectiva del conocimiento, y de fuentes de información de calidad (aprendizaje colectivo) (Romaní, 2011). |
|                      |  | Descripción   | La comunidad estudiantil hace referencia exclusivamente a los estudiantes activados y egresados de la institución.  |
|                      |  | Restricciones | Solo se tiene en cuenta cuando el impacto es directo sobre la comunidad estudiantil y no cuando es el resultado o consecuencia en otra parte de interés.  |
|                      | Administración   | Importancia   | La integración de las TICs con las actividades  |

|  |                         |               |   |
|--|-------------------------|---------------|---|
|  |                         |               | administrativas busca esencialmente que se almacene y organice la información de tal manera que se puedan realizar búsquedas eficientes y se mejore el acceso a la misma (Silva, Cruz, Méndez & Rodríguez, 2013). Con ello se pretende que las funciones administrativas verdaderamente agreguen valor, al ocupar el tiempo en actividades críticas y la toma de decisiones (Silva et al., 2013).   |
|  |                         | Descripción   | Hace referencia al personal administrativo directo de la institución.   |
|  |                         | Restricciones | Solo se tiene en cuenta cuando el impacto es directo sobre la administración y no cuando es el resultado o consecuencia en otra parte de interés.   |
|  | Académico               | Importancia   | Las integraciones de nuevas tecnologías dentro de las instituciones educativas requieren de la formación del profesorado o equipo académico para el apropiado uso dentro del proceso educativo (ALMERICH, ORELLANA & DIAZ-GARCIA, 2015).  |
|  |                         | Descripción   | Hace referencia a los docentes de planta y cátedra, decanos y directores de escuelas y facultades que imparten formación a la comunidad estudiantil.  |
|  |                         | Restricciones | Solo se tiene en cuenta cuando el impacto es directo sobre los académicos y no cuando es el resultado o consecuencia en otra parte de interés.  |
|  | Grupos de Investigación | Importancia   | Parte de la integración de las tecnologías de la información y comunicación en las universidades es la oportunidad de crecimiento y mejoramiento de procesos pedagógicos e investigativos a través de los semilleros de investigación y la relación docente-estudiante que está presente en los grupos de investigación, los cuales ven de forma positiva la implementación de nuevas tecnologías en sus procesos. (Morales, Trujillo & Raso, 2015) |
|  |                         | Descripción   | Hace referencia a los grupos, semilleros y proyectos de investigación activos dentro la institución.  |
|  |                         | Restricciones | Solo se tiene en cuenta cuando el impacto es directo sobre los grupos de investigación y no cuando es el resultado o consecuencia en otra parte de interés.   |

Fuente: Autores

Tabla 12

Caracterización del factor PARTES INTERESADAS (Encuesta)

| Medición             | Descripción        |
|----------------------|--------------------|
| Frecuencia           | 24/46              |
| Impacto              | 4.22/5             |
| Grado de Importancia | Administración 25% |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Académico 25%               |
|  | Comunidad Estudiantil 25%   |
|  | Grupos de Investigación 25% |

Fuente: Autores

**Procesos Internos.** La teoría de Difusión de Innovación de Rogers (2003) dice que la adopción de innovaciones se impacta por diversos factores, uno de ellos es la ventaja relativa, la cual analiza en qué medida la tecnología ofrece mejoras sobre la tecnología disponible y los procesos en los cuales se encuentra integrada. Una innovación sólo se adoptará si es mejor que la idea, producto, programa o proceso que reemplaza y/o complementa; las ventajas pueden ser de diferente índole, pero la ventaja relativa por sí sola no garantiza una adopción generalizada (Oldenburg & Glanz, 2008).

Tabla 13

*Caracterización del factor PROCESOS INTERNOS (Revisión Bibliográfica)*

| Propiedades                 |                      | Descripción  |  |
|-----------------------------|----------------------|--|--|
| <b>Áreas Involucradas</b>   |                      | Administración, Académicos y TIC.  |  |
| <b>Objetivo</b>             |                      | Desarrollo de los procesos internos usando la tecnología como base de la evolución y mejora. |  |
| <b>Alcance</b>              |                      | Todas las Áreas.   |  |
| <b>Variables del Factor</b> | Reducción de tiempos | Importancia  | Las organizaciones consideran que el tiempo es un recurso escaso y mensurable, que debe ser manejado, controlado y asignado hábilmente para mejorar el desempeño de los empleados y los resultados de la organización. Con este fin, se suelen planificar, fijar plazos y sincronizar el tiempo para maximizar la eficiencia y la productividad (Eldor, Fried, Westman, Levi, Shipp & Slowik, 2017). |
|                             |                      | Descripción  | Hace referencia a la realización de actividades y procesos en un tiempo menor en comparación a la situación previa a la compra de nueva tecnología.  |
|                             |                      | Restricciones  | Solo se tiene en cuenta cuando la reducción de tiempo se relaciona directamente con la compra y no con la modificación de un proceso. Solo se tiene en cuenta con la reducción es del 40% del tiempo actual del proceso o actividad.   |

|  |                                  |               |   |
|--|----------------------------------|---------------|---|
|  | Automatización                   | Importancia   | La automatización genera diferentes ventajas, en cuanto a la integración, optimización y simplificación de procesos (Bedoya, Hernández & Villegas, 2016). Lo que presenta un impacto positivo en todos los niveles de la organización, ya que, entre otras cosas, reduce el tiempo empleado en actividades rutinarias y mecánicas y permite concentrarse en actividades críticas que requiere de un mayor análisis (Silva et al., 2013).  |
|  |                                  | Descripción   | Hace referencia a la sustitución de procesos y actividades manuales por el uso de nuevas tecnologías, que reduzcan tiempo y personal entre otras.   |
|  |                                  | Restricciones | Se considera dentro de la automatización solo la eliminación o reducción de intervención humana dentro de un proceso, más no el uso de tecnología para mejorar condiciones del proceso en sí.   |
|  | Innovación                       | Importancia   | Las empresas invierten en recursos tangibles (La tecnología, los equipos y las instalaciones de producción física), intangibles (Capital humano, científico y creativo), I + D, software, derechos de autor, patentes, licencias, y equipos para aumentar su capital científico o innovador. A demás, la innovación también requiere capital organizativo mediante la adopción de nuevos modelos de negocio, diseño y creación de prototipos o alianzas y redes corporativas (Cirera & Muzi, 2016).   |
|  |                                  | Descripción   | Hace referencia a generar nuevas formas de realizar un proceso y/o incluir nuevos elementos con el fin de mejorarlos o renovarlos, utilizando de base la tecnología adquirida.  |
|  |                                  | Restricciones | No se considera innovación cuando se adquiere nueva tecnología con el fin de renovar la actual.   |
|  | Generación de nuevo conocimiento | Importancia   | La educación del siglo XXI debe avanzar en la dirección y a la velocidad adecuada para enfrentar los desafíos que ofrece una sociedad con ansias de conocimiento (Romaní, 2011). En este contexto, las TICs se convierten en facilitadores y articuladores de gran cantidad de tareas que desarrolla un profesional (Romaní, 2011). Para esto se debe hacer un uso estratégico y crítico de las TICs que cree valor para la organización y favorezca la generación de conocimiento, recurso fundamental de las organizaciones (Pérez & Dressler, 2007). |
|  |                                  | Descripción   | El uso de tecnología como facilitador para la transferencia y creación de nuevo conocimiento.   |
|  |                                  | Restricciones | Solo se tiene en cuenta la generación de nuevo conocimiento cuando el resultado es académico e impacta directamente a la comunidad estudiantil, grupos de investigación y académicos.   |
|  | Optimización de recursos         | Importancia   | En la realización de actividades y procesos dentro de las organizaciones es necesario el uso de diferentes recursos tanto tangibles, como intangibles; la correcta gestión de los mismos  |

|  |  |               |  |
|--|--|---------------|--|
|  |  |               | permite un uso controlado y medible que logra mejorar la eficiencia y eficacia en cada uno de ellos.                             |
|  |  | Descripción   | Lograr una mayor eficiencia, disminuyendo los recursos a utilizar, el esfuerzo físico y cognitivo, tiempo y dinero. (ISACA,2012) |
|  |  | Restricciones | Cuando la optimización de alguno de los recursos mencionados anteriormente es mayor al 30% se tiene en cuenta.                   |

Fuente: Autores

Tabla 14

Caracterización del factor PROCESOS INTERNOS (Encuesta)

| Medición             | Descripción                          |
|----------------------|--------------------------------------|
| Frecuencia           | 20/46                                |
| Impacto              | 4,13/5                               |
| Grado de Importancia | Calidad 23%                          |
|                      | Reducción de tiempos 11%             |
|                      | Automatización 13%                   |
|                      | Innovación 20%                       |
|                      | Generación de nuevo conocimiento 20% |
|                      | Optimización de recursos 13%         |

Fuente: Autores

**Apropiación TIC.** La apropiación tecnológica es el proceso a través del cual los usuarios adoptan, adaptan y luego incorporan un sistema con sus prácticas (Fidock & Carroll, 2011). El crecimiento e implementación de las TIC en la economía mundial, ha generado condiciones que afectan profundamente a la sociedad, dividiéndola entre comunidades que apropian efectivamente estos recursos y aquellos que no lo hacen, situación denominada «brecha digital» (Berrío & Rojas, 2014). La apropiación tecnológica es un fenómeno individual pero también

colectivo, que incluye factores políticos, económicos y culturales que deben ser analizados en conjunto (Berrío & Rojas, 2014). El tamaño y el sector de las organizaciones no representan obstáculos para el acceso a las TIC de menor sofisticación. En cambio, la presencia de aquellas de mayor complejidad se encuentra principalmente en empresas de gran tamaño y existen ciertas diferencias sectoriales en cuanto a los tipos e intensidad de uso. A su vez, la disponibilidad de estas tecnologías no se relaciona necesariamente con un mayor nivel de conciencia tecnológica, lo cual representa un obstáculo para su óptimo aprovechamiento (Marchese & Jones, 2012).

Tabla 15  
*Caracterización del factor APROPIACIÓN TIC (Revisión Bibliográfica)*

| Propiedades          |                          | Descripción  |  |
|----------------------|--------------------------|--|--|
| Áreas Involucradas   |                          | TIC  |  |
| Objetivo             |                          | Conocer la capacidad de manejo de las nuevas tecnologías de todo el personal involucrado en las IES. |  |
| Alcance              |                          | Todos las Áreas  |  |
| Variables del Factor | Habilidades TIC          | Importancia  | Las capacidades tecnológicas implican tener conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías; no obstante, esa adquisición queda sujeta al conocimiento previo adquirido por el agente, es decir, al proceso de acumulación de conocimiento, confiriéndole un carácter acumulativo y específico a estas capacidades. Asimismo, las capacidades de absorción son un bien intangible y sus beneficios son indirectos, lo cual dificulta el proceso de su medición (Lugones, Gutti & Le Clech, 2016). |
|                      |                          | Descripción  | Capacidades para usar, absorber y adaptar la nueva tecnología.   |
|                      |                          | Restricciones  | Solo se tiene en cuenta las capacidades del personal que maneja directamente la nueva tecnología.<br>No se tiene en cuenta el entrenamiento posterior a la compra de la nueva tecnología.  |
|                      | Periodo de entrenamiento | Importancia  | Mejorar las competencias tecnológicas a través del entrenamiento y la inducción requiere de tiempo y recursos que aumentan el costo (Solihadin & Bandung, 2016). Los recursos y nuevas adquisiciones no siempre generan beneficios, todo depende de cómo los maneja cada persona; para construir una competencia humana adecuada debe hacerse a través de la educación y el entrenamiento, una educación orientada hacia el  |

|  |                                    |               |   |
|--|------------------------------------|---------------|---|
|  |                                    |               | desarrollo del dominio cognitivo y un entrenamiento centrado en el desarrollo de habilidades (Solihadin & Bandung, 2016).   |
|  |                                    | Descripción   | Tiempo necesario para entrenar y/o capacitar al personal que hará uso de la nueva tecnología.   |
|  |                                    | Restricciones | Solo se tiene en cuenta cuando el tiempo de entrenamiento es mayor a 8 horas.   |
|  | Sensibilización - Intención de uso | Importancia   | La intención de uso estudia las actitudes y percepciones de los usuarios, así como la frecuencia en el uso de nueva tecnología, por lo tanto, es necesario que las organizaciones realicen campañas de sensibilización para que la adopción de nueva tecnología sea un proceso más sencillo. (Barnard, Bradley, Hodgson & Lloyd, 2013).   |
|  |                                    | Descripción   | Hace referencia a la frecuencia con la que se va a emplear la nueva tecnología y al tiempo previo de sensibilización necesario para lograr una buena adopción de la nueva adquisición.  |
|  |                                    | Restricciones | No se tiene en cuenta la frecuencia de uso de la nueva tecnología en procesos donde dicha frecuencia ya está definida. No se tiene en cuenta la tecnología adquirida es similar a la que se encuentra en uso (No se requiere sensibilización)   |
|  | Usabilidad                         | Importancia   | La usabilidad es principalmente una característica del diseño de la tecnología (Barnard, Bradley, Hodgson & Lloyd, 2013). Nielsen (1993) asocia la usabilidad con 5 atributos: fácil de aprender, uso eficiente, fácil de recordar, pocos errores y subjetivamente agradable  |
|  |                                    | Descripción   | Hace referencia a la experiencia de usuario (Que tan sencillo es utilizar la nueva tecnología).   |
|  |                                    | Restricciones | Se tiene en cuenta solo cuando se hace un estudio comparativo con una tecnología ya empleada.   |
|  | Similitud con tecnologías en uso   | Importancia   | La teoría de Difusión de Innovaciones de Roger (2003) dice que la adopción de nueva tecnología se impacta por diversos factores entre los cuales están la compatibilidad, que hace referencia a la consistencia con valores existentes, experiencias pasadas y necesidades; la complejidad, que indica la dificultad de entendimiento y uso de nueva tecnología; y la probabilidad, que es el grado en el cual puede ser experimentado algo nuevo con una base limitada. La adquisición de tecnología que permita una alta compatibilidad y probabilidad y una baja complejidad, tendría una mayor posibilidad de éxito en cuanto a su uso en las organizaciones (Barnard, Bradley, Hodgson & Lloyd, 2013). |
|  |                                    | Descripción   | Es el grado de compatibilidad y semejanza que tiene la nueva tecnología, con aquellas ya en uso por la organización.  |
|  |                                    | Restricciones | No se tienen en cuenta tecnología completamente nuevas.   |

Fuente: Autores

Tabla 16  
*Caracterización del factor APROPIACIÓN TIC (Encuesta)*

| Medición             | Descripción                            |
|----------------------|--|
| Frecuencia           | 12/46                                  |
| Impacto              | 3,96/5                                 |
| Grado de Importancia | Habilidades TIC 25%                    |
|                      | Periodo de entrenamiento 12%           |
|                      | Similitud con tecnologías en uso 12%   |
|                      | Sensibilización - Intención de uso 20% |
|                      | Usabilidad 31%                         |

*Fuente:* Autores

**Normatividad.** En Colombia el ministerio de las tecnologías de la información y comunicación es la entidad que diseña, adopta y promueve las políticas y planes, proyectos y programas que genera el estado Colombia para el área de las tecnologías de la información y comunicación, por lo tanto son el parámetro a seguir para el desarrollo tecnológico del país, el cual permite conocer el marco regulatorio que se debe tener en cuenta para el desarrollo en el sector, así como el uso de la información y las diferentes tecnologías que una empresa puede emplear para el almacenamiento de información o manejo de datos (MINTIC, 2017).

Tabla 17  
*Caracterización del factor NORMATIVIDAD (Revisión Literaria)*

| Propiedades          | Descripción   |             |   |
|----------------------|---|-------------|---|
| Áreas Involucradas   | Administración.   |             |   |
| Objetivo             | Conocer el cumplimiento normativo de la institución y la implementación de la tecnología. |             |   |
| Alcance              | Administración  |             |   |
| Variables del Factor | Uso Regulatorio   | Importancia | Colombia presenta actividades regulatorias que implican el uso, adquisición o adecuación de |

|  |                                     |               |  |
|--|-------------------------------------|---------------|--|
|  |                                     |               | nuevas tecnologías para el cumplimiento de las mismas, como, por ejemplo, el Registro Nacional de Bases de Datos (RNBD); lo que implica para muchas compañías un sistema de manejo de quejas, trazabilidad y respuesta a los usuarios haciendo que se adquieran o desarrollen nuevas tecnologías (Superintendencia de Industria y Comercio, 2016). |
|  |                                     | Descripción   | Hace referencia a la adquisición de tecnología con el fin de cumplir una reglamentación de ley.  |
|  |                                     | Restricciones | Solo se tiene en cuenta la adquisición de nueva tecnología que se sea estrictamente obligatoria por algún ente regulador, más no para la consecución de alguna certificación.  |
|  | Mejora Niveles de servicio.         | Importancia   | La normatividad también aplica para mejorar los niveles de servicio frente a la respuesta que deben tener las organizaciones con sus clientes, proveedores y trabajadores, así como con el Estado (NORMAS ISO, s.f).   |
|  |                                     | Descripción   | Hace referencia a toda la tecnología que se adquiere con el fin de obtener una certificación.  |
|  |                                     | Restricciones | Solo se tiene en cuenta la adquisición de nueva tecnología con el fin de obtener una certificación más no que sea de carácter obligatorio.   |
|  | Facilita el cumplimiento normativo. | Importancia   | Las TI soportan y apoyan el logro de metas corporativas y normativas internas de las organizaciones; con servicios que proporcionen beneficios a tiempo, dentro del presupuesto y satisfaciendo los requisitos y normas de calidad internas (ISACA, 2012).   |
|  |                                     | Descripción   | Hace referencia a la tecnología que se adquiere con el fin de alcanzar objetivos incluidos en las políticas internas de las instituciones.   |
|  |                                     | Restricciones | Solo se tienen en cuenta políticas internas, más no regulaciones de ley ni procesos de certificación.  |

Fuente: Autores

Tabla 18  
 Caracterización del factor *NORMATIVIDAD* (Encuesta)

| Medición             | Descripción                     |
|----------------------|---------------------------------|
| Frecuencia           | 14/46                           |
| Impacto              | 4/5                             |
| Grado de Importancia | Uso regulatorio 29%             |
|                      | Mejora Niveles de servicio. 31% |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | Cumplimiento regulatorio. 40% |
|--|-------------------------------|

*Fuente:* Autores

**Riesgo.** Brealey y Myers (1996) señalaron que el objetivo de una gestión estratégica no es la reducción de la influencia del riesgo, sino la creación de valor adicional. Krušinskas y Vasiliauskaitė (2015) plantean que los mercados con alto riesgo ocultan las mayores oportunidades de creación de valor. Por lo tanto, aunque las inversiones tecnológicas están asociadas a un alto riesgo debido a diversos factores, si se logra manejar de forma eficaz los aspectos internos de la empresa y reconocer si están aptas para la adopción de nueva tecnología se pueden generar mayores y mejores beneficios (Delgado & Mora, 2017).

Alrededor de estos proyectos hay muchas incertidumbres, las cuales incluyen al consumidor, respuestas del mercado, regulaciones, cambios en el desempeño de las TI, estándares tecnológicos y competencia; todas estas tienen un impacto en la disposición de las empresas para adoptar nueva tecnología (Kauffman et al., 2015).

Tabla 19  
*Caracterización del factor RIESGO (Revisión Literaria)*

| Propiedades          |                       | Descripción   |   |
|----------------------|-----------------------|---|---|
| Áreas Involucradas   |                       | Todas las Áreas.  |   |
| Objetivo             |                       | Conocer los riesgos asociados que tiene las IES en un proceso de inversión de nueva tecnología. |   |
| Alcance              |                       | Todas las Áreas.  |   |
| Variables del Factor | Resistencia al cambio | Importancia   | Los estudiantes y todos los entes dentro de las IES presentan un nivel de competencias en tecnología y por lo tanto se debe conocer su nivel de aceptación al cambio, cuánto se demoran en tener estas competencias, cuáles son sus dimensiones y categorías para conocer de mejor forma cómo afectan las nuevas tecnologías a la población universitaria y si esta presenta competencias claras para la adopción de la misma o al contrario tecnologías similares han sido rechazadas (Mantilla, Sayavedra & Alfonso, 2014). |
|                      |                       | Descripción   | Mide el grado de aceptación de una nueva tecnología.  |

|                              |               |               |   |
|------------------------------|---------------|---------------|---|
|                              |               | Restricciones | Solo se tiene en cuenta a las personas que van a hacer uso constante de la nueva tecnología.  |
| Periodo de apropiación       | Importancia   |               | Aunque el uso de las nuevas tecnologías en la educación es un hecho, no se conoce el impacto de las mismas dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje; por lo tanto, es importante conocer el nivel de apropiación y el tiempo que se necesita para que los usuarios de las nuevas tecnologías hagan el uso adecuado de las mismas, de lo contrario representan un riesgo para las inversiones en nuevas tecnologías (Gonzales & Angrino, 2015).   |
|                              | Descripción   |               | Mide el tiempo que se necesita para que los usuarios de las nuevas tecnologías hagan el uso adecuado de las mismas.   |
|                              | Restricciones |               | Solo se tiene en cuenta a las personas que van a hacer uso constante de la nueva tecnología.  |
| Periodo adecuación           | Importancia   |               | El riesgo de adecuación se presenta como un riesgo que debe ser gestionado. Cualquier implementación tecnológica presenta un riesgo de adecuación o instalación dentro de la organización, donde se debe prever las demoras tanto físicas como de gestión que puede presentar la integración de una nueva tecnología (ISACA, 2014).   |
|                              | Descripción   |               | Es el tiempo y los recursos empleados en la adecuación de instalaciones para garantizar el correcto uso de la tecnología adquirida  |
|                              | Restricciones |               | Se tiene en cuenta solo las adecuaciones que presentan modificaciones de infraestructura.   |
| Financiero                   | Importancia   |               | Las inversiones tecnológicas implican altos costos y las organizaciones suelen pasar por alto, varios gastos indirectos asociados a su implementación. El costo de implementación de un sistema de TI a menudo incluye costos directos de hardware, software comprado y recursos de consultoría, así como costos indirectos para el personal interno de programación y asignación de proyectos (equipo, espacio de oficina, gastos generales), se deben incluir los costos de diseño de entrenamiento, entrega y asistencia. Los costos de mantenimiento del sistema (tanto en dinero como en tiempo) suelen pasarse por alto en las evaluaciones de costos (CCPACE, 2014). |
|                              | Descripción   |               | Valoración financiera sobre la inversión  |
|                              | Restricciones |               | No se evalúa si la inversión es considerada mínima para la organización.  |
| Flexibilidad (Ciclo de Vida) | Importancia   |               | La tecnología está en constante cambio por lo tanto se tiene un riesgo presente de desactualización que GARTNER evalúa por medio del HYPE CYCLE, una metodología que permite establecer el momento del ciclo de vida en el que se encuentra alguna tecnología que se desea adquirir, es una herramienta que ayuda a prevenir  |

|  |                             |               |  |
|--|-----------------------------|---------------|--|
|  |                             |               | la compra de nueva tecnología que podría perder su valor en muy corto tiempo. (Gartner, 2017)  |
|  |                             | Descripción   | Valoración del ciclo de vida de la tecnología a adquirir de acuerdo con las fases establecidas por Gartner.  |
|  |                             | Restricciones | Si la compra es una actualización no se tiene en cuenta el ciclo de vida.  |
|  | Seguridad de la información | Importancia   | Los ciberataques representan el cuarto riesgo tecnológico más fuerte a nivel mundial, por lo tanto, cada vez es más importante evaluar los mecanismos de seguridad de la información que tienen las nuevas tecnologías que se adquieren por las organizaciones, con el fin de preservar la información confidencial del negocio (AON, 2017). |
|  |                             | Descripción   | Es el grado de vulnerabilidad que tiene la información en la tecnología a adquirir.  |
|  |                             | Restricciones | Solo se tiene en cuenta la tecnología que presenta un flujo o almacenamiento de información.   |

Fuente: Autores

Tabla 20  
*Caracterización del factor RIESGO (Encuesta)*

| Medición             | Descripción                            |
|----------------------|--|
| Frecuencia           | 16/46                                  |
| Impacto              | 3,57/5                                 |
| Grado de Importancia | Resistencia al cambio 3,52/5           |
|                      | Periodo de Apropiación 3,35/5          |
|                      | Periodo de adecuación 3,57/5           |
|                      | Flexibilidad (ciclo de vida) 3,43/5    |
|                      | Autonomía sobre la Adquisición. 3,26/5 |
|                      | Seguridad de la información 3,70/5     |
|                      | Financiero 3,35/5                      |

Fuente: Autores

### Indicadores Propuestos

Para cada uno de los factores caracterizados se propusieron indicadores que permiten evaluar cada una de las variables que integran los factores. Los indicadores fueron propuestos por los autores de la investigación. A continuación, se definen cada uno de ellos, se expresan sus fórmulas y de ser necesario se muestran anotaciones aclaratorias.

#### 1) Recursos

- Personal TI → Relación directa entre el personal disponible en la compañía y el necesario para el manejo de la nueva tecnología

$$Personal\ TI = \frac{Personal\ Disponible}{Personal\ Necesario} \times 100\%$$

*Nota: Si el porcentaje es menor al 100% se considerará un indicador poco favorable y que se debe analizar más a fondo.*

- Suministros → Indica la necesidad de adquirir suministros periódicamente para el funcionamiento adecuado de la nueva tecnología

$$Suministros = \begin{matrix} No\ se\ requiere \\ Anual \\ Semestral \\ Trimestral \\ Mensual \end{matrix}$$

*Nota: Si la necesidad es muy frecuente se debe analizar mejor el indicador, pues mostraría un costo adicional a tener en cuenta*

- Infraestructura → Relación directa entre el costo de las adecuaciones y el costo de la nueva tecnología

$$\text{Infraestructura} = \frac{\text{Costo de Adecuaciones}}{\text{Costo de Nueva Tecnología}} \times 100\%$$

*Nota: Si el porcentaje es superior al 40% representa un riesgo que debe ser analizado previo a la compra*

## 2) Partes Interesadas

- Impacto en las partes interesadas → Indica el impacto que tiene la nueva tecnología en cada una de las partes interesadas

$$\text{Impacto en las partes interesadas} = \begin{matrix} \text{Muy Bajo Impacto} \\ \text{Bajo Impacto} \\ \text{Impacto Medio} \\ \text{Alto Impacto} \\ \text{Muy Alto Impacto} \end{matrix}$$

*Nota: Las partes interesadas a considerar son Comunidad estudiantil, Académicos, Administrativos y Grupo de Investigación.*

## 3) Procesos Internos

- Disminución de Tiempo → Indica el porcentaje de tiempo que se disminuye con la aplicación de la nueva tecnología en una actividad o proceso determinado

$$\text{Disminución de Tiempo} = \frac{\text{Tiempo Actual} - \text{Tiempo Proyectado}}{\text{Tiempo Actual}} \times 100\%$$

*Nota: Un porcentaje negativo indica que no hubo disminución en el tiempo, sino que la actividad determinada toma más tiempo con la nueva tecnología.*

- Generación de Nuevo Conocimiento → Indica si la nueva tecnología impulsa, facilita o apoya la generación de conocimiento

$$\text{Generación de Conocimiento} = \begin{array}{l} \text{No Aporta} \\ \text{Aporta en Cierta Medida} \\ \text{Aporta en Gran Medida} \end{array}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Procesos Reducidos → Indica el porcentaje de procesos reducidos gracias a la implementación de nueva tecnología

$$\text{Procesos Reducidos} = \frac{\#Procesos \text{ Actuales} - \#Procesos \text{ Proyectados}}{\#Procesos \text{ Actuales}} \times 100\%$$

*Nota: Un porcentaje negativo indica que no hubo disminución en el tiempo, sino que la actividad determinada toma más tiempo con la nueva tecnología.*

- Innovación → Respuesta media a la pregunta: ¿En qué medida la adquisición de la nueva tecnología aporta a la innovación de la institución?

$$\text{Innovación} = \begin{array}{l} \text{No Aporta} \\ \text{Aporta en Cierta Medida} \\ \text{Aporta en Gran Medida} \end{array}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Reducción de Recursos → Indica el porcentaje de disminución en los costos de los recursos utilizados gracias a la implementación de nueva tecnología

$$\text{Reducción de Recursos} = \frac{\text{Costo Recursos Actuales} - \text{Costo Recursos Proyectados}}{\text{Costo Recursos Actuales}} \times 100\%$$

#### 4) Apropiación TIC

- Habilidades TIC → Indica el nivel promedio de las habilidades TIC que presentan los usuarios finales de la nueva tecnología

$$\text{Habilidades TIC} = \begin{matrix} \text{Muy Baja} \\ \text{Baja} \\ \text{Ni Baja Ni Alta} \\ \text{Alta} \\ \text{Muy Alta} \end{matrix}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Tiempo de Entrenamiento → # de horas requerido para el entrenamiento del personal en el uso de la nueva tecnología; a mayor # de horas, más desfavorable es el indicador

$$\text{Tiempo de Entrenamiento} = \# \text{ de horas dedicadas al entrenamiento en la nueva tecnología}$$

*Nota: Se toma como punto de referencia un entrenamiento de 8 horas*

- Similitud → Nivel de similitud que tiene la tecnología a adquirir con la tecnología actualmente en uso

$$\text{Similitud} = \begin{matrix} \text{Muy Baja} \\ \text{Baja} \\ \text{Ni Baja Ni Alta} \\ \text{Alta} \\ \text{Muy Alta} \end{matrix}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Frecuencia de Uso → Indica la frecuencia de uso que tendría la tecnología a adquirir; a mayor uso, es más favorable el indicador

$$\text{Frecuencia de Uso} = \begin{matrix} \text{Muy Baja} \\ \text{Baja} \\ \text{Ni Baja Ni Alta} \\ \text{Alta} \\ \text{Muy Alta} \end{matrix}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Tiempo de Sensibilización → # de horas requerido para la sensibilización del personal en el uso de la nueva tecnología; a mayor # de horas, más desfavorable es el indicador

$$\text{Tiempo de Sensibilización} = \# \text{ de horas dedicadas a la sensibilización en la nueva tecnología}$$

*Nota: Se toma como punto de referencia un tiempo de sensibilización de 2 horas mínimo*

- Usabilidad → Es la medida en la que la nueva tecnología se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado.

$$Usabilidad = \begin{matrix} Muy Baja \\ Baja \\ Ni Baja Ni Alta \\ Alta \\ Muy Alta \end{matrix}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

#### 5) Riesgos

- Resistencia al Cambio → Mide el grado de aceptación a los cambios organizacionales

$$Resistencia\ al\ cambio = \begin{matrix} Muy Baja \\ Baja \\ Ni Baja Ni Alta \\ Alta \\ Muy Alta \end{matrix}$$

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- Tiempo de Apropiación → Evalúa el tiempo aproximado que requiere el personal para la apropiación de la nueva tecnología

*Tiempo de Apropiación* = *Muy Bajo*  
*Bajo*  
*Ni Bajo Ni Alto*  
*Alto*  
*Muy Alto*

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- *Tiempo de Adecuación* → Evalúa el tiempo aproximado que se requiere para adecuar las instalaciones para el uso de la nueva tecnología

*Tiempo de Adecuación* = *Muy Bajo*  
*Bajo*  
*Ni Bajo Ni Alto*  
*Alto*  
*Muy Alto*

*Nota: El resultado del siguiente indicador representa una percepción del usuario final del modelo*

- *Ciclo de Vida* → Establece en cual fase del ciclo de vida se encuentra la tecnología a adquirir, se hace con base en el ciclo de vida de Gartner

*Ciclo de Vida* = *Lanzamiento*  
*Pico de Sobre-expectación*  
*Pendiente de Decepciones*  
*Rampa de Ilustración*  
*Meseta de Productividad*

*Nota: El resultado está definido por Gartner*

- Seguridad de la Información → Mide el grado de vulnerabilidad que tiene la información en la tecnología a adquirir

*Muy Baja*  
*Baja*  
*Seguridad de la Información = Ni Baja Ni Alta*  
*Alta*  
*Muy Alta*

*Nota: El resultado del indicador será positivo entre “más alta” se considere la seguridad de la información asociada a la nueva tecnología*

- Nivel de Riesgo Financiero → Respuesta media a las preguntas relacionadas con el riesgo financiero

1. *¿La inversión tecnológica excede lo presupuestado?*
2. *¿La institución debe solicitar un crédito para la compra de la nueva tecnología?*
3. *¿Se deben recurrir a gastos asociados a consultoría y entrenamiento?*
4. *¿Presenta un grado de obsolescencia alto?*
5. *¿Presenta costos de mantenimiento altos?*

*Nota: Las preguntas tienen como únicas respuestas SI o NO, a mayores respuestas afirmativas, mayor será el riesgo.*

## 6) Normatividad

- Uso Regulatorio → Indica si la nueva tecnología se debe adquirir para dar cumplimiento a normas y/o leyes

*¿La tecnología a adquirir es para dar cumplimiento a una normatividad nacional?*

*Nota: La pregunta tiene como únicas respuestas SI o NO, de ser afirmativa influye positivamente en la compra, de lo contrario no tiene incidencia en el factor*

- Nivel de Servicio → Indica si la nueva tecnología mejorará los niveles de servicio de la organización

*¿La tecnología a adquirir mejora la calidad del servicio brindado por la institución?*

*Nota: La pregunta tiene como únicas respuestas SI o NO, de ser afirmativa influye positivamente en la compra, de lo contrario no tiene incidencia en el factor*

- Políticas Internas → Indica si la nueva tecnología se debe adquirir para dar cumplimiento a políticas internas

*¿La tecnología a adquirir es para dar cumplimiento a políticas internas de la institución?*

*Nota: La pregunta tiene como únicas respuestas SI o NO, de ser afirmativa influye positivamente en la compra, de lo contrario no tiene incidencia en el factor*

### **Modelo Para La Toma De Decisiones En La Inversión Tecnológica**

Se concibe el modelo de esta investigación como una serie de pasos lógicos que al ser ejecutados van a brindar una valoración de los factores internos definidos anteriormente, que permiten establecer la favorabilidad de adquirir o no una nueva tecnología, como se muestra en la figura 19.

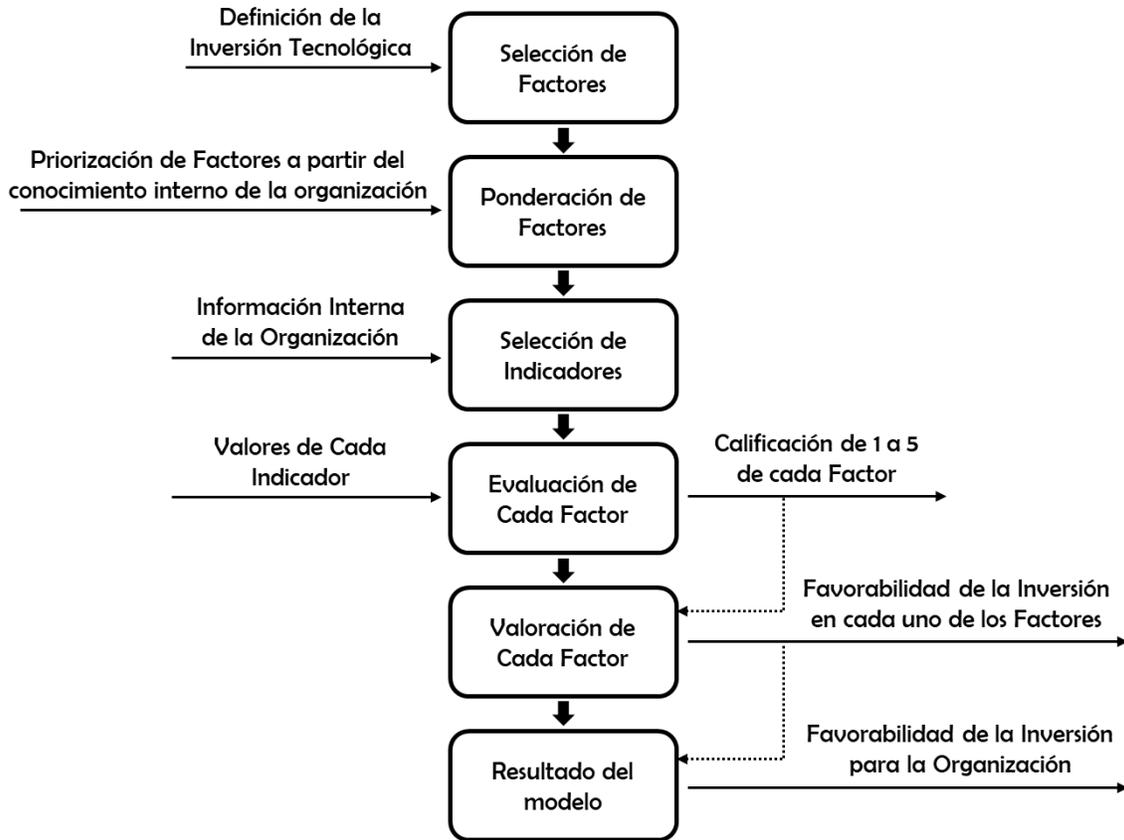


Figura 19. Modelo Para la Toma de Decisiones de Inversión Tecnológica con Base en un Análisis Interno de las Instituciones de Educación Superior

Fuente: Autores

Paso 1: Selección de Factores

Se definieron 6 factores que son relevantes al momento de realizar una inversión tecnológica: Recursos, Partes Interesadas, Apropiación TIC, Riesgos, Procesos Internos y Normatividad. El modelo está diseñado para que el usuario final seleccione cual o cuales de esos factores son relevantes para la inversión específica que va a realizar la institución, ya que no necesariamente todos los factores deben ser analizados a profundidad.

Paso 2: Ponderación de Factores

Después de realizar la encuesta a las IES de la región, fue posible determinar el grado de importancia que las instituciones le dan a cada uno de los factores sugeridos al momento de analizar una inversión tecnológica. Los valores se muestran en la siguiente tabla, pero para efectos del modelo, el usuario final puede elegir seguir esa ponderación o definir el grado de importancia de los factores que previamente decidió analizar.

Tabla 21

*Ponderación de los Factores*

| Factor             | Ponderación |
|--------------------|-------------|
| Recursos           | 23%         |
| Partes Interesadas | 21%         |
| Apropiación TIC    | 11%         |
| Riesgos            | 14%         |
| Procesos Internos  | 18%         |
| Normatividad       | 13%         |

*Fuente:* Autores

Paso 3: Selección de Indicadores

Después de seleccionar los factores que se van a analizar y la ponderación que tiene cada uno de ellos para una inversión tecnológica determinada, se eligen los indicadores dentro de cada factor que son relevantes estudiar. Ya que no todas las adquisiciones cuentan con las mismas condiciones, el modelo propuesto presenta una gama de indicadores que cubren diferentes escenarios, pero no es necesario trabajar con todos ellos, eso dependerá de la percepción e intención del usuario final del modelo.

Paso 4: Evaluación de Cada Factor

Cada uno de los factores tiene indicadores asociados que permite hacer una evaluación de los mismos; se define una escala de 1 a 5, donde 1 indica una menor favorabilidad asociada a la

compra y 5 indica lo contrario. Algunos indicadores tienen mediciones numéricas y otros se basan en la percepción del usuario final del modelo, pero todos los indicadores se valoran en la misma escala una vez se transforman y homogenizan los datos. A continuación, se muestra el ajuste de los resultados para transformarlos a la escala de 1 a 5 definida.

Tabla 22  
*Evaluación del factor RECURSOS*

| <b>Factor: Recursos</b> |                  |                       |
|-------------------------|------------------|-----------------------|
| <b>Indicador</b>        | <b>Resultado</b> | <b>Transformación</b> |
| Personal TI             | < 20%            | 1                     |
|                         | 20% - 40%        | 2                     |
|                         | 41% - 60%        | 3                     |
|                         | 61% - 80%        | 4                     |
|                         | > 80%            | 5                     |
| Suministros             | Mensual          | 1                     |
|                         | Trimestral       | 2                     |
|                         | Semestral        | 3                     |
|                         | Anual            | 4                     |
|                         | No se Requiere   | 5                     |
| Infraestructura         | > 80%            | 1                     |
|                         | 61% - 80%        | 2                     |
|                         | 41% - 60%        | 3                     |
|                         | 20% - 40%        | 4                     |
|                         | < 20%            | 5                     |

Fuente: Autores

$$Recursos = \frac{\sum_i^n Valoración\ de\ indicadores_{Recursos}}{n}$$

$n =$  Cantidad de indicadores seleccionados para el modelo

Ejemplo:

Personal TI = 73%

Suministros = Semestral

Infraestructura = 5%

Al transformar los resultados de cada uno de los indicadores, se obtiene la siguiente valoración para los mismos:

Personal TI = 4  
 Suministros = 3  
 Infraestructura = 5  
 n = 3

$$\text{Recursos} = \frac{4 + 3 + 5}{3} = 4$$

Tabla 23

Evaluación del factor PARTES INTERESADAS

| Factor: Partes Interesadas        |                  |                |
|-----------------------------------|------------------|----------------|
| Indicador                         | Resultado        | Transformación |
| Impacto en las Partes Interesadas | Muy Bajo Impacto | 1              |
|                                   | Bajo Impacto     | 2              |
|                                   | Impacto Medio    | 3              |
|                                   | Alto Impacto     | 4              |
|                                   | Muy Alto Impacto | 5              |

Fuente: Autores

$$\text{Partes Interesadas} = \frac{\sum_i^n \text{Valoración de indicadores}_{\text{Partes Interesadas}}}{n}$$

Tabla 24

Evaluación del factor PROCESOS INTERNOS

| Factor: Procesos Internos  |                         |                |
|----------------------------|-------------------------|----------------|
| Indicador                  | Resultado               | Transformación |
| Disminución de Tiempo      | < 20%                   | 1              |
|                            | 20% - 40%               | 2              |
|                            | 41% - 60%               | 3              |
|                            | 61% - 80%               | 4              |
|                            | > 80%                   | 5              |
| Generación de Conocimiento | No Aporta               | 1              |
|                            | Aporta en Cierta Medida | 3              |
|                            | Aporta en Gran Medida   | 5              |
| Procesos Reducidos         | < 20%                   | 1              |
|                            | 20% - 40%               | 2              |
|                            | 41% - 60%               | 3              |
|                            | 61% - 80%               | 4              |
|                            | > 80%                   | 5              |
| Innovación                 | No Aporta               | 1              |
|                            | Aporta en Cierta Medida | 3              |
|                            | Aporta en Gran Medida   | 5              |
| Reducción de Recursos      | < 20%                   | 1              |

|  |           |   |
|--|-----------|---|
|  | 20% - 40% | 2 |
|  | 41% - 60% | 3 |
|  | 61% - 80% | 4 |
|  | > 80%     | 5 |

Fuente: Autores

$$\text{Procesos Internos} = \frac{\sum_i^n \text{Valoración de indicadores}_{\text{Procesos Internos}}}{n}$$

Tabla 25

Evaluación del factor APROPIACIÓN TIC

| <b>Factor: Apropiación</b> |                     |                       |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| <b>Indicador</b>           | <b>Resultado</b>    | <b>Transformación</b> |
| Habilidades TIC            | Muy Baja            | 1                     |
|                            | Baja                | 2                     |
|                            | Ni Baja Ni Alta     | 3                     |
|                            | Alta                | 4                     |
|                            | Muy Alta            | 5                     |
| Tiempo de Entrenamiento    | > 80 horas          | 1                     |
|                            | 41 horas – 80 horas | 2                     |
|                            | 20 horas -40 horas  | 3                     |
|                            | 8 horas -20 horas   | 4                     |
|                            | < 8 horas           | 5                     |
| Similitud                  | Muy Baja            | 1                     |
|                            | Baja                | 2                     |
|                            | Ni Baja Ni Alta     | 3                     |
|                            | Alta                | 4                     |
|                            | Muy Alta            | 5                     |
| Frecuencia de Uso          | Muy Baja            | 1                     |
|                            | Baja                | 2                     |
|                            | Ni Baja Ni Alta     | 3                     |
|                            | Alta                | 4                     |
|                            | Muy Alta            | 5                     |
| Tiempo de Sensibilización  | > 40 horas          | 1                     |
|                            | 21 horas – 40 horas | 2                     |
|                            | 11horas -20 horas   | 3                     |
|                            | 2 horas -10 horas   | 4                     |
|                            | < 2 horas           | 5                     |
| Usabilidad                 | Muy Baja            | 1                     |
|                            | Baja                | 2                     |
|                            | Ni Baja Ni Alta     | 3                     |
|                            | Alta                | 4                     |
|                            | Muy Alta            | 5                     |

Fuente: Autores

$$Apropiación = \frac{\sum_i^n \text{Valoración de indicadores}_{Apropiación}}{n}$$

Tabla 26

*Evaluación del factor RIESGOS*

| <b>Factor: Riesgos</b>      |                            |                       |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| <b>Indicador</b>            | <b>Resultado</b>           | <b>Transformación</b> |
| Resistencia al Cambio       | Muy Alta                   | 1                     |
|                             | Alta                       | 2                     |
|                             | Ni Baja Ni Alta            | 3                     |
|                             | Baja                       | 4                     |
|                             | Muy Baja                   | 5                     |
| Tiempo de Apropiación       | Muy Alto                   | 1                     |
|                             | Alto                       | 2                     |
|                             | Ni Bajo Ni Alto            | 3                     |
|                             | Bajo                       | 4                     |
|                             | Muy Bajo                   | 5                     |
| Tiempo de Adecuación        | Muy Alto                   | 1                     |
|                             | Alto                       | 2                     |
|                             | Ni Bajo Ni Alto            | 3                     |
|                             | Bajo                       | 4                     |
|                             | Muy Bajo                   | 5                     |
| Ciclo de Vida               | Lanzamiento                | 1                     |
|                             | Pico de Sobre-expectación  | 2                     |
|                             | Pendiente de Decepción     | 3                     |
|                             | Rampa de Ilustración       | 4                     |
|                             | Meseta de Productividad    | 5                     |
| Seguridad de la Información | Muy Baja                   | 1                     |
|                             | Baja                       | 2                     |
|                             | Ni Baja Ni Alta            | 3                     |
|                             | Alta                       | 4                     |
|                             | Muy Alta                   | 5                     |
| Nivel de Riesgo Financiero  | 5 Respuestas Afirmativas   | 1                     |
|                             | 4 Respuestas Afirmativas   | 2                     |
|                             | 3 Respuestas Afirmativas   | 3                     |
|                             | 2-1 Respuestas Afirmativas | 4                     |
|                             | 0 Respuestas Afirmativas   | 5                     |

Fuente: Autores

$$Riesgos = \frac{\sum_i^n \text{Valoración de indicadores}_{Riesgos}}{n}$$

Tabla 27

*Evaluación del factor NORMATIVIDAD*

| <b>Factor: Normatividad</b> |                  |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| <b>Indicador</b>            | <b>Resultado</b> | <b>Transformación</b> |
| Uso Regulatorio             | No               | 1                     |
|                             | Si               | 5                     |
| Nivel de Servicio           | No               | 1                     |
|                             | Si               | 5                     |
| Políticas Internas          | No               | 1                     |
|                             | Si               | 5                     |

*Fuente:* Autores

$$Normatividad = \frac{\sum_i^n Valoración\ de\ indicadores_{Normatividad}}{n}$$

Paso 5: Valoración de los factores

La valoración de los factores está dada en una escala de 1 a 5 utilizando como base la escala Likert lo cual está definida como se muestra en la tabla 28 y así es posible tener una evaluación clara sobre cada uno de los factores con base en la compra de la tecnología que se evalúa.

Tabla 28

*Escala Likert*

| <b>VALOR</b> | <b>RESULTADO</b>               |
|--------------|--------------------------------|
| <b>1</b>     | Muy en desacuerdo              |
| <b>2</b>     | Algo en desacuerdo             |
| <b>3</b>     | Ni de acuerdo ni en desacuerdo |
| <b>4</b>     | Algo de acuerdo                |
| <b>5</b>     | Muy de acuerdo                 |

*Fuente:* Autores

Después de la valoración de los indicadores de forma individual, se realiza un promedio para tener un valor aproximado de forma general en todo el factor. A partir de este valor numérico se puede tener una apreciación sobre qué tan favorable o desfavorable es la influencia de la inversión sobre el factor con base en los indicadores evaluados.

Tabla 29

Valoración de los factores

| Valor | Evaluación  |
|-------|---|
| 1     | Muy en desacuerdo con la favorabilidad que tiene la inversión para el factor de recursos dentro de la organización              |
| 2     | Algo en desacuerdo con la favorabilidad que tiene la inversión para el factor de recursos dentro de la organización             |
| 3     | Ni de acuerdo ni en desacuerdo con la favorabilidad que tiene la inversión para el factor de recursos dentro de la organización |
| 4     | Algo de acuerdo con la favorabilidad que tiene la inversión para el factor de recursos dentro de la organización                |
| 5     | Muy de acuerdo con la favorabilidad que tiene la inversión para el factor de recursos dentro de la organización                 |

Fuente: Autores

Se realiza una representación gráfica para visualizar el estado del factor frente a cada uno de los indicadores para lo cual se realiza un gráfico de radiales, donde se puede visualizar utilizando la escala de Likert como se aprecia a continuación.

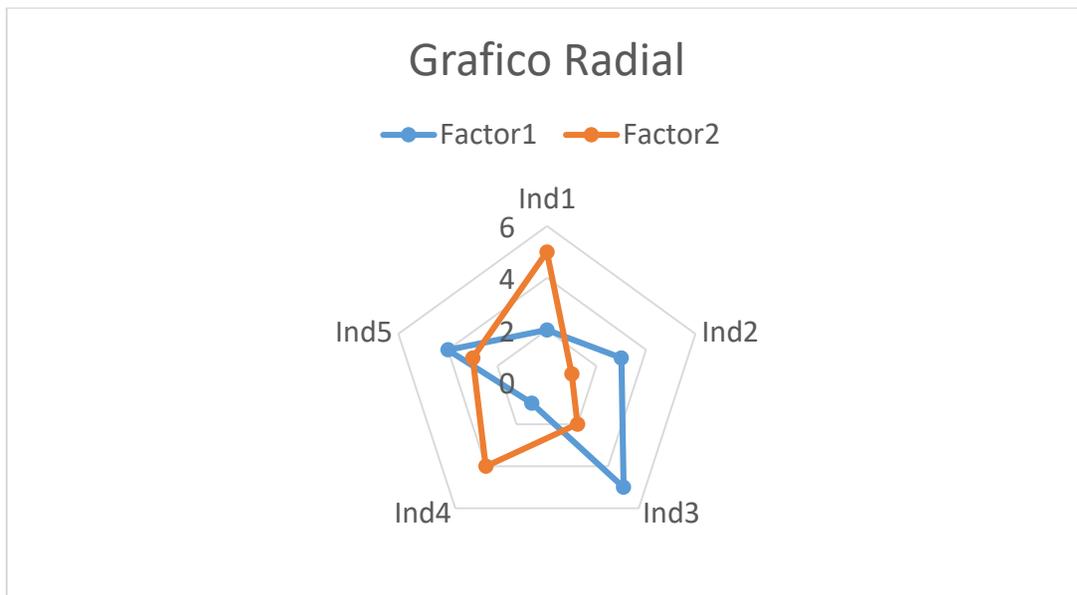


Figura 20. Gráfico Radial

Fuente: Autores

Este grafico le permite al usuario conocer sus puntos fuertes y débiles de una forma gráfica permitiéndole tomar decisiones más acertadas frente a la inversión con relación al estado real de sus instituciones.

#### Paso 6: Resultados Finales del Modelo

Una vez se obtiene la valoración de cada factor, se hace una valoración final junto con una recomendación respecto a la inversión a realizar y un gráfico radial para mostrar comparativamente los factores. Para obtener el valor final, se tienen en cuenta los resultados de cada factor junto con la ponderación que se le dio a los mismos. A continuación, se muestra la fórmula empleada para llegar al valor.

$$Valoración\ final = \sum_{i=1}^n Factor_i * Ponderación_i$$

Donde *Ponderación* es la ponderación que el usuario final del modelo le asigna a cada factor y *n* es el número de factores que se eligieron para el análisis.

Finalmente, dependiendo del resultado se hace una sugerencia sobre la favorabilidad que presenta la inversión para la Institución.

Tabla 30  
*Valoración final*

| <b>Valor</b> | <b>Evaluación</b>  |
|--------------|--|
| <b>1</b>     | La inversión presenta un nivel muy bajo de favorabilidad para la institución, por lo tanto, no es recomendable realizar la inversión.  |
| <b>2</b>     | La inversión presenta un nivel bajo de favorabilidad para la institución, por lo tanto, no es recomendable realizar la inversión a menos que se mejoren las condiciones internas para la inversión y teniendo en cuenta altos costos asociados |
| <b>3</b>     | La inversión presenta aspectos tanto favorables como desfavorables para la institución, solo se recomienda si los factores de mayor ponderación son los que tienen una mayor favorabilidad dentro del modelo.                                  |

|          |  |
|----------|--|
| <b>4</b> | La inversión presenta un alto nivel de favorabilidad para la institución, por lo tanto, se recomienda realizar la inversión teniendo en cuenta que pueden existir mejoras en las condiciones internas. |
| <b>5</b> | La inversión presenta un muy alto nivel de favorabilidad para la institución, por lo tanto, se recomienda realizar la inversión.   |

*Fuente:* Autores

## Herramienta

Una vez se construyó el modelo, se tienen los elementos necesarios para desarrollar una herramienta tecnológica que permita su visualización y uso por parte del público objetivo, quienes son los directores de programas académicos, con un amplio conocimiento de cada una de las instituciones. A continuación, se muestra de manera general el contenido de la herramienta y se presenta como anexo a esta investigación.



*Figura 21.* Página de Inicio de la Herramienta

*Fuente:* Autores

🏠
QUICK TIPS

Ten en cuenta las siguientes recomendaciones para navegar adecuadamente por la herramienta

**Conoce los Factores**

Antes de empezar los pasos del modelo, revisa la pestaña de **factores**, ahí encontrarás el significado y la importancia de cada uno de ellos, así como los indicadores asociados a ellos

**Sigue los Pasos en Orden**

Los modelos son una serie de pasos secuenciales que se deben seguir para llegar a un objetivo, es necesario que **sigas los pasos en orden** y no te saltes ninguno para obtener el resultado deseado

**Selección de Factores e Indicadores**

Figura 22. Manual de la Herramienta

Fuente: Autores

🏠
Factores e Indicadores

| Factor          | Variable        | Importancia  | Descripción de Variable   | Indicador                    | Descripción del Indicador   |
|-----------------|-----------------|--|---|------------------------------|---|
| <b>Recursos</b> | Personal TI     | Los recursos TI incluye a quienes desempeñan un rol crítico en el soporte del negocio. Este aspecto apunta a alcanzar 3 metas corporativas de COBIT: Optimización de los costes de entrega del servicio, optimización de los costes de los procesos de negocio y productividad operacional y de los empleados. | Personal necesario y capacitado para el correcto uso u operación de una nueva tecnología dentro de la compañía.         | % Personal TI                | Relación directa entre el personal disponible en la compañía y el necesario para el manejo de la nueva tecnología |
|                 | Suministros     | Las estrategias para la adquisición de nuevas tecnologías deben tener en cuenta los acuerdos de suministro, si son internos, externos o ambos. (ISO/IEC 38500, 2008). Siendo los suministros un costo adicional y recurrente para el buen funcionamiento de la nueva tecnología.                               | Hace referencia a los productos complementarios y de compra periódica para el funcionamiento adecuado de la tecnología. | Necesidad de Suministros     | Indica la necesidad de adquirir suministros periódicamente para el funcionamiento adecuado de la nueva tecnología |
|                 | Infraestructura | Se debería incluir la valoración de la capacidad de la infraestructura actual de TI de cara a soportar los requerimientos futuros del negocio y la consideración de futuros desarrollos tecnológicos que podrían proporcionar una ventaja competitiva y/u optimizar los costes.                                | Hace referencia a la adecuación de instalaciones para el uso de la nueva tecnología.                                    | Necesidad de Infraestructura | Relación directa entre el costo de las adecuaciones y el costo de la nueva tecnología                             |

Figura 23. Información de Factores e Indicadores

Fuente: Autores

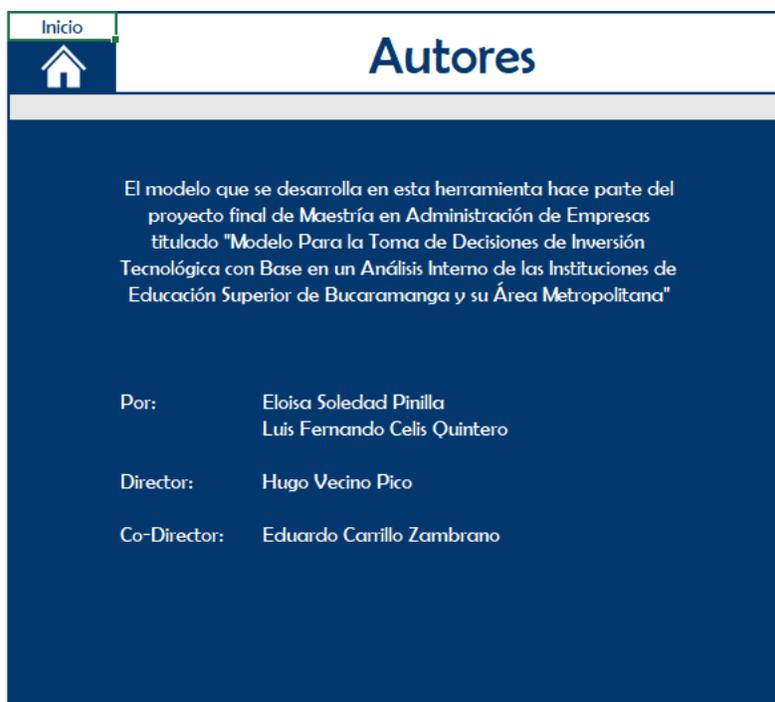


Figura 24. Información Autores

Fuente: Autores

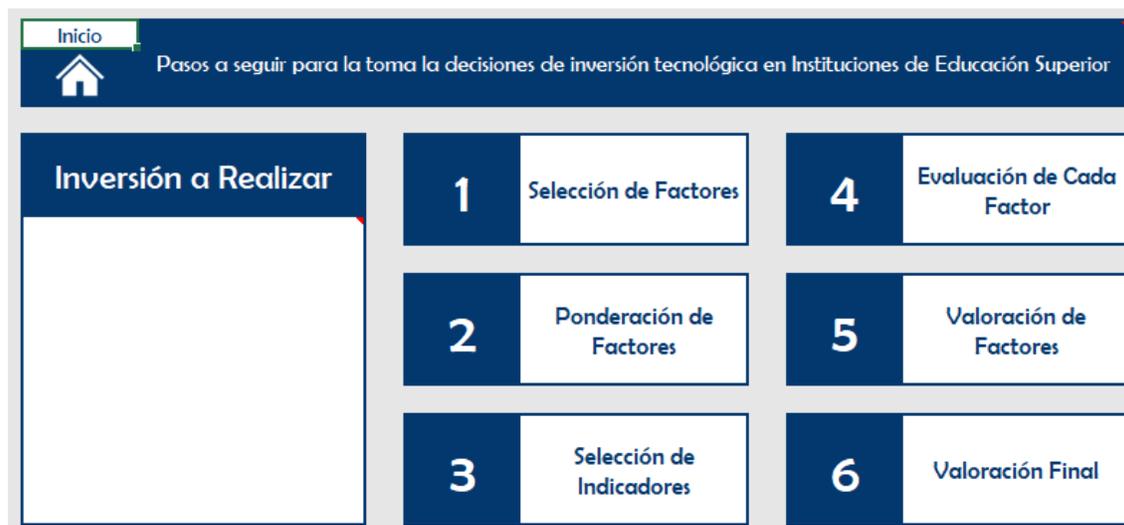


Figura 25. Pasos del Modelo que Alimenta la Herramienta

Fuente: Autores



Figura 26. Paso 1 - Selección de Factores

Fuente: Autores

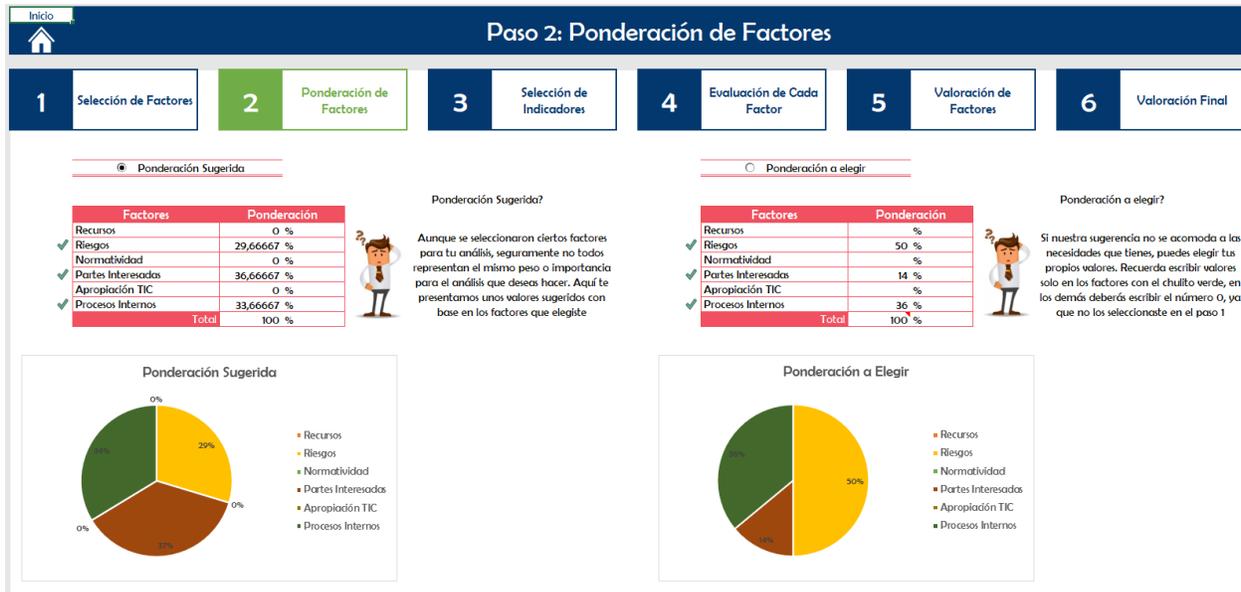


Figura 27. Paso 2 - Ponderación de Factores

Fuente: Autores

**Paso 3: Selección de Indicadores**

1 Selección de Factores | 2 Ponderación de Factores | 3 Selección de Indicadores | 4 Evaluación de Cada Factor | 5 Valoración de Factores | 6 Valoración Final

\*Recursos: No Seleccionado | Riesgos | \*Normatividad: No Seleccionado | Partes Interesadas | \*Apropiación TIC: No Seleccionado | Procesos Internos

Personal  
 Suministros  
 Infraestructura

Resistencia al Cambio  
 Tiempo de Apropiación  
 Tiempo de Adecuación  
 Ciclo de Vida  
 Seguridad de la Información  
 Nivel de Riesgo Financiero

Uso Regulatorio  
 Nivel de Servicio  
 Políticas Internas

Comunidad Estudiantil  
 Académicos  
 Administrativos  
 Grupos de Investigación

Habilidades TIC  
 Tiempo de Entrenamiento  
 Similitud  
 Frecuencia de Uso  
 Tiempo de Sensibilización  
 Usabilidad

Diminución de Tiempo  
 Generación de Conocimiento  
 Procesos Reducidos  
 Innovación  
 Reducción de Recursos

Cada uno de los factores tiene asociados unos indicadores para su medición, en este paso vas a hacer clic en las casillas junto a los indicadores que deseas analizar. Pero ten cuidado, sólo puedes elegir aquellos ubicados debajo de los factores en las casillas verdes (que fueron los factores que seleccionaste en el paso 1)

[Conoce más sobre los Indicadores](#)

Figura 28. Paso 3 – Selección de Indicadores

Fuente: Autores

**Paso 4: Evaluación de Cada Factor**

1 Selección de Factores | 2 Ponderación de Factores | 3 Selección de Indicadores | 4 Evaluación de Cada Factor | 5 Valoración de Factores | 6 Valoración Final

Recursos |  Riesgos | Normatividad |  Partes Interesadas | Apropiación TIC |  Procesos Internos

| Procesos Internos                   | Seleccionado                        | Indicador                  | Datos   | Resultado                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|--|
|                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                            | Diminución de Tiempo  | Tiempo Actual: 20<br>Tiempo Proyectado: 10 |
| <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | Generación de Conocimiento | Aporta en Gran Medida   | Aporta en Gran Medida                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | Procesos Reducidos         | # Procesos Actuales: 15<br># Procesos proyectados: 2              | 87%  |
| <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | Innovación                 | No Aporta   | No Aporta                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | Reducción de Recursos      | Costo Recursos Actuales: 5120<br>Costo Recursos Proyectados: 3520 | 31%  |

Figura 29. Paso 4 – Evaluación de Cada Factor

Fuente: Autores

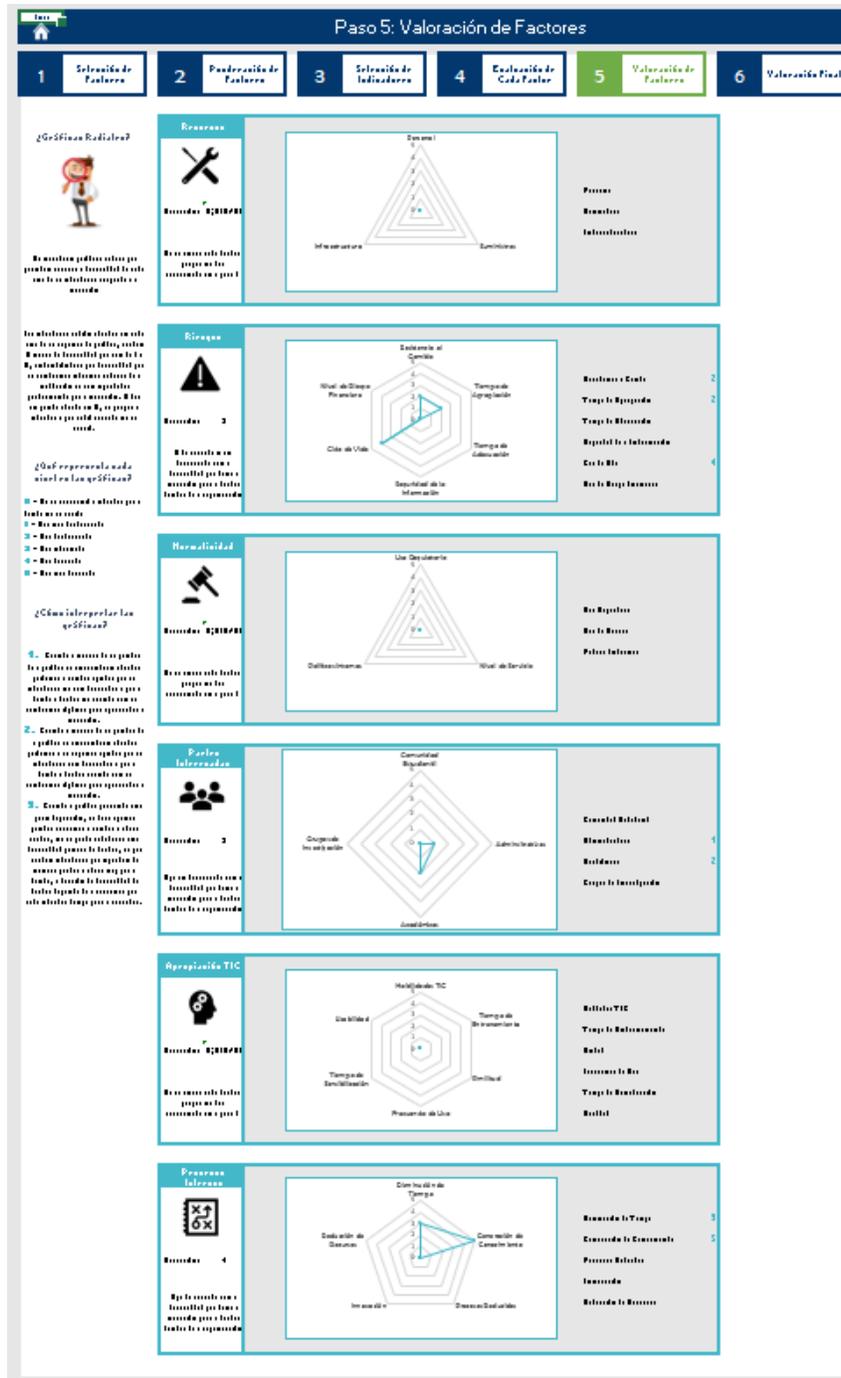


Figura 30. Paso 5 – Valoración de Factores

Fuente: Autores

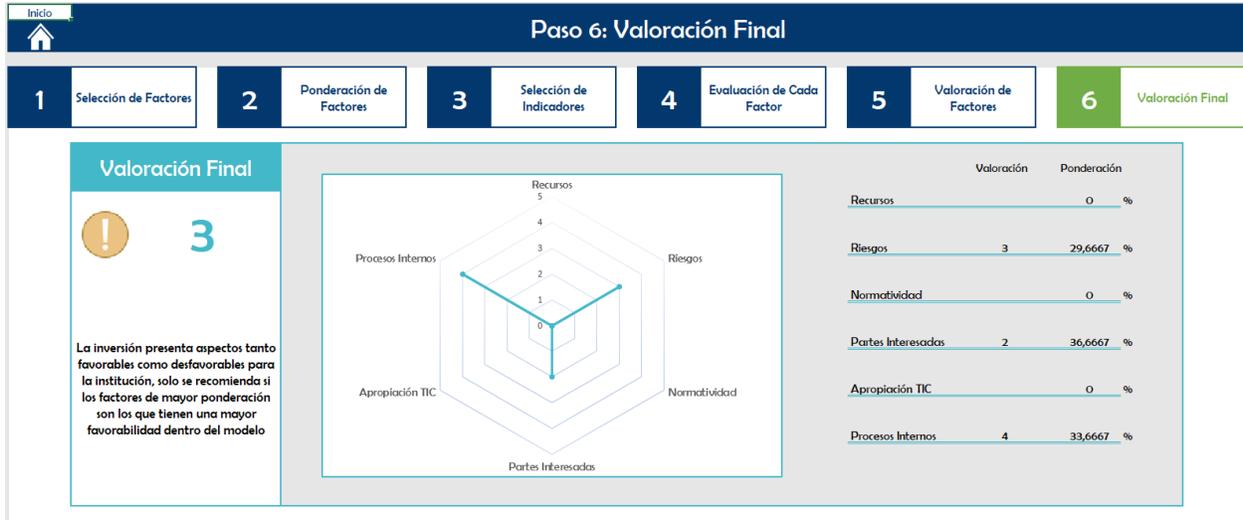


Figura 31. Paso 6 – Valoración Final

Fuente: Autores

## Capítulo 5

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

Después de la investigación que se llevó a cabo se realizaron las siguientes conclusiones que son de interés tanto para los autores de este trabajo como para quienes deseen leerlo y tomar de él información base para investigación futuras. Primero, se encontró que la adquisición de nueva tecnología requiere un amplio conocimiento tanto gerencial como tecnológico, ya que las variables a analizar para tomar una decisión van desde el costo hasta la usabilidad de la tecnología a adquirir.

Segundo, se evidenció que los marcos de referencia presentes en la literatura dan una amplia gama de factores que permiten tener un panorama claro para analizar antes de realizar la inversión. En contraste con la literatura, las IES de Bucaramanga y su área Metropolitana no analizan todos esos factores con un mismo nivel de importancia lo que puede representar un impacto negativo en las inversiones tecnológicas hechas. Se evidenció que los factores que menos se analizan son los riesgos y la apropiación tecnológica, lo que después de la compra podría verse reflejado en que no se utilice la nueva adquisición o se haga de forma deficiente, por falta de capacitaciones para su uso o porque no se tuvieron en cuenta diferentes riesgos asociados a la compra.

Tercero, se logró diseñar un modelo que se compone de factores e indicadores que pueden ser extrapolados a diferentes organizaciones, dándole una flexibilidad en cuanto a su utilización, ya que el usuario final del mismo es quien decide cuales son las variables relevantes en el análisis de cada inversión; por lo tanto, el diseño del modelo va orientado a que lo usen personas en cargos administrativos y gerenciales con amplio conocimiento de las necesidades de la organización, para que hagan una elección adecuada de los indicadores y factores que desean

analizar. Además, el modelo no presenta sólo una calificación final, sino valoraciones por cada factor que permiten establecer la favorabilidad o desfavorabilidad en cada uno de ellos y así tener un panorama más amplio.

Cuarto, se identificó que el retorno de las inversiones tecnológicas debe medirse con base en la generación de valor para las organizaciones, por lo tanto los indicadores propuestos abarcan variables en las cuales se puede ver reflejado indirectamente ese retorno, por ejemplo, la generación de nuevo conocimiento, la optimización de tiempos y reducción de costos entre otros.

Finalmente, se concluye que, con la investigación realizada se da cumplimiento a los objetivos establecidos y respuesta a la pregunta problema que da origen a esta investigación. Fue posible dimensionar a las organizaciones estudiadas en factores que permitan ser evaluados con los indicadores propuestos para hacer un análisis interno que permita conocer si se cuenta con las condiciones adecuadas para aprovechar en su máxima expresión una nueva tecnología.

## **Recomendaciones**

El estudio está limitado al diseño del modelo y de una herramienta informática para facilitar su uso, pero es una base para estudios posteriores que deseen validar el modelo, utilizándolo en las IES o adaptándolo para otro tipo de organizaciones. Gracias a su estructura también es posible incorporar otros factores e indicadores si así se desea, ya que los presentados aquí son sugerencia de los autores después de una revisión bibliográfica y del estudio de las IES de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Se recomienda que el usuario final del modelo sea una persona dentro de la organización con un amplio conocimiento de la misma, que sea capaz de analizar los factores e indicadores más adecuados y obtener los resultados que más se ajusten a un panorama real, brindando la información correcta y que complementen de manera positiva los datos que arrojen investigaciones externas, de los productos, servicios y proveedores, entre otros.

El modelo propuesto pretende ser un complemento de otras herramientas de análisis tanto interno como externo que permitan obtener información para una correcta toma de decisiones al momento de invertir en tecnología, por lo tanto se recomienda que las organizaciones realicen análisis internos que les permitan conocer la favorabilidad que tienen frente a una inversión tecnológica, evitando gastos innecesarios.

### Bibliografía

- Abbas, A. E., & Howard, R. A. (2015). *Foundations of decision analysis*. Pearson Higher Ed.
- Albarracín, E. J. G., Erazo, S. C. R., & Palacios, F. C. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 355-364.
- Alberts, B. (2013). *Technology appropriation revisited-Mediation theory as a new philosophy of technology for information systems research* (Master's thesis, University of Twente).
- Ali, S., & Green, P. (2012). Effective information technology (IT) governance mechanisms: An IT outsourcing perspective. *Information Systems Frontiers*, 14(2), 179-193.
- Ali, T. M., Bashir, T., & Kiani, A. K. (2015). Assessment of Technological Capabilities of OIC Countries. *Science, Technology and Society*, 20(1), 114-131.
- Almerich, G., Orellana, N., & Díaz-García, I. (2015). Las competencias en TIC en el profesorado en formación y su relación con las creencias pedagógicas, la autoeficacia y la percepción del impacto de las TIC en la educación. *Investigar con y para la sociedad*, 2, 589-598.
- Ambos, T. C., Mäkelä, K., Birkinshaw, J., & d'Este, P. (2008). When does university research get commercialized? Creating ambidexterity in research institutions. *Journal of Management Studies*, 45(8), 1424-1447.
- AON (2017). Global Risk Management Survey 2017. Recuperado de [http://www.aon.com/2017-global-risk-management-survey/data-visualization/index.html?utm\\_source=aoncom&utm\\_medium=ceros-link&utm\\_campaign=grms2017](http://www.aon.com/2017-global-risk-management-survey/data-visualization/index.html?utm_source=aoncom&utm_medium=ceros-link&utm_campaign=grms2017)
- Armando, A., Bermúdez, T., & Arboleda, H. (n.d.). Modelo de Gestión y Gobierno de Tecnologías de Información en universidades de Colombia : Caso Instituciones de

Educación Superior en el Departamento del Cauca.

- Arrow, K. J., & Lind, R. C. (2014). Journal of Natural Resources Policy Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions, (June), 37–41.  
<http://doi.org/10.1080/19390459.2014.867640>
- Bana e Costa, C., Corte, J. M., & Vansnick, J. C. (2005). On the mathematical foundation of MACBETH. *Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys*, 409-437.
- Barnard, Y., Bradley, M. D., Hodgson, F., & Lloyd, A. D. (2013). Learning to use new technologies by older adults: Perceived difficulties, experimentation behaviour and usability. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1715-1724.
- Bedoya, P. A., Hernández Heredia, D., & Villegas, D. A. (2016). *Sistema de automatización para gestión de procesos administrativos y operativos (Bachelor's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira)*.
- Berrío-Zapata, C., & Rojas-Hernández, H. (2014). La brecha digital universitaria: la apropiación de las TIC en estudiantes de educación superior en Bogotá (Colombia). *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 22(43), 133-142.
- Bradley, R. V., Byrd, T. A., Pridmore, J. L., Thrasher, E., Pratt, R. M., & Mbarika, V. W. (2012). An empirical examination of antecedents and consequences of IT governance in US hospitals. *Journal of Information Technology*, 27(2), 156-177.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *The Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- Cai, Y., Zhang, H., & Pinheiro, R. (2015). Institutionalization of technology transfer organizations in Chinese universities. *European Journal of Higher Education*, 5(3), 297-

315.

- Carpenter, M. A., Geletkanycz, M. A., & Sanders, W. G. (2004). Upper echelons research revisited: Antecedents, elements, and consequences of top management team composition. *Journal of management*, 30(6), 749-778.
- Carr, N. G. (2003). IT doesn't matter. *Educause Review*, 38, 24-38.
- CC PACE (2014). Prioritizing Projects to Maximize Return on Investment. *CC Pace Systems*.  
*Disponible en [http://www.ccpace.com/asset\\_files/maximizeROI\\_whitepaper1.pdf](http://www.ccpace.com/asset_files/maximizeROI_whitepaper1.pdf)*
- Cervantes, M. L. P., & Saker, A. F. (2016). Importancia del uso de las plataformas virtuales en la formación superior para favorecer el cambio de actitud hacia las TIC. Estudio de caso: Universidad del Magdalena, Colombia. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 6(1).
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Jin, J., Wang, L., & Chow, W. S. (2014). IT capability and organizational performance: the roles of business process agility and environmental factors. *European Journal of Information Systems*, 23(3), 326-342.
- Cirera, X., & Muzi, S. (2016). Measuring firm-level innovation using short questionnaires: evidence from an experiment.
- Colombiano, O. Tecnología (OCyT). Indicadores de Ciencia y Tecnología 2015. Colombia.
- Contractor, F. J., & Woodley, J. A. (2015). How the alliance pie is split: Value appropriation by each partner in cross-border technology transfer alliances. *Journal of World Business*, 50(3), 535-547.
- Cresswell, A. M. (2004). *Return on investment in information technology: A guide for managers*. Albany, NY: Center for Technology in Government, University at Albany, SUNY.
- Delgado, D. M., & Mora, L. S. (2017). Investigación y desarrollo tecnológico. *Revista Ingeniería*

- Industrial, 3(3), 9-15.
- Delia, C. D. (2009). Acceso, uso y apropiación de las TIC en comunidades académicas. Diagnóstico en la UNAM.
- Dinero (2015). Colombia le apuesta a la ciencia, tecnología e innovación para alcanzar el desarrollo. Revista Dinero. Recuperado de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/pymes/articulo/inversiones-ciencia-tecnologia-innovacion-colombia/212458>
- Dyer, J. S. (1973). A time-sharing computer program for the solution of the multiple criteria problem. *Management Science*, 19(12), 1379-1383.
- Eldor, L., Fried, Y., Westman, M., Levi, A. S., Shipp, A. J., & Slowik, L. H. (2017). The experience of work stress and the context of time: Analyzing the role of subjective time. *Organizational Psychology Review*, 2041386617697506.
- Escobar, J. V., Glasserman Morales, L. D., & Ramírez Montoya, M. S. (2015). Apropiación tecnológica con pizarrón interactivo y tabletas digitales en profesores de educación básica. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*.
- Fidock, J., & Carroll, J. (2011). Why do users employ the same system in so many different ways?. *IEEE Intelligent Systems*, 26(4), 32-39.
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT sloan management review*, 55(2), 1.
- Francischetti, C. E., Bertassi, A. L., Camargo, L. S. G., Padoveze, C. L., & Calil, J. F. (2014). El Análisis de riesgos como herramienta para la toma de decisiones relativas a inversiones. *Invenio: Revista de investigación académica*, (33), 73-85.
- Gartner. (2017). Metodologías. Recuperado de <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/methodology.jsp>
- Giglio, G., Michalcova, S., & Yates, C. (2007). Instilling a culture of winning at American

- Express. *Organization Development Journal*, 25(4), P33.
- Gómez, I., & Gómez, J. (2015). Sistema de adquisición de datos de bajo costo, basado en hardware y software libre y abierto. *Revista QUID*, (17), 23-28.
- González, J. A. M., & Angrino, S. O. (2015). Apropiación de las tecnologías de la información y comunicación en cursos universitarios. *Acta colombiana de psicología*, 9(2), 87-100.
- Greco, S., Figueira, J., & Ehrgott, M. (2005). Multiple criteria decision analysis. *Springer's International series*.
- Guevara, A., García, S., & Heckmann, G. Tesina: “Diseño de KPIs para proyectos de TI”.
- Herz, T. P., Hamel, F., Uebernickel, F., & Brenner, W. (2012, January). IT Governance Mechanisms in Multisourcing--A Business Group Perspective. In *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on* (pp. 5033-5042). IEEE.
- Horn, B. R. L. Van. (2004). How to Survive in Interesting Times, 64–65.
- Huisman, K. J. (2013). *Technology investment: A game theoretic real options approach* (Vol. 28). Springer Science & Business Media.
- IBM Institute for Business Value (2011). Cuando el CIO es esencial. IBM Corporation
- Index, G. I. (2015). Global Innovation Index 2015.
- Index, G. I. (2016). Global Innovation Index 2016.
- International Organization for Standardization. (2008). *Corporate Governance of Information Technology*. ISO/IEC.
- ISACA. (2012). *COBIT 5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. ISACA.
- ITGI, I. (2003). Board briefing on IT governance. *Information Technology Governance Institute*. Disponible en <http://www.itgi.org>.

- Jaleel, A. (2014). Administration of Information in Higher Education-Role of ICT. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 3(2), 935-938.
- Jamieson, S. (2004). Likert scales: how to (ab) use them. *Medical education*, 38(12), 1217-1218.
- Jaramillo, J. A. V. (2015). Educación superior en Colombia: ¿ crisis o realidad?. *Divergencia*, (18).
- Jitsuchon, S. (2012). Thailand in a Middle-income Trap. *TDR Quarterly Review*, 27(2), 13-20.
- Ju Wu, S. P. J., Straub, D. W., & Liang, T. P. (2015). How information technology governance mechanisms and strategic alignment influence organizational performance: Insights from a matched survey of business and it managers. *Mis Quarterly*, 39(2), 497-518.
- Kapoor, R., & Lee, J. M. (2013). COORDINATING AND COMPETING IN ECOSYSTEMS : HOW ORGANIZATIONAL FORMS SHAPE NEW TECHNOLOGY INVESTMENTS, 296(July 2012), 274–296. <http://doi.org/10.1002/smj>
- Kauffman, R. J., Liu, J., & Ma, D. (2015). Technology investment decision-making under uncertainty. <http://doi.org/10.1007/s10799-014-0212-2>
- Kerr, D. S., & Murthy, U. S. (2013). The importance of the CobiT framework IT processes for effective internal control over financial reporting in organizations: An international survey. *Information & Management*, 50(7), 590-597.
- Koellinger, P. (2008). The relationship between technology, innovation, and firm performance— Empirical evidence from e-business in Europe. *Research policy*, 37(8), 1317-1328.
- Kohli, R., Devaraj, S., & Ow, T. T. (2012). Does information technology investment influence a firm's market value? A case of non-publicly traded healthcare firms. *MIS Quarterly*, 36(4), 1145-1163.
- Krishnan, S., Sara, S., & Philip, S. (2017). Innovation Investment : An Empirical Study of

- Technology Public Listed Companies in Malaysia, 7(1), 15–24.  
<http://doi.org/10.5923/j.economics.20170701.02>
- Krueger, K. R. (2013). Forget ROI, the Future of Technology Investment Is All about Value: When It Comes to Technology Projects, the Value of an Investment Should Be Defined by Its Educational Return, Not Its Financial Return. *THE Journal (Technological Horizons In Education)*, 40(6), 25.
- Krušinskas, R., & Vasiliauskait, A. (2005). Technology Investment Decisions to Increase Company Value, 4(4).
- Kwiek, M. (2016). Constructing universities as organizations: University reforms in Poland in the light of institutional theory.
- Lares Molina, O., & López Flores, M. Á. (2004). Metodología de diagnóstico para el Desarrollo Sustentable. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 6(22).
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things ( IoT ): Applications , investments , and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431–440.  
<http://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>
- Liao, W., & Chiang, J. K. (2009). Decision making model on Strategic Technology Investment Using Game Theory, 0(64), 813–817.
- Linden, A., & Fenn, J. (2003). Understanding Gartner's hype cycles. *Strategic Analysis Report N° R-20-1971. Gartner, Inc.*
- Lucio, J., Lucio-Arias, D., Rivera Torres, S. C., Tique, J., Villarreal, N. F., ... & Bueno, E. (2016). Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2013
- Luftman, J., & Kempaiah, R. (2007). An Update on Business-IT Alignment:" A Line" Has Been Drawn. *MIS Quarterly Executive*, 6(3).

- Lugones, G. E., Gutti, P., & Le Clech, N. (2016). Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina.
- Madrid Maya, A. (2016). *Propuesta de un marco de referencia simplificado para la implementación de un Gobierno de TI en Pymes de Servicios en Colombia* (Master's thesis, Universidad EAFIT).
- Marchese, A., & Jones, C. (2012, May). Organizational factors related to the adoption of information and communication technologies in Rosario and surrounding enterprises. In *Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems* (pp. 421-424). ACM.
- Massy, W. F. (2009). Academic values in the marketplace. *Higher Education Management and Policy*, 21(3), 1-16.
- Matilla, M., Sayavedra, C., & Alfonso, V. C. (2014). Competencias TIC en alumnos universitarios: Dimensiones y Categorías para su análisis. In *Memorias del Congreso*.
- Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V. (2004). Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS quarterly*, 28(2), 283-322.
- Méndez, E. (2016). Aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Administración Educativa. *Administración Educativa*, (3), 79-89.
- MINEDUCACION. (2010). ABC de la Educación Superior. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-217744.html>
- MINTIC. (2014). *G.GOB.01 Guía del dominio de Gobierno de TI. ARQUITECTURA TI COLOMBIA MARCO DE REFERENCIA*.
- MINTIC. (s.f). CIO. Recuperado de <http://www.mintic.gov.co/gestioniti/615/w3-propertyvalue->

6205.html

- Morales Capilla, M., Trujillo Torres, J. M., & Raso Sánchez, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la universidad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 103-117.
- Morgan, M. G., & Henrion, M. (1998). Analytica: a software tool for uncertainty analysis and model communication. Chapter 10 of *Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*.
- Mustajoki, J., & Marttunen, M. (2017). Comparison of multi-criteria decision analytical software for supporting environmental planning processes. *Environmental Modelling & Software*, 93, 78-91.
- Nash, E. M. (2009). IT and business alignment: The effect on productivity and profitability. *IT professional*, 11(6).
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. London: Academic Press Limited.
- Nugroho, H. E. R. U. (2014). Conceptual Model of IT Governance for higher education based on COBIT 5 Framework. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 60(2), 216-221.
- Olaru, M. A. (2014). Advantages and challenges of adopting cloud computing from an enterprise perspective. *Procedia Technology*, 12, 529–534.  
<http://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.525>
- Oldenburg, B., & Glanz, K. (2008). Diffusion of innovations. *Health Behavior and Health Education-Theory Research, and Practice*, 313-330.
- Pérez, D., & Dressler, M. (2007). Tecnologías de la información para la gestión del conocimiento. Pérez, Daniel; Dressler, Matthias. " *Tecnologías de la información para la*

- gestión del conocimiento". Intangible Capital, enero-marzo de 2007, vol. 3, núm. 15, p. 31-59.*
- Perinán, M., Lucia, I., López Revelo, J. S., & Maiguel Villalba, M. (2014). Metodología para gestionar inversiones de TI en instituciones de educación superior del sector privado basada en VAL IT y COBIT.
- Pholphirul, P., & Bhatiasavi, V. (2016). IT investment and constraints in developing countries: Evidence from Thai manufacturers. *Information Development, 32*(2), 186-202.
- Prasad, A., Green, P., & Heales, J. (2012). On IT governance structures and their effectiveness in collaborative organizational structures. *International Journal of Accounting Information Systems, 13*(3), 199-220.
- Quiñones Gaitán, P. A., Velásquez Amaya, N. P., & Hernández Paez, A. (2014). Perdurabilidad empresarial: concepto y significados.
- Real Academia Española. (2017). *Diccionario de la lengua española*. Consultado en <http://www.rae.es/>
- Robbins, S., & Judge, T. (2013). *Organizational Behavior—Fifteenth Edition*. Essex: Pearson Edu.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: The Free Press .
- Romaní, J. C. C. (2011). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Zer-Revista de Estudios de Comunicación, 14*(27).
- Sánchez Chávez, A. P. (2016). *Estado del arte de la aplicación Cobit en Pymes* (Bachelor's thesis).
- Schuman, M. (2010). Escaping the middle-income trap. *Time. com*.

- Semana (2016). Empresas Altamente Innovadoras, nueva ruta hacia la competitividad. Revista Semana. Recuperado de <http://www.semana.com/vida-moderna/articulo/colombia-gobierno-busca-mayor-inversion-del-sector-privado-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion/469495>
- Siegel, D. S., Veugelers, R., & Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. *Oxford review of economic policy*, 23(4), 640-660.
- Silva, R., Cruz, E., Méndez, I., & Rodríguez, J. (2013). Sistema de Gestión Digital para mejorar los procesos administrativos de Instituciones de Educación Superior: Caso de estudio en la Universidad Autónoma Metropolitana. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 104-134.
- Siraj, S., Leonelli, R. C., Keane, J. A., & Mikhailov, L. (2013, October). Priest: A tool to estimate priorities from inconsistent judgments. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on* (pp. 44-49). IEEE.
- Solihadin, O., & Bandung, Y. (2016, October). A case study on integration of conventional learning system and ICT-based learning for job training system. In *Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), 2016 International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Solow, R. M. (1987). We'd better watch out. *New York Times Book Review*, 36.
- Steinert, M., & Leifer, L. (2010, July). Scrutinizing Gartner's hype cycle approach. In *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), 2010 Proceedings of PICMET'10*: (pp. 1-13). IEEE.
- Swanson, E. B., & Ramiller, N. C. (2004). Innovating mindfully with information technology. *MIS quarterly*, 553-583.

- Tapia, R., & Cumandá, J. (2015). *Estudio analítico de la compatibilidad entre la norma ISO 38500y Cobit 5 referente a Gobernanza TI* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática.).
- Taylor, J., Sahym, A., & Vithayathil, J. (2015). Do Powerful Technology Leaders Make a Difference in Firm Performance ? <http://doi.org/10.1109/HICSS.2015.538>
- Torres, A. A., Sánchez, W. L., Icesi, U., Unicomfacauca, T. I. C., & Comfacauca, U. (n.d.). Modelo de gestión y gobierno de Tecnologías de Información en Instituciones de Educación Superior, *III*(2014), 96–107.
- Torres, E. C., & Suárez, C. S. (2014). Gerencia de innovación tecnológica como fundamento para la gestión por competencias en universidades públicas Management of technological innovation as a foundation for competence management in public universities. *Revista Universitaria Ruta*, 16(2), 72-94.
- Tugas, F. C. (2010). Assessing the level of information technology (it) processes performance and capability maturity in the Philippine food, beverage, and tobacco (fbt) industry using the cobit framework. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 13(1), 45.
- Velásquez, T., Puentes, A., & Pérez, Y. (2015). Un enfoque de buenas prácticas de Gobierno Corporativo de TI. *Encuentro Internacional de Innovación en Gestión. Ocaña: UFPSO.*
- Weistroffer, H. R., Smith, C. H., & Narula, S. C. (2005). Multiple criteria decision support software. In *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (pp. 989-1009). Springer New York.
- Widman, J. (2008). IT's biggest project failures—and what we can learn from them. *Computerworld*, October, 9.

Yuwono, B., & Vijaya, A. (2011, December). The impact of Information Technology Governance maturity level on corporate productivity: A case study at an Information Technology services company. In *Advanced Computer Science and Information System (ICACSIS), 2011 International Conference on* (pp. 291-296). IEEE.