

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ÍNDICE DE EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN, EL IMPACTO DE  
LA EDUCACIÓN EN ECUADOR, Y SU COMPARACIÓN A NIVEL  
LATINOAMERICANO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

**ERNESTO XAVIER TAIMAL ROSAS**

[xabyer731@hotmail.com](mailto:xabyer731@hotmail.com)

**Director: ALEXANDRA MIRANDA ESPINOSA, PhD**

[alexandra.miranda@epn.edu.ec](mailto:alexandra.miranda@epn.edu.ec)

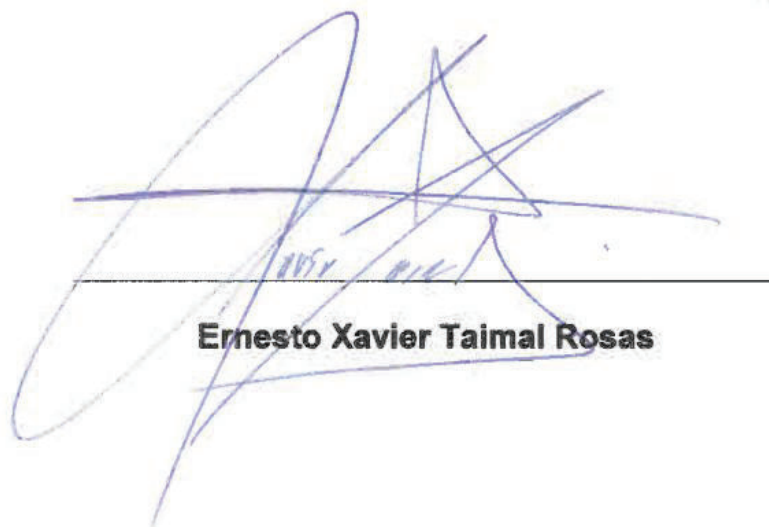
**Quito, Noviembre 2016**



## DECLARACIÓN

Yo, Ernesto Xavier Taimal Rosas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

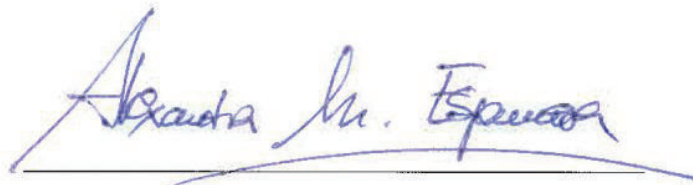
La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Ernesto Xavier Taimal Rosas

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ernesto Xavier Taimal Rosas, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink that reads "Alexandra M. Espinosa". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

**Alexandra Miranda Espinosa, PhD**

**DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, especialmente a mis padres Ernesto Taimal y Carmita Rosas, quienes han sabido apoyarme, aconsejarme, guiarme y reprenderme cuando fue necesario.

A mis hermanos, Carolina y Ariel Taimal, quienes con sus locuras y excentricidades, supieron alegrarme y escucharme en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos, Juan Rosas y Piedad González, a quienes los considero como mis segundos padres y uno de los pilares fundamentales en mi vida, brindándome siempre todo su afecto y amor incondicional desde el día que llegue a este mundo.

A mi tutora y guía de tesis Alexandra Espinosa, por su ayuda, paciencia y experiencia y desinteresado apoyo, que me sirvieron para crecer no solo en el campo profesional sino también personal.

A la Msc. Silvia González, por sus consejos, ayuda y asesoramiento en la parte técnica de este proyecto.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional, por haber compartido sus conocimientos y servir de soporte y guía en el transcurso de mi vida universitaria.

***Ernesto Xavier Taimal***

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ernesto Taimal y Carmita Rosas, quienes fueron, son y serán siempre mi ejemplo constante de lucha y humildad , compartiendo, aconsejando, apoyando, corrigiendo y siendo el principal soporte a lo largo de toda mi vida. ¡Jamás pude haber tenido mejores padres que ustedes! ¡Este proyecto es de ustedes!

A mis hermanos, Carolina Taimal y Ariel Taimal, con los cuales he compartido las experiencias más gratas y difíciles de mi vida. Gracias por considerarme su apoyo y ejemplo, enseñándome y corrigiéndome cuando ha sido necesario. Siempre estaré con ustedes ñaños, en las caídas y en los triunfos, los quiero demasiado.

A mis abuelitos, Juan Rosas, Piedad González, Matilde Cuases y Ángel Taimal, pues su apoyo incondicional a través de cariño, amor y buenos consejos, se ven reflejados en la clase de persona que soy ahora.

A mis amigos, ya que hicieron más divertido y grato mi paso por la Escuela Politécnica Nacional.

***Ernesto Xavier Taimal***

## TABLA DE CONTENIDO

<b>SIGLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>

### **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... 1**

<b>1.1. PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3. OBJETIVO</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4. HIPOTESIS</b> .....	<b>9</b>

### **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO..... 11**

<b>2.1. INNOVACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.1. EL ENFOQUE SCHUMPETERIANO DE INNOVACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.2. INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO (TEORÍA DE LAS INNOVACIONES)</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.2.1. Impacto de las Fuerzas Materiales</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.2.2. Impacto de las Fuerzas Inmateriales</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.2.2.1. Innovaciones Graduales, Evolutivas o Incrementales</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.2.2.2. Innovaciones Radicales o Descriptivas</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2.2.3. Innovaciones por Reformulación o Arquitecturales</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.3. CONCEPCIÓN DE EMPRESA Y EMPRESARIO INNOVADOR</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.3.1. Empresario Innovador</b> .....	<b>22</b>

2.1.3.2.	Empresa .....	24
2.1.4.	FUENTES DE INNOVACIÓN .....	24
2.2.	EMPRENDIMIENTO.....	26
2.2.1.	TEORÍA DE FREIRE.....	31
2.2.2.	EMPRENDIMIENTO SCHUMPETERIANO .....	33
2.2.2.1.	Emprendedor o empresario schumpeteriano .....	34
2.2.2.2.	La Teoría de Obsolescencia del Emprendedor. ....	36
2.2.3.	EMPRENDIMIENTO NEOCLÁSICO VS SCHUMPETERIANO .....	38
2.2.4.	EMPRENDIMIENTO SEGÚN LA ESCUELA AUSTRIACA.....	42
2.2.5.	EMPRENDIMIENTO, EDUCACIÓN, DESEMPLEO Y DESARROLLO	43
2.2.5.1.	Emprendimiento y Educación .....	43
2.2.5.2.	Emprendimiento y Desempleo .....	46
2.2.5.3.	Emprendimiento y el desarrollo local .....	47
2.3.	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D).....	50
2.3.1.	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E INNOVACIÓN (I+D+I).....	52

## **CAPÍTULO 3: INDICADORES DE CIENCIA Y**

	TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.....	55
3.1.	INDICADORES SOCIOECONÓMICOS .....	56
3.1.1.	PIB PER CÁPITA .....	57
3.1.2	VALOR AGREGADO .....	58
3.1.3	ESTRUCTURA DEL EMPLEO .....	61
3.1.4.	NIVEL TECNOLÓGICO O PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES...	63
3.2.	CAPITAL HUMANO Y EDUCACIÓN.....	65
3.2.1.	INDICADORES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	67
3.2.2.	GASTO EN EDUCACIÓN SUPERIOR .....	71
3.3.	INDICADORES DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.....	74
3.3.1	GASTO EN ACTIVIDADES DE I+D .....	75
3.3.2	INDICADORES DE INNOVACIÓN .....	77
3.4.	INDICADORES DE RESULTADOS.....	80
3.4.1.	PUBLICACIONES CIENTÍFICAS.....	80

3.4.2.	PATENTES .....	83
3.4.3.	EXPORTACIONES DE PRODUCTOS TIC .....	87

## **CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA. .... 91**

4.1.	ÍNDICE DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO.....	91
4.1.1.	PRUEBAS DE NORMALIDAD .....	96
4.1.1.1.	Prueba de Anderson – Darling .....	97
4.1.1.2.	Prueba de Kolgomorov – Smirnov .....	98
4.1.2.	NORMALIZACIÓN DE VARIABLES .....	100
4.1.2.1.	Transformación de Box-Cox.....	100
4.1.2.2.	Transformación de Johnson.....	101
4.1.3.	TRUNCAMIENTO DE DATOS .....	103
4.1.4.	CÁLCULO DE LOS SUBÍNDICES E ÍNDICE FINAL.....	105
4.2.	CLUSTERIZACIÓN.....	106
4.2.1.	ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS .....	106
4.2.1.1.	Métodos de Clusterización .....	107
4.2.1.2.	Método de Ward .....	108
4.2.1.3.	Significancia del Modelo de Agrupamiento a través del Análisis de Varianza (ANOVA).....	109
4.3.	MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO BASADO EN LA GENERACIÓN DE NIVEL TECNOLÓGICO.....	110

## **CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS. .... 115**

5.1.	ÍNDICE DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO.....	115
5.1.1.	CAPITAL HUMANO Y EDUCACIÓN .....	117
5.1.2.	RECURSOS ECONÓMICOS .....	119
5.1.3.	CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN .....	121
5.1.4.	PROPIEDAD INTELECTUAL .....	123
5.2.	CLUSTERIZACIÓN.....	124
5.2.1.	SIGNIFICANCIA DEL MODELO DE AGRUPACIÓN .....	131



<b>5.3. MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO BASADO EN LA GENERACIÓN DE NIVEL TECNOLÓGICO.....</b>	<b>132</b>
---	------------

**CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES...139**

<b>6.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>139</b>
--------------------------------	------------

<b>6.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>141</b>
-----------------------------------	------------

<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>145</b>
-------------------------	------------

<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>
---------------------	------------

## SIGLAS

ARWU	Academic Ranking of World Univesities.
ACT	Actividades Científicas y Tecnológicas.
ACP	Análisis de Componentes Principales
ANOVA	Análisis de Varianza
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
BM	Banco Mundial.
CyT	Ciencia y Tecnología.
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación.
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas.
ISCED	Clasificación Internacional Normalizada de la Educación.
ACTI	Encuesta Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
FMI	Fondo Monetario Internacional.
UIS	Instituto de Estadística de la UNESCO.
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo.
I+D	Investigación y Desarrollo.
KAWAX	Observatorio Chileno de Ciencia y Tecnología.
OCyT	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
OCCyT	Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología.
OCTI	Observatorio Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
ONG	Organizaciones no Gubernamentales.
PyMES	Pequeñas y Medianas Empresas.
PEA	Población Económicamente Activa.
PIB	Producto Interno Bruto.
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana.
SCI	Science Citation Index.
SENESCYT	Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.
SENCyT	Sistema Estadístico Nacional en Ciencia Tecnología (Argentina).

TBM	Tasa Bruta de Matrícula.
TIC's	Tecnologías de la Información y Comunicación.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Interacción entre el sistema macroeconómico, empresarial e individuos, junto a sus principales variables. ....	7
<b>Figura 2.-</b> Teoría del Triángulo Invertido. ....	32
<b>Figura 3.-</b> Función de Producción (Enfoque Neoclásico). ....	39
<b>Figura 4.-</b> Función de Producción (Enfoque Schumpeteriano). ....	40
<b>Figura 5.-</b> Función de Producción y Tecnología (Enfoque Schumpeteriano). ....	41
<b>Figura 6.-</b> Relación entre emprendimiento, educación, desempleo y desarrollo. ....	49
<b>Figura 7.-</b> Interacción de la I+D y la Innovación. ....	52
<b>Figura 8.-</b> PIB Per-Cápita de los países latinoamericanos. ....	57
<b>Figura 9.-</b> Valor agregado por tipo de actividad económica (2014). ....	61
<b>Figura 10.-</b> Estructura del empleo en la región Latinoamericana. ....	62
<b>Figura 11.-</b> Nivel Tecnológico o Productividad de los Factores de Producción (2013). ...	64
<b>Figura 12.-</b> Distribución de estudiantes latinoamericanos de educación terciaria por áreas de estudio (2013). ....	67
<b>Figura 13.-</b> Porcentaje de doctorados en Latinoamérica por área de estudio (2013). ....	69
<b>Figura 14.-</b> Distribución general de las 500 mejores universidades del mundo (2015). ....	70
<b>Figura 15.-</b> Distribución de las 500 mejores universidades del mundo por área geográfica (2015). ....	71
<b>Figura 16.-</b> Gasto en Educación Superior como % del PIB. ....	72
<b>Figura 17.-</b> Relación entre PIB per cápita y Gasto Gubernamental en Educación Superior (2013). ....	74
<b>Figura 18.-</b> Gasto en I+D vs Nivel Tecnológico (2013). ....	75
<b>Figura 19.-</b> Financiamiento del Gasto en ACT y en I+D en Latinoamérica (2013). ....	76
<b>Figura 20.-</b> Porcentaje de empresas innovadoras del sector industrial (2012). ....	78
<b>Figura 21.-</b> Ciclo de la producción de los conocimientos certificados. ....	81
<b>Figura 22.-</b> Distribución de las publicaciones científicas en Latinoamérica (2013). ....	82
<b>Figura 23.-</b> Publicaciones científicas de Ecuador (2013). ....	83
<b>Figura 24.-</b> Procedencia de las patentes otorgadas en Latinoamérica (2013). ....	84
<b>Figura 25.-</b> Distribución de las patentes otorgadas en Latinoamérica (2013). ....	85
<b>Figura 26.-</b> Procedencia de las patentes otorgadas en Ecuador (2013). ....	85

<b>Figura 27.-</b> Coeficiente de Invencción en Latinoamérica por cada 100.000 habitantes (2013). .....	86
<b>Figura 28.-</b> Porcentaje de exportaciones de productos de TIC en Latinoamérica (2013). .	88
<b>Figura 29.-</b> Porcentaje de exportaciones manufactureras de alta tecnología (2013). .....	89
<b>Figura 30.-</b> Categorización de variables. ....	92
<b>Figura 31.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) para el año 2013. ....	115
<b>Figura 32.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) en relación a las variables de Capital Humano y Educación ( <i>YRH</i> ). ....	117
<b>Figura 33.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) en relación a las variables de Recursos Económicos ( <i>YRE</i> ). ....	120
<b>Figura 34.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) en relación a las variables de Ciencia, Tecnología e Innovación ( <i>YCT</i> ). ....	121
<b>Figura 35.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) en relación a las variables de Propiedad Intelectual ( <i>YPI</i> ). ....	123
<b>Figura 36.-</b> Agrupamiento de los países latinoamericanos a través del método de Ward.	125
<b>Figura 37.-</b> Dendograma de agrupación en relación a los niveles de innovación y emprendimiento. ....	129
<b>Figura 38.-</b> Zonas dentro de Latinoamérica con altos, medios y bajos niveles de innovación y emprendimiento. ....	130
<b>Figura 39.-</b> Índice de Innovación y Emprendimiento ( <i>Y</i> ) para el año 2013 en relación al modelo de agrupamiento. ....	131

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Fuentes de la Innovación.....	25
<b>Tabla 2.-</b> Condiciones detrás de un emprendedor. ....	32
<b>Tabla 3.-</b> Simbología. ....	56
<b>Tabla 4.-</b> Descripción de variables Inputs (Recursos).....	92
<b>Tabla 5.-</b> Descripción de variables Outputs (Resultados). ....	94
<b>Tabla 6.-</b> Países analizados.....	96
<b>Tabla 7.-</b> Pruebas de normalidad.....	99
<b>Tabla 8.-</b> Pruebas de normalidad a las variables transformadas.....	103
<b>Tabla 9.-</b> Países con los puntajes máximos y mínimos. ....	104
<b>Tabla 10.-</b> Calificaciones del sistema educativo en Latinoamérica.....	118
<b>Tabla 11.-</b> Distribución de los países estudiados en los cluster encontrados. ....	125
<b>Tabla 12.-</b> Análisis de centroides de grupo. ....	126
<b>Tabla 13.-</b> Distribución de los países estudiados en los cluster encontrados y por nivel de innovación y emprendimiento. ....	128

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.-</b> Resumen estadístico de variable.....	151
<b>Anexo 2.-</b> Determinación de los parámetros de Normalización.....	156
<b>Anexo 3.-</b> Matriz de proximidades en base a la distancia euclídea.....	158
<b>Anexo 4.-</b> Historial de conglomeración a través del método de Ward.....	159
<b>Anexo 5.-</b> Puntajes parciales y generales del Índice de innovación y emprendimiento. ..	160
<b>Anexo 6.-</b> Significancia de las variables por ANOVA con respecto a la clusterización. .	160
<b>Anexo 7.-</b> Sub-índices de Innovación y Emprendimiento con respecto a la clusterización...	163
<b>Anexo 8.-</b> Principales datos del ACP. ....	165

## RESUMEN

El presente trabajo analiza el impacto que tiene la educación y la industria en la generación de innovación y emprendimiento en la región latinoamericana para el año 2013 a través del cálculo de índices. Para esto, se emplea la metodología propuesta por la Comisión Europea en cuanto al estudio del Índice Europeo de Innovación (European Innovation Scoreboard, 2014), donde mediante la categorización de variables en Outputs e Inputs, obtienen scores de calificación en relación a los cuatro parámetros considerados. La principal fuente de información corresponde a la base de datos del Banco Mundial (BM) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), que agrupan variables cuantitativas y cualitativas, permitiendo hacer un análisis profundo de la innovación en Latinoamérica. Cabe aclarar que, la falta de datos para algunos países hizo que fuese imposible incluirlos en el estudio, no obstante, se pudo recabar información suficiente para la mayoría de países de la región. Entre los principales resultados, destaca el impacto que tienen las potencias latinoamericanas como Chile, Argentina o México, que es donde se acumula gran parte de la innovación y emprendimiento de la zona, para influenciar el promedio de la misma. Además, se evidencia la particular falta de gestión y tratamiento de la innovación en los países centroamericanos. Finalmente, se expone un modelo de crecimiento económico que relaciona los estudios realizados por Romer (1990) y los de Spolaore & Wacziarg (2013), enfocados en el impacto que tiene la educación, los factores culturales y los elementos geográficos en la generación de I+D mediante la creación de tecnología.

**Palabras clave:** Innovación, emprendimiento, investigación y desarrollo (I+D), educación.

## ABSTRACT

This research analyzes the impact of education and industry in developing innovation and entrepreneurship in Latin America for the year 2013 through index calculation. For this, it uses the European Commission methodology on the study of The European Innovation Scoreboard (European Innovation Scoreboard, 2014), where the variables are categorized in Outputs and Inputs, for score them in relation to the four parameters considered. The main information resource is the database of the World Bank (WB) and the Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), where collect quantitative and qualitative variables that allow making a deep innovation analysis in Latin America. It is important to say, the lack of data for some countries made it impossible to include them in this research. However it could get enough information for most countries in the region. Among the main results is the impact of the major economies in Latin-American like Chile, Argentina or Mexico that accumulate much of the innovation and entrepreneurship in the area. In addition, it was evident the deficiency of innovation management mainly in Central American countries. Finally, it shows an economic growth model that relates the studies made by Romer (1990) and Spolaore & Wacziarg (2013) focused on the impact of education system, culture and geographical variables in the generation of R&D through by creation technology.

**Keywords:** Innovation, entrepreneurship, research and development (R&D), education.



# CAPÍTULO 1.

## INTRODUCCIÓN

El mundo de hoy presenta una dinámica acelerada en la esfera del conocimiento. Sin embargo, la baja capacidad de innovación y la escasa creación de nuevos conocimientos económicamente explotables han marcado a la región latinoamericana. La ausencia de estrategias e incentivos por parte de los gobiernos que impulsen la investigación y desarrollo (I+D) en los campos educativo e industrial, los factores sociales y tecnológicos, así como la falta de iniciativa innovadora y de producción de tecnología propia de punta, son los principales limitantes para la generación de valor agregado y de emprendimiento. Por esta razón, se pretende entender la relación que existe entre el sistema educativo y empresarial con la innovación y el emprendimiento.

Se entienden por emprendimiento e innovación a los procesos que permiten el desarrollo de nuevos productos, servicios y modelos del conocimiento, los cuales difieren en cada país. En la gran mayoría de los casos, estos procedimientos están dirigidos a la obtención de resultados concretos y medibles, asociados al desarrollo económico de un determinado país. Es decir, se caracterizan por la permanente búsqueda de oportunidades y por la capacidad para articular y gestionar recursos humanos y físicos, con el objetivo de aprovecharlos, para originar nuevos conocimientos y valor agregado (Acs, Armington, & Ting, 2006).

La noción de “emprendimiento innovador” o “innovación emprendedora”, tiene una importancia extraordinaria en la economía moderna. En las últimas décadas, ha ocurrido una transformación básica de la economía mundial, que ha pasado desde el capitalismo administrativo al capitalismo emprendedor (Acs, Armington, & Ting, 2006), donde la noción de emprendimiento ocupa un lugar central como motor del desarrollo y del crecimiento económico. Dentro de este contexto, la estructura de las organizaciones se hace más eficiente, las instituciones son reemplazadas por soluciones emprendedoras, y la innovación es examinada

como un objetivo explícito de acción, por su capacidad de desarrollar las reglas de juego.

Estos cambios a nivel macro y microeconómico han desencadenado implicaciones de fondo, tanto para la política pública, como en el ámbito organizacional ya que, no tiene sentido hablar de “políticas públicas para el emprendimiento y la innovación”, sino de cómo se toman las decisiones de política, en una economía del emprendimiento y la innovación. De esta misma manera, en el campo industrial, no se debería hablar de “estrategia para la innovación”, sino de cómo se define y se proyecta la táctica en un panorama de emprendimiento y de innovación. En otras palabras, estas transformaciones a nivel económico hacen parte de las nuevas reglas de juego en la economía del presente siglo.

Tanto en países en vías de desarrollo como industrializados, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) por parte de las empresas, así como los sistemas de educación superior junto al emprendimiento, han sido factores determinantes para mantener la competitividad de estas economías en el panorama actual, cada vez más competitivo.

En Ecuador, a pesar de que, en los últimos años ha existido una importante inversión por parte del Estado en investigación y desarrollo (I+D), los progresos son escasos. Por esta razón, este trabajo hace un análisis de los principales aspectos en lo que la innovación y el emprendimiento se refieren, cuantificados a través de indicadores. El objetivo es identificar a los diferentes factores, tanto en el campo educativo como en el industrial, que pueden incidir en la generación de investigación y desarrollo (Massón-Guerra, 2008).

Sin bien es cierto la principal fuente de información metodológica proviene de la Comisión Europea, en esta investigación se hace un análisis estadístico riguroso en cuanto a la normalización y transformación de los datos de las diferentes variables tomadas en cuenta. Además, se hace uso de técnicas de clusterización

con el propósito de identificar economías similares en cuanto a la generación, gestión y promoción de la innovación y el emprendimiento. Finalmente, se hace un análisis de la influencia del capital humano y de aspectos culturales en el modelo de crecimiento económico planteado por Romer (1990).

Adicionalmente, los resultados de este estudio brindan una visión individual y más clara, reflejada en cifras, de la situación actual de los países latinoamericanos en el campo del emprendimiento e innovación, y el grado de incidencia de la industria y la educación en los mismos.

## **1.1. PROBLEMA**

El emprendimiento innovador es una actitud natural de las personas. Esta conducta debe estimularse mediante la aplicación de políticas públicas (inversión en I+D, educación, tecnología, etc.). Estas deben brindar a los individuos la base fundamental del desarrollo (Samuelson & Nordhaus, 2000); y a las empresas las condiciones necesarias para la creación de nuevo conocimiento, el cual debe insertarse en los procesos industriales. Es así que, se logra hacer frente al problema de crecimiento económico y de dependencia de los bienes primarios de escaso valor agregado, favoreciendo a las actividades que contribuyen al desarrollo, tanto en el campo económico, social como cultural de los países de Latinoamérica (emprendesocial, 2015).

Debido a los pocos avances en materia de innovación y emprendimiento en Latinoamérica, la mayoría de los países de la región poco o nada han realizado para adquirir datos que muestren su capacidad y grado de generación de nuevos conocimientos en términos cuantitativos y/o medibles.

Ecuador es un claro ejemplo de esta situación. La información más actual que el país posee es la Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) realizada en el período 2009 – 2011, y los datos recopilados acerca del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC`s), a

través de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo elaborada en el año 2013.

La presente investigación, desarrolla un marco conceptual que permite visualizar cómo interactúan las principales variables que determinan el emprendimiento y la innovación en la región Latinoamericana, para lo cual se hace referencia de manera general a tres principales niveles de estudio y que son:

- Contexto macroeconómico.
- Organizaciones y empresas.
- Individuos.

Todo esto, con el objetivo de revisar un primer diagnóstico de la situación de los países en este campo, e identificar los factores más relevantes que inciden en la generación de nuevo conocimiento.

En relación a los tres niveles operacionales (macroeconómico, organizaciones e individuos), se identifican varios subsistemas, los cuales sirven de base para entender de manera individual, el entorno en el cual se está desarrollando cada economía en Latinoamérica, junto a sus variables y características propias.

A continuación, se detallan algunos de los subsistemas que inciden en el comportamiento macroeconómico y a nivel de individuos:

- **El grado de desarrollo económico.** Está demostrado que los países con los niveles más altos de Producto Interno Bruto per cápita (PIB per cápita), poseen, a su vez, los mayores índices de emprendimiento innovador (Lederman, Messina, Pienknagura, & Rigolini, 2014).

- **El nivel competitivo.** Cuando más libre sea el entorno del mercado y mejores garantías tengan las pequeñas y medianas empresas, frente a las transnacionales, mayor será la actividad innovadora (Posada & Alfaro, 2007).<sup>1</sup>
- **La tecnología.** Mientras más amplio sea el uso de tecnologías modernas, en particular a las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's), mayor será el ritmo de la innovación (World Economic Forum, 2014).
- **La diversidad demográfica.** La constitución demográfica de los países (en términos de edad, género, educación y migración), inciden sobre el desempeño innovador. Es decir, cuanto más abierto sea un país a los flujos migratorios, especialmente los de poblaciones con altos niveles de educación, mayor será el desarrollo de la innovación emprendedora (Fairlie, 2014).<sup>2</sup>

El tejido empresarial, además de estar afectado por los subsistemas antes mencionados, posee sus propias características que dependen del sector económico en que se desenvuelven.

Según Atehortúa Hurtado (2013), a nivel de las organizaciones, las variables centrales son las siguientes:

- **Recursos y capacidades.** Las organizaciones deben asegurar los recursos y las capacidades necesarias para que la innovación sea una ventaja sostenible a lo largo del tiempo.

---

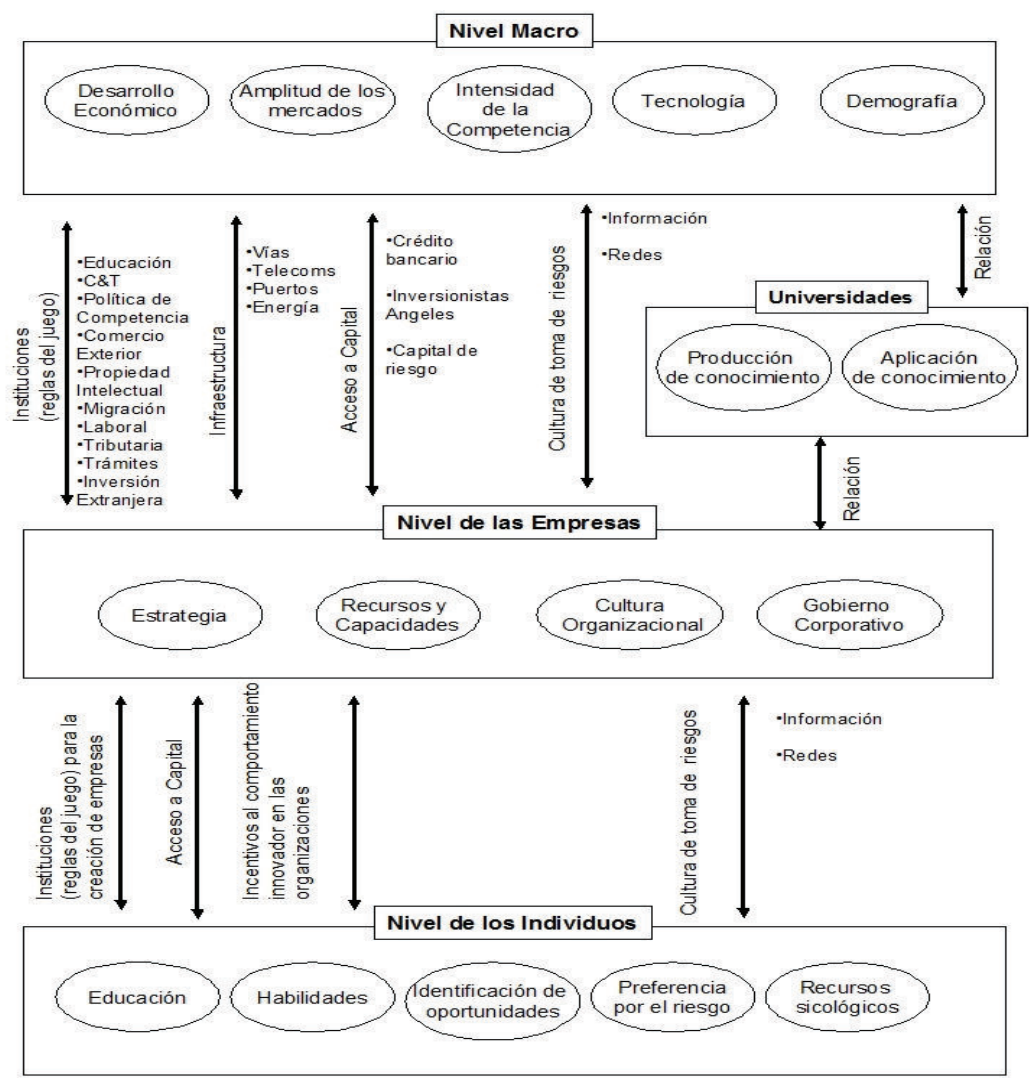
<sup>1</sup> Vale aclarar que los conceptos de libertad y garantía no son compatibles, pues las grandes compañías en un mercado no regulado, tienden a hacer desaparecer a las medianas y pequeñas empresas. Por otro lado, al garantizar la existencia de las medianas y pequeñas empresas, se limita la libertad en el mercado.

<sup>2</sup> Este postulado mantiene las ideas planteadas por Uzawa (1965) y Lucas (1988) en sus modelos de crecimiento endógeno, donde se menciona al capital humano y la educación como potenciadores del capital y como factores de su propia reproducción y crecimiento.

- **Cultura organizacional.** La innovación emprendedora solamente puede darse dentro de las organizaciones que desarrollan una cultura organizacional abierta, con una jerarquía lineal, equipos multidisciplinarios, una actitud de aceptación del error (siempre y cuando éste contribuya al aprendizaje), y un compromiso explícito de la dirección de la organización hacia la innovación.
- **Gobierno corporativo.** La innovación tiene mayores probabilidades de ocurrir cuando las decisiones están alineadas con los intereses de largo plazo de la organización, que responde a motivaciones de corto plazo e individuales.

En la Figura 1, se explican los sistemas y los subsistemas antes explicados y su interrelación. Se puede observar la importancia y la incidencia del sistema educativo y de la inversión en investigación y desarrollo (I+D), por parte de las empresas y de los gobiernos, y por ende su influencia en la innovación y emprendimiento. No obstante, este es un resultado esperado si se asume como ciertas las teorías de crecimiento endógeno (Romer (1987, 1990), Uzawa (1965), Lucas (1988), entre otros).

**Figura 1.-** Interacción entre el sistema macroeconómico, empresarial e individuos, junto a sus principales variables.



**Fuente:** (Vesga, 2007).

En este modelo, las variables en cada uno de los niveles identifican a los resultados acumulados. Por su parte, las interrelaciones dictaminan las variables de decisión, logrando cambios en los resultados acumulados en cada uno de los niveles.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

En un contexto de economía globalizada, las oportunidades inducidas por los cambios tecnológicos son cada vez más imprescindibles para mantener a un país a la par del comportamiento mundial. El constante incremento de la inversión en investigación y desarrollo (I+D), tanto del sector público como privado, denotan la importancia del conocimiento en el incremento de la productividad. Sin embargo, el desarrollo, la creación de nuevas tecnologías, así como su uso en la región latinoamericana, siguen siendo bajos en comparación con otros países en vías de desarrollo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

En los últimos años, la inversión en educación se ha considerado de alta rentabilidad y necesaria desde el punto de vista económico. Así, invertir en la formación de recursos humanos mejora la productividad de los sectores económicos con fuerte dependencia de capital humano y, además, contribuye al progreso del país.

Es decir, los estudios realizados señalan que mediante formas de financiamiento de la inversión más efectivas y coherentes con la realidad nacional de cada país, y en áreas donde se genera mayor valor agregado (educación, industrias, etc.), se ayuda a fortalecer las posibilidades de construir una sociedad más capacitada y competitiva, que contribuye al desarrollo económico y social de la región. Adicionalmente, González Ramírez (2000), coincide en señalar que la educación se fundamenta en los procesos de desarrollo económico a través de la innovación.

Por esta razón, se vuelve imprescindible el análisis de la educación y del sector industrial en Latinoamérica, para con esto, poder entender el grado de interrelación que existe en cada país entre estos ámbitos y la aplicación y creación de nuevos conocimientos. Esto con el objetivo de diseñar modelos cuantificables que muestren un diagrama de mejora dentro de las orientaciones metodológicas en los dos sectores antes mencionados. Esto permitirá identificar



los factores que facilitan u obstaculizan la innovación y el emprendimiento, logrando de esta forma, rediseñar nuevas estrategias que sirvan como dinamizador en la generación de valor agregado.

### **1.3. OBJETIVO**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar un modelo que permita construir un índice de emprendimiento e innovación, y analizar el impacto de la educación en Ecuador en comparación con Latinoamérica.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calificar el nivel de educación a nivel latinoamericano y en especial de Ecuador.
- Identificar macro y microeconómicamente los índices de emprendimiento e innovación y su impacto en la educación dentro de Ecuador.
- Proponer un modelo matemático que estructure el sistema de educación operacional dentro del país.

### **1.4. HIPOTESIS**

- El índice de emprendimiento e innovación muestra el grado de generación de nuevos conocimientos en la región latinoamericana, y además refleja la interrelación que existe entre el sistema educativo y el sector industrial con la creación de proyectos innovadores.



## **CAPÍTULO 2.**

### **MARCO TEÓRICO**

Este capítulo se divide en tres partes. La primera está dedicada a la definición de innovación en la literatura actual aunque, tal como veremos, la definición schumpeteriana sigue vigente. La segunda parte relaciona la innovación con el desarrollo y el crecimiento económico. Es decir, se centra en explicar la importancia de la innovación. Finalmente, la tercera parte está destinada a definir emprendimiento, emprendedor y lo que son las actividades de I+D.

#### **2.1. INNOVACIÓN**

A lo largo de la historia, han surgido variados enfoques, formas, sentidos, interpretaciones y definiciones del concepto de innovación. Según Bunge (1989), citado por Garzón Castrillón & Ibarra Mares (2013), el significado de innovación pertenece conceptualmente a la rama de las ciencias sociales, y es producto de la interacción de ciencia, tecnología y actitud creativa, orientados a la creación de valor, con el objetivo de satisfacer necesidades y deseos de grupos en particular o de la sociedad en general.

Así, la innovación es considerada como la concepción de una idea, como el producir o introducir algo nuevo en el mercado, sea un método o instrumento, los cuales deben insertarse en el proceso productivo. Bajo esta definición, todas las innovaciones implican cambios, pero no todos los cambios se deben a innovaciones. Es así que el término de innovación se puede resumir en la introducción deliberada y específica de lo que es nuevo. Sin embargo, este aspecto innovador es adaptable a la subjetividad de cada individuo, como parte integrante de la sociedad a la que pertenece. Es decir, el efecto de la innovación sobre cada individuo es subjetivo, ya que lo que es nuevo para algunos, puede ser conocido para otros (Adair, 1992).

Peter Drucker (1986) por su parte, citado por Garzón Castrillón & Ibarra Mares (2013), determina que la innovación es la provisión de nuevos bienes y servicios más económicos que los ya existentes en la economía, y con capacidad de producir riqueza a través de la dotación de valor agregado. Esta definición evidencia que los procesos innovadores pueden ser aplicables en cualquier etapa de la producción como la innovación del diseño, comercialización, servicios, precio, organización, canales de distribución, atención al cliente, técnicas de gerencia, etc. Adicionalmente, Drucker (1986) afirma que al momento de generar una innovación, esta debe repercutir dentro de la economía generando cambios, pues este autor considera que las innovaciones, sean grandes o pequeñas, poseen similares problemas en cuanto a dificultad, costos y riesgos.

Según el Manual de Oslo (2006, pág. 44-45), se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Según este autor, los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Esta definición de innovación tecnológica abarca a los siguientes cuatro ámbitos: producto, proceso, mercadotecnia y organización.

Garzón Castrillón & Ibarra Mares (2013), citando a James (1979), describe a la innovación como la creación e introducción de soluciones originales, destinadas a la satisfacción de las necesidades nuevas o ya existentes dentro de un sistema económico. Martínez (1991) por su parte, define por innovación a las nuevas formas de interacción de los factores de producción, con el propósito de adquirir productos originales que impacten en el mercado y en el medio ambiente, conllevando así a beneficios económicos como sociales.

En otro plano, Drucker (1986, pág. 199) plantea un enfoque que está orientado a entender la innovación como “concebir y realizar algo nuevo, todavía desconocido

e inexistente, con el objeto de establecer relaciones económicas nuevas entre elementos viejos, conocidos y los existentes, y darles así una dimensión económica nueva". Así también, Drucker (1986) define a la innovación como un medio y oportunidad a explotar por parte de los empresarios innovadores, enfocado a la creación de negocios diferentes.

Por otra parte, Afuah (1999) define a la innovación como la aplicación de nuevo conocimiento, para impulsar la oferta de nuevos productos y servicios que sean requeridos por los demandantes. De igual manera, considera que una innovación es la aplicación de ideas en el ámbito productivo y que no hayan sido utilizadas anteriormente. Es decir, la innovación se convierte en un camino a través del cual, el conocimiento se transforma en un proceso, producto o servicio que incorpora nuevas ventajas para el mercado o la sociedad. Afuah (1999) afirma que una nueva idea o prototipo por sí solo no puede ser definido como innovación (invención), puesto que este debe necesariamente ser protegido, monitoreado y fomentado para que, finalmente, llegue a convertirse en un producto o servicio con utilidad dentro de la economía (satisfaga necesidades). Es así que una innovación para Afuah (1999) implica tanto invención como comercialización.

Para Pinchot (1999), la innovación no es más que el crear y producir beneficio útil en la economía, así como también es el uso de tecnologías, nuevos productos, servicios, ideas, sistemas, procesos, formas de operar, etc.

En resumen, la innovación se define como un sistema de cambio basado en la creación de conocimiento, representada por la interacción de múltiples aspectos como las ideas, los métodos, los instrumentos, los modos de pensar, los servicios, las formas de insertarse en el mercado, de producir, de formar u organizar, así como la capacidad para solucionar problemas, realizar adaptaciones y modificaciones, con el propósito de introducir o producir bienes novedosos, destinados a satisfacer necesidades existentes y nuevas en el mercado (Garzón Castrillón & Ibarra Mares, 2013).

### 2.1.1. EL ENFOQUE SCHUMPETERIANO DE INNOVACIÓN

Joseph Schumpeter (1883-1950), citado por Montoya Suárez (2004), es uno de los primeros economistas que introdujo el concepto de innovación en el sector productivo, definiéndola como el cambio histórico e irreversible de hacer las cosas, así como también uso el término de emprendimiento y de empresario innovador como motores fundamentales del desarrollo y crecimiento económico (Teoría de las Innovaciones). Además, consolida diferentes ideas de distintos pensadores económicos como Marx, Walras y Max Weber.

Schumpeter comparte con Marx la idea de que la mayoría de los procesos económicos son orgánicos y de carácter endógeno. Es decir, el cambio en la estructura económica viene dado desde dentro del sistema en sí, más no es producto de factores externos. Así también, de Walras recoge la noción de empresario, pero en lugar de su figura pasiva dentro de la actividad productiva, Schumpeter presenta a este como un agente activo dentro del sistema de producción (Montoya Suárez, 2004). Adicionalmente, afirma que las preferencias del consumidor se encuentran dadas dentro de la economía, pues éstas no se crean de manera espontánea, es decir, no se derivan del cambio en el sistema económico (Sledzik, 2013). De igual forma este autor menciona que, toda innovación exitosa debe pasar por un procedimiento compuesto básicamente por tres etapas interconectadas:

- **Invención.** Para Schumpeter la invención es el proceso producido por la interacción de factores científicos y técnicos. En otras palabras, es el descubrimiento propiamente dicho.
  
- **Innovación.** Es la introducción de valor agregado al invento creado en la anterior etapa y que no haya sido usado en el pasado. Incluye las mejoras en los procesos de producción que dan por resultado nuevos productos y la agregación de nuevas funciones a un bien o servicio, etc.

- **Difusión.** Según Schumpeter, esta es la etapa decisiva dentro del proceso de innovación, ya que es el nexo entre la ciencia y el mercado.

Cabe mencionar que, una vez terminada la tercera etapa, el ciclo vuelve a empezar, ya que el empresario innovador buscará nuevas oportunidades de innovación con el propósito de incrementar sus beneficios y prestigio personal (Alonso & Fracchia, 2009).

### 2.1.2. INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO (TEORÍA DE LAS INNOVACIONES)

Dadas las diferentes definiciones de innovación, cabe ahora relacionarlas con el desarrollo y el crecimiento económico. La teoría marco para entender esta relación fue construida por el economista Schumpeter, y se conoce como teoría de las innovaciones.

Según Schumpeter (1978), los procesos de producción son consecuencia de la interacción de diferentes fuerzas, las cuales se dividen en fuerzas materiales e inmateriales. Los factores o medios de producción (trabajo, tierra y capital), componen las fuerzas materiales; y, por otra parte, las inmateriales se definen como los hechos técnicos y de organización social. Por esta razón, Schumpeter plantea la siguiente función de producción:

$$\text{PIB} = F(K, \text{RN}, W, T, \text{ASC}) \quad [1]$$

Donde PIB denota al Producto Interno Bruto o Volumen de Producción de un país determinado; K, a los medios de producción producidos (maquinaria, equipo, materias primas e insumos, infraestructura de transporte y telecomunicaciones, etc.)<sup>3</sup>; RN, a los recursos naturales<sup>4</sup>; W, al trabajo (fuerza física y trabajos

---

<sup>3</sup> Schumpeter denomina a este factor como “Medios de Producción Producidos”, ya que este tenía una concepción distinta acerca del Capital (K).

<sup>4</sup> Dentro de este factor se toma en cuenta la tierra y su fertilidad, así como a los recursos naturales vírgenes.

rutinarios); T, a la tecnología e innovación; y, ASC denota aspectos sociales y culturales.

Adicionalmente, Schumpeter agrupa a los medios de producción producidos, al trabajo y a los Recursos Naturales (RN) en la variable Factores Productivos (FP). Cabe mencionar que los RN son muy poco susceptibles a cambios a lo largo del tiempo, por lo que, se comportarían como una variable constante en la función de producción (Montoya Suárez, 2004). Entonces, la función de producción anterior [1] se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\text{PIB} = F(\text{FP}, \text{T}, \text{ASC}) \quad [2]$$

En este nuevo modelo de producción [2], Schumpeter denomina a los FP como fuerzas materiales del proceso productivo, mientras que a los dos restantes (T y ASC), los llama fuerzas inmateriales del mismo. Por esta razón, Adelman (1978) define por cambio en el sistema de producción de un país al producto de la tasa de variación de los factores productivos, tecnología e innovación y del ambiente social y cultural. Sin embargo, el aporte de cada componente del PIB (FP, T y ASC), no se comporta de manera homogénea.

#### **2.1.2.1. Impacto de las Fuerzas Materiales**

El impacto en el PIB proveniente de las fuerzas materiales (FP), según Schumpeter, se traduce en cambios graduales, lentos en el comportamiento de la economía y que no generan transformaciones socio-culturales importantes, debido a que su impacto en la sociedad es netamente cuantitativo y no cualitativo. Por ende, estas fuerzas son denominadas como componentes del crecimiento económico.

Es decir, estas fuerzas están ligadas expresamente al aumento de los medios de producción y a el incremento de la población, principal abastecedor de la fuerza de trabajo necesaria en los procesos productivos. Por lo tanto, el fortalecimiento



de las fuerzas materiales se manifestaría solamente en el crecimiento de la producción. Así, estos factores desatarían procesos de operación rutinarios dentro de las empresas, basados en la fuerza física, con el objetivo de impulsar los volúmenes de producción, sin tomar en cuenta la innovación (Montoya Suárez, 2004), transformándose en una economía repetitiva y rutinaria, que se limitaría solamente a reproducir las cantidades de bienes destinadas al mercado (Sledzik, 2013).

Dentro de un sistema económico creado en base a fuerzas materiales, según Schumpeter y citado por Montoya Suárez (2004, pág. 210), la vida económica alcanzaría un equilibrio estático y su flujo circular seguiría, en lo esencial, los mismos canales año tras año. Adicionalmente Oser & Blanchfield (1890) afirman que el beneficio y el interés desaparecerían, y se interrumpiría la acumulación de riqueza. Es decir, sin innovación la economía no sería posible.

#### **2.1.2.2. Impacto de las Fuerzas Inmateriales**

Las variaciones en tecnología e innovación (T) y en los aspectos sociales y culturales (ASC), producen un comportamiento dinámico y no estático a lo largo del tiempo. Generan, de este modo, un proceso de transformación cualitativa de la sociedad y de la economía en general, distinto de los factores de crecimiento económico mencionados anteriormente, que se relacionan con el incremento en el nivel productivo. Por esta razón, Schumpeter denomina a las fuerzas inmateriales como principales factores que fomentan el desenvolvimiento, evolución o desarrollo económico (Montoya Suárez, 2004).

A pesar de esto, los avances tecnológicos y los cambios sociales y culturales no poseen una influencia homogénea dentro del desarrollo económico. Según Schumpeter, citado por Montoya Suárez (2004, pág. 211), el carácter evolutivo del proceso capitalista no se debe simplemente al hecho de que la vida económica transcurra en un medio social y natural que se transforma incesantemente; y que, a causa de su transformación, se alteren los datos de la acción económica. Este

hecho se considera importante, donde estas transformaciones (guerras, revoluciones, etc.) condicionan a menudo el cambio industrial, pero no constituyen su móvil primordial.

Este carácter evolutivo al crecimiento tampoco se debe al casi automático cambio de la población y del capital, ni a las veleidades del sistema monetario. Por ello, se puede decir exactamente lo mismo que de las transformaciones del proceso capitalista: el impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista.

En este contexto, se evidencia que el causante de constantes procesos de cambios estructurales en la economía y, por ende, el principal dinamizador del sistema capitalista y generador de desarrollo económico es la tecnología. Y con ésta, la innovación, que no es más que una invención inserta en el mercado, con características industrializadoras dentro del sistema de producción. Es así que se identifica a tres tipos de innovaciones: innovaciones incrementales, innovaciones radicales o descriptivas e innovaciones arquitecturales (Montoya Suárez, 2004).

#### *2.1.2.2.1. Innovaciones Graduales, Evolutivas o Incrementales*

Se conoce como innovación incremental a aquella que es realizada en base a un marco conceptual ya existente en el mercado. Es decir, se crea valor sobre un producto, método, proceso, etc., que fue inventado o creado en el pasado. Son participes de los cambios, buscan crear un mejor producto final más congruente con las expectativas de los clientes. Estas mejoras pueden perfeccionar la imagen o la apariencia del bien, aumentar sus funciones, etc. (Harvard Business School, 2014).

Para Schumpeter (1939), la innovación incremental es la que más se ajusta a la escasa disponibilidad de recursos y a los requerimientos del mercado, ya que

tiene una participación constante en los procesos de cambio dentro del sistema económico. Kuatko & Hodgetts (1992), plantea algunas características de las innovaciones graduales, entre las más importantes:

- Las innovaciones graduales son percibidas por el consumidor, pero el concepto original del bien o servicio no se modifica.
- Las innovaciones graduales pueden ser partícipes a la introducción de nuevos elementos tecnológicos, pero la esencia del producto original no representa un cambio trascendental.
- Las innovaciones graduales no poseen barreras sólidas ante el plagio, por lo cual tienden a ser rápidamente imitadas y mejoradas por terceros.

Así, este tipo de innovaciones caen bajo el análisis estático, ya que no tienen gran influencia en las transformaciones sociales (Schumpeter, 1978). Eso se debe a que se caracterizan por no ser sostenibles en el tiempo, puesto que a largo plazo el bien pasa a ser algo común entre la sociedad, lo cual da origen a la búsqueda de nuevas formas de modificar el producto (Harvard Business School, 2014).

#### *2.1.2.2.2. Innovaciones Radicales o Descriptivas*

La innovación radical o descriptiva está ligada a la creación y experimentación de algo nuevo (productos, mercados, modelos, procedimientos, procesos, vías de distribución, etc.). En otras palabras, es la generación de un bien (sea tangible o intangible) que no es conocido aún en la actualidad (Harvard Business School, 2014). Esta clase de innovaciones, a diferencia de las incrementales, son capaces de producir cambios revolucionarios y decisivos dentro de una sociedad y la economía (Schumpeter, 1978). Son aquellas innovaciones que, dependiendo de sus características específicas, pueden cambiar el modo de vida de los individuos. En muchos casos, la innovación incremental se presenta después de la introducción de una innovación radical.

Se considera como innovaciones radicales, si cumplen algunos de los siguientes aspectos:

- Lanzamiento de un nuevo bien o una nueva categoría de un producto ya existente.
- Aplicación de métodos aplicados a la producción, venta o distribución de mercancías que no hayan sido utilizados antes en el entorno industrial.
- Apertura de nuevos mercados, que aún no hayan sido explotados por ninguna rama industrial.
- Generación de nuevas fuentes de oferta de suministro, materias primas o productos semielaborados.
- Nuevos cambios en la estructura organizacional o procesos de gestión, tales como la creación o destrucción de una posición monopólica (Sledzik, 2013).

De igual manera, se considera que una innovación es radical si el conocimiento científico y tecnológico usado para desarrollarla y explotarla es diferente a los conocimientos actualmente utilizados dentro del mercado. Eso implica una transformación en cuanto a la utilidad del conocimiento, que pasa de conocimiento actual a conocimiento obsoleto (Tushman & Anderson, 1986). Además, según Scott, citado por Garzón Castrillón & Ibarra Mares (2013), una innovación descriptiva representa oportunidades para la instauración de nuevos negocios, con sus respectivos productos novedosos.

Es así que, mediante la generación de innovaciones descriptivas (radicales), se impulsa el proceso de cambio en el sector industrial, y de la estructura económica en general desde dentro, ya que se destruye interrumpidamente lo antiguo a través de la continua creación de nuevos elementos. Esta serie de modificaciones

en el sistema económico (destrucción creadora), forma parte esencial del modo de producción capitalista, provocando a cualesquier empresa dentro de este régimen de producción, a amoldarse a esta transformación y así poder seguir en operación (Schumpeter, 1996).

Adicionalmente, una innovación radical exige de un elevado uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), en cada una de las actividades y procesos relacionados con la producción de nuevos bienes y servicios, lo cual sirve para impulsar la generación de nuevos conocimientos (Molina & Munuera, 2008).

Además, la concepción de Schumpeter acerca de las innovaciones radicales, en los últimos años ha ejercido cierta influencia en grandes organismos internacionales como es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Fondo Monetario Internacional (FMI). En el Manual de Oslo (2005) presentado por la OCDE se puede apreciar algunas contribuciones del pensamiento schumpeteriano en cuanto a cómo se categorizan las innovaciones. En este contexto, según el Manual de Oslo (2005), existen cuatro grandes grupos de innovaciones:

- **Innovación de Producto.** Se refiere a los cambios significativos en las características de las mercancías y servicios, incluyendo a bienes o servicios nuevos, así como a las mejoras en los mismos.
- **Innovación de Proceso.** Se refiere a cambios importantes en los métodos y combinaciones de los factores productivos y en los canales de distribución.
- **Innovación de Organización.** Se refiere a la puesta en marcha de nuevas formas de trabajo, tanto a nivel de la organización, de los lugares de trabajo o del gobierno corporativo, como a nivel de las nuevas formas de relacionarse con las organizaciones ajenas a la empresa.

- **Innovación de Comercialización.** Se refiere a la implementación de nuevos métodos de comercialización: cambios en el diseño, empaquetado o promoción de producto, entre otros.

#### *2.1.2.2.3. Innovaciones por Reformulación o Arquitecturales*

La innovación arquitectural es la que ejerce impacto sobre los componentes internos del aparato productivo. Es decir, implica cambios en la forma de interrelación de los mismos, generando modificaciones en los bienes y servicios ofertados, sin tener afectaciones en sus principales componentes (Henderson & Clark, 1990). En la mayoría de los casos, las innovaciones por reformulación se encuentran implícitas o incorporadas en las rutinas y los procedimientos del aparato productivo.

En otras palabras, Henderson y Clarck (1990), entienden por innovación arquitectural a la reconfiguración de un sistema ya establecido, a través de nuevas vinculaciones de componentes ya existentes en el sistema económico. Eso produce cambios significativos en la interacción de los mismos y en el resultado final del proceso de producción, con incremento en el valor agregado de los bienes finales, a través de la incorporación de nuevos elementos en la producción.

### **2.1.3. CONCEPCIÓN DE EMPRESA Y EMPRESARIO INNOVADOR**

#### **2.1.3.1. Empresario Innovador**

La innovación radical, es uno de los principales factores que explica la generación de desarrollo económico dentro del modo de producción capitalista. Sin embargo, este tipo de innovaciones no se obtienen de forma espontánea, ya que se necesita de un individuo que las elabore. A esta persona se le denomina empresario innovador y, de forma general, es un individuo que busca beneficio o ganancia de la innovación.

Sin embargo, para Schumpeter, el término empresario innovador no puede recaer sobre cualquier persona que monte una empresa, sea dueña de los factores de producción (tierra y capital) o, en su defecto, que obtenga lucro de la diferencia de precios en el mercado (empresario de arbitraje).

El empresario innovador es el individuo que posee la iniciativa de proponer y plasmar nuevas combinaciones de los medios de producción y está dispuesto a arriesgarse a incorporar una innovación, lo que le permitirá acceder a beneficios de la creación de monopolios (Schumpeter, 1978). Además de esto, un empresario innovador es un pionero en la introducción de nuevos productos, procesos, modelos, procedimientos, etc., dentro del mercado, pues se caracteriza por aprovechar o crear oportunidades, en base a su propio ingenio e imaginación (Oser & Blanchfield, 1890).

En otras palabras, para Schumpeter empresario innovador es la persona, que siendo propietario o no de un negocio, tiene la capacidad de generar innovaciones radicales, de manera interna o externa al campo organizacional. En este contexto, los comerciantes no son considerados empresarios innovadores, puesto que solo sirven como medio de intermediación de mercancías.

Además, según Drucker (1986), la innovación tiene la característica de estar intrínseca a cualquier sector de la economía. Por ende, ésta se convierte en un aspecto propio del campo empresarial donde el empresario innovador ve el cambio como un común denominador de la generación de desarrollo económico. A pesar de esto, el empresario innovador no necesariamente se encarga de ejecutar los cambios, aun así, lo busca, responde a este y lo explota con el objetivo de encontrar una oportunidad.

En este sentido, no todos los directores, industriales y administradores de una empresa tienen la denominación de empresarios innovadores, pues en su mayoría, la función de éstos es desempeñar e impulsar los procesos productivos,

dejando de lado la aplicación de innovaciones radicales. A menudo, los empresarios innovadores no asumen el riesgo de inversión, que está cubierto por los accionistas, los cuales en gran parte son capitalistas. Adicionalmente, cabe mencionar que un empresario no necesariamente forma parte de la compañía donde se aplican sus conocimientos, debido a que éste puede adquirir sólo una relación temporal con las organizaciones.

Sin embargo, independientemente del tipo de innovación, éstas se desvanecen en el largo plazo, pasando a formar parte de la vida cotidiana de la sociedad. Por esta razón, para Schumpeter, un individuo pierde el carácter de empresario innovador tan pronto su invento o creación se vuelve popular, se masifica o se vuelve rutinaria en el mercado. Es así que, la única manera de que una persona mantenga la denominación de empresario innovador es a través de la creación constante y permanente de nuevos bienes, procesos, etc. (Montoya Suárez, 2004).

#### **2.1.3.2. Empresa**

Al igual que con el concepto de empresario innovador o simplemente empresario, la concepción de empresa no puede ser utilizada con cualquier negocio que funcione a través de la rutina, donde se dejen de lado los procesos de innovación (empresas de base abierta). Empresa es la realización de nuevas combinaciones (Schumpeter, 1978), en otras palabras, una empresa es el proceso de generación de innovaciones radicales. En este sentido, los únicos negocios que podrían ser llamados empresas, son las organizaciones con base tecnológica (Montoya Suárez, 2004).

#### **2.1.4. FUENTES DE INNOVACIÓN**

Gracias a su capacidad de invención, el empresario innovador posee la capacidad de ver oportunidades donde otros ven dificultades. Además de esto, el innovador siempre está en una constante búsqueda de nuevas formas y maneras que



favorezcan la creación de nuevos bienes. Por esto, en la Tabla 1 se muestra las principales fuentes de la innovación, algunas generadas por el innovador y otras influenciadas por el contexto económico donde se desarrollan (Drucker, 1986).

**Tabla 1.- Fuentes de la Innovación.**

No.	Fuente	Definición
1	Inesperada	Se considera una fuente de innovación siempre y cuando el emprendedor busque la causa del mismo, teniendo como resultado un éxito, fracaso o un acontecimiento externo. La oportunidad de adquirir una innovación por una fuente inesperada, depende en parte, de la suerte e intuición, pero además, requiere de la búsqueda constante de la misma por parte del empresario innovador.
2	Incongruente	La incongruencia para el innovador puede conducir a la originalidad ya que, cuando algo no funciona como se espera dentro de algún proceso de experimentación, el innovador no trata de entender el porqué del fracaso, si no que tratará de convertirlo en una oportunidad. Por esta razón el innovar ve lo que todos ven, piensa lo que algunos piensan y hace lo que nadie hace.
3	Necesidades surgidas en el proceso	Este tipo de fuente se basa en la aparición de necesidades imprevistas, que desafían la capacidad creativa del innovador, en cuanto a la búsqueda de algún mitigante dirigido a satisfacerlas. Esta fuente aparece a través de la investigación científica, a diferencia de las anteriores fuentes que surgen del medio ambiente, sea este interno o externo. <sup>5</sup>
4	Cambios en la estructura de la industria	Esta fuente basa su estudio en la creación de nuevas formas, procesos y métodos, dentro del proceso productivo.
5	Cambios demográficos en las formas de vida, hábitos y costumbres	Esta fuente obliga al innovador a producir bienes nuevos, con el objetivo de satisfacer hábitos de vida, costumbres de la sociedad, cambios de tamaño, grupos de edad, trabajo, nivel educativo, ingresos, etc., las cuales están en constante evolución.

---

<sup>5</sup> Para Amabile (2002), el trabajo investigativo es considerado como el primer paso para la adquisición de ideas innovadoras, ya que las innovaciones intencionadas y sistemáticas comienzan con el análisis de las principales fuentes de nuevas oportunidades.

6	Cambios de percepción	Los cambios de percepción de los individuos son considerados fuentes de innovación, en este caso es primordial ser el primero en actuar en el mercado. Además, debido a que la percepción está afectada por la incertidumbre, las innovaciones deben iniciar siendo pequeñas y específicas.
7	Conocimientos en la Ciencia y Tecnología	Se basa en el desarrollo de nuevos conocimientos científicos tecnológicos.

**Fuente:** Drucker (1986).

**Elaboración:** Propia.

## 2.2. EMPRENDIMIENTO

Al igual que el concepto de innovación, el término de emprendimiento ha sido acreedor de una infinidad de interpretaciones y definiciones dependiendo de la época y del contexto económico o social en el que se desarrollan las teorías. La aparición del término emprendedor se atribuye al término francés *entrepreneur*, asociándolo a un individuo que es pionero en la toma de decisiones o es promotor de la iniciación de algo, sin tener el conocimiento de las circunstancias futuras. Esta situación de incertidumbre es una característica común, aun entre los emprendedores de la actualidad. De igual manera, la palabra *entrepreneur* se usó para individuos que se aventuraban a viajar hacia el Nuevo Mundo, con lo cual se enfrentaban a un panorama de incertidumbre con respecto a lo que esperaban encontrar en su travesía.

De manera muy general se podría definir al emprendimiento como el resultado de la búsqueda de una solución inteligente a algún problema, con el fin de perseguir beneficios económicos, políticos, sociales, etc., dentro de un panorama de incertidumbre e innovación. Por ende, Kundel (1991) citado por Formichella (2004, pág. 3) afirma que, la actividad emprendedora es la gestión del cambio radical y discontinuo, o la renovación estratégica, sin importar si esta renovación ocurre adentro o afuera de organizaciones existentes, y sin importar si da lugar, o no a la creación de una nueva entidad de negocio.

En los siglos XVII y XVIII se consideraba como emprendedor a la persona que ofrecía trabajos de construcción o de diseño de edificios (Vérin, 1982). El fisiócrata irlandés de descendencia francesa Richard Cantillón (1680–1734) define al emprendimiento como la capacidad de asumir riesgos y afrontar problemas dentro de una economía mercantil en un panorama de incertidumbre. Así mismo, denomina al emprendedor como un agente que adquiere los medios de producción a determinados precios, combinándolos de una manera óptima y ordenada con el propósito de crear un nuevo producto. Estos aspectos, sumado a los altos niveles de competencia, impulsan al emprendedor a evaluar todas las posibilidades que sean de ayuda en la toma de una decisión.

Según Cantillón, las condiciones económicas antes mencionadas, promueven a la aparición de dos clases sociales predominantes, donde su principal diferencia es la forma de adquirir beneficios. Primero, tenemos a los denominados contratados, los que son acreedores de una renta o salario fijo que, por lo general, son bajos (componen la mayor parte de la sociedad). Segundo, tenemos a los llamados emprendedores, los que son partícipes de beneficios variables e inciertos dependiendo mayoritariamente del mercado en el cual se desenvuelven (Cantillón, 1755).

En este contexto, Turgot (1766) complementa la teoría de Cantillón, argumentando que la mayoría de los riesgos que son asumidos por el emprendedor deben ser respaldados por una porción de capital proveniente de ellos mismos. Capital que, por lo general, se encuentra invertido en la adquisición de tierras, agricultura, industria, comercio y préstamos con intereses.

No obstante, en la mayoría de teorías económicas fisiócratas y clásicas no se puede llegar a una definición generalizada del concepto de emprendimiento. Algunos pensadores como Say (1803) consideran al emprendimiento como el principal impulsor del desarrollo de productos con el propósito generar utilidad, que varía en función de la persona, tiempo y del lugar en el contexto del emprendimiento. Por esta razón al creador o inventor de estos bienes se le

denomina emprendedor o trabajador superior (persona líder, un tomador de riesgos, previsor y evaluador de proyectos que canaliza recursos en vías a obtener productividad).

Otros autores como Quesnay (1758) relacionan al emprendedor como el único hombre inteligente dentro del sistema de producción. Bentham (1776), califica al emprendedor como al innovador. Turgot y Thunen, definen al emprendedor como el individuo que asume el riesgo, con el objetivo de maximizar sus beneficios (Teoría de la productividad), por el cual el emprendimiento es usado como una herramienta para conseguir este fin.

Sin embargo, Jackson, Gaster y Gaulden (2001), logran identificar dos características inmersas en todas las teorías antes mencionadas, y de alguna manera generalizar el concepto de emprendimiento. En primer lugar, la capacidad propia del emprendedor es la habilidad para asumir riesgos. En segundo lugar, el emprendedor es una persona inteligente dentro del proceso de producción. Finalmente, el emprendedor está dotado de cualidades para la toma de decisiones en situaciones de riesgo proveniente de una innovación. En resumen, es un trabajador que destaca de entre los demás.

Cabe recalcar que, las funciones económicas del emprendedor no están acordes a los supuestos de las teorías clásicas, ya que su análisis parte de una economía optimizada, tratando de equiparar el máximo de recursos con el objetivo de llegar a un equilibrio. Por estas razones, el emprendedor no tiene cabida en este contexto, ya que se lo incluye dentro de lo que clásicos llaman fuerzas externas, las cuales según estos, no producen desarrollo ni crecimiento económico. (Formichella, 2004).

En el siglo XX, con la Escuela Neoclásica, pensadores como Hawley, Bates Clark y Alfred Marshall (1842-1924), consideraron las ideas de Say (1803) para dar una definición del concepto de emprendimiento. Marshall (1890), por ejemplo, reconoce por primera vez al emprendimiento como un factor preponderante

dentro de la producción, enfocando su estudio en las habilidades de liderazgo del emprendedor dentro del sistema industrial, lo que le convierte en un trabajador superior y en el principal dinamizador de la actividad económica.

De igual manera, para Marshall citado por Formichella (2004), son cuatro y no tres los factores que impulsan a la producción: la tierra, el trabajo, el capital y la organización, definiendo a este último como el factor organizador que tiene la función de atraer y de agrupar a los demás. Marshall (1890) afirma que el emprendedor es intrínseco al factor organización, es un líder dispuesto a trabajar en condiciones de incertidumbre originada por la escasez de información completa.

Por otra parte el keynesianismo con John Maynard Keynes (1883-1946), recoge la idea del trabajador superior, en cuanto a su habilidad en la toma de decisiones. Keynes menciona que, el hecho de que una decisión tenga como resultado beneficios positivos, no siempre quiere decir que esta decisión hubiese sido la mejor elección. En otras palabras, si se hubiese analizado las ventajas y desventajas (tanto en ámbito económico, social como financiero), tal vez esta opción nunca se habría tomado en cuenta ya que, en relación a sus riesgos, existirían oportunidades más atractivas y rentables. A este comportamiento Keynes (1936) le llama el espíritu animal (animal spirits), donde el instinto de supervivencia del ser humano encuentra beneficios sin base a hechos tangibles, dejando de lado su exposición a los diferentes riesgos existentes (Herber & Link, 1982).

Amit & Muller (1994) por su parte, describen al emprendimiento con términos como innovador, flexible, dinámico, capaz de asumir riesgos, creativo, con capacidad de convocatoria y orientado al crecimiento, con la capacidad de iniciar y operar nuevas empresas. Por ende, un emprendedor no sólo se caracteriza por mirar su entorno sino que, además, descubre nuevas oportunidades para generar emprendimientos. En la práctica, se ha visto que esta definición de emprendimiento no es del todo exacta, ya que a nivel mundial se establecen miles

de empresas diariamente que debieron de haber sido innovadoras, creativas, dinámicas, etc., con lo cual parecería demostrar la existencia de emprendimiento, pero aun así fracasaron (Rodríguez, 2009).

Lung Von Mises citado por Gunning (2000), por su parte, afirma que un individuo puede llamarse emprendedor si y sólo si cumple con las siguientes características:

- Un emprendedor debe ser un evaluador de beneficios y costes a través de medidas cuantitativas verificables y comparables. Cálculos que deben servir de ayuda para la toma de decisiones. En este proceso, el emprendedor descubre nuevas necesidades por satisfacer dentro de la sociedad, así como nuevos factores que inciden e impulsan a la industria.
- Un emprendedor siempre plasma en su mente sus proyectos a futuro, así como los de otros individuos que actúan en el mercado con los cuales interactúa.
- Un emprendedor debe poseer pensamiento empresarial, ya que debe ser capaz de optimizar las formas de utilizar los factores productivos y, por ello, la creación de mercancías.
- Un emprendedor debe ser capaz de trabajar en situaciones de completa incertidumbre, ya que sus acciones serán tomadas en el futuro, donde se desconoce las decisiones de los agentes económicos y del mercado.

Stevenson (2000) afirma que el acto de crear una empresa no es condición suficiente para ser llamado emprendedor, puesto que adicional a esto, este individuo debe mantener una búsqueda constante de nuevas oportunidades que sirvan para incrementar sus beneficios. Por esta razón, las personas que crean un negocio llamado tradicional, utilizando los mismos procesos, métodos o técnicas que ya habían sido usados anteriormente en el mercado (a pesar de estar

insertos en situaciones de incertidumbre), no deben ser considerados emprendedores, debido a que sólo están practicando un proceso de imitación.

Además, Stevenson (2000) plantea que existen diferencias entre las denominaciones de emprendedor y ejecutivo. Un ejecutivo mantiene un comportamiento estático debido a que construye su estrategia en función a los recursos que administra, tratando de minimizar los riesgos, dada una jerarquía con una clara definición de responsabilidades. El emprendedor, en cambio, arma su estrategia en función a su percepción en cuanto a las oportunidades, afrontando los riesgos en el corto plazo, desafiando a la jerarquía y coordinando los recursos.

### **2.2.1. TEORÍA DE FREIRE**

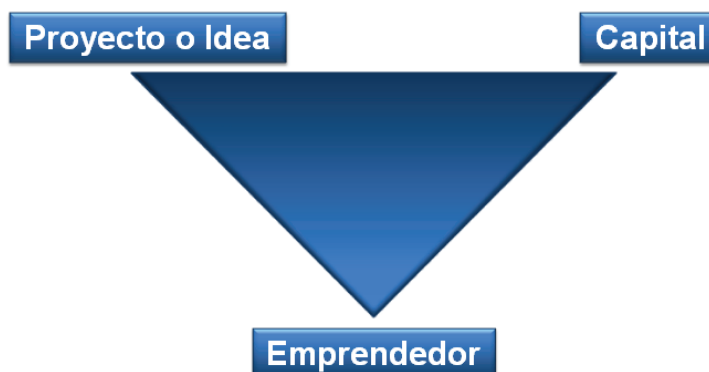
Freire (2011), a través de su Teoría del Triángulo invertido, menciona que todo proceso emprendedor es producto de la combinación e interacción de tres factores fundamentales, y que se pueden apreciar en la Figura 2. El modelo de Freire considera al emprendedor (vértice de abajo) como el principal componente dentro de un proceso de emprendimiento, el cual necesita de dos variables adicionales como es la idea o proyecto con viabilidad de mercado y el capital inicial (seed money) para que se genere un plan exitoso.

Adicionalmente, Freire afirma que el fracaso en un proceso emprendedor se debe al mal funcionamiento de una o más de estas tres componentes (el emprendedor no fue bueno, no se obtuvieron los recursos económicos necesarios o la idea o proyecto fue la equivocada), o a una interacción fallida entre estas. Aun así, el emprendedor es el principal dinamizador del modelo. Por esta razón, Freire (2011, pág. 33) expresa que el emprendedor brillante siempre logra finalmente el capital o el gran proyecto.

El emprendedor mediocre, por más que tenga solventado el aspecto económico y posea una buena idea, no es exitoso jamás. Por ello, emprender va más allá de

solamente una actitud meramente mercantil o un conjunto de conceptos, ya que es el conjunto e interacción de varios factores tanto sociales como económicos.

**Figura 2.-** Teoría del Triángulo Invertido.



**Fuente:** Freire (2011).

**Elaboración:** Propia.

Además, Freire (2011) presenta algunos elementos comunes encontrados en los grandes emprendedores, de los cuales once son considerados los más importantes, y que con sus iniciales forman la palabra "Emprendedor", tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.-** Condiciones detrás de un emprendedor.

No.	Condición	Significado
1	Emancipación	Esta dada por la búsqueda de libertad e independencia.
2	Moderación en la ambición de dinero	Un emprendedor no considera al dinero como su principal motivación, sino que le ve como una consecuencia inevitable al emprendimiento.
3	Pasión	Emprender es estar dedicado en mente, cuerpo y alma al proyecto puesto en marcha.
4	Resultados	El objetivo de un emprendedor debe ser el de obtener resultados concretos y medibles.
5	Espiritualidad	Un emprendedor debe balancear su trabajo profesional, con su trabajo emocional, lo que le ayudará a corregir errores y a buscar mejoras.
6	Novicio (actitud de aprendiz)	Siempre existe la oportunidad de aprender a través de los errores y experiencias.
7	Disfrute del camino	Los emprendedores encuentran un equilibrio entre la dificultad de sortear obstáculos y la satisfacción de



		superarlos.
8	Éxitos compartidos	Un emprendedor considera a los integrantes de su equipo como socios con los que hay una interacción mutua de conocimiento.
9	Determinación	Un emprendedor se caracteriza por ser firme y seguro en la toma de decisiones.
10	Optimismo y sueños	Tener una imagen y visión clara de hacia dónde pueden y quieren llegar con respecto a sus proyectos.
11	Responsabilidad incondicional (protagonismo)	Asumen una responsabilidad incondicional frente a su destino, lo cual los vuelve hábiles para superar obstáculos.

**Fuente:** Freire (2011).

**Elaboración:** Propia.

Otro pensador clásico, ya citado en varias ocasiones en este trabajo, es Schumpeter (1911), que retoma las ideas planteadas por Say (1803), refiriéndose a los emprendedores como individuos y empresarios que, a través de sus actividades, producen inestabilidades en los mercados de bienes y servicios.

En contraposición, la Escuela Austriaca discrepa respecto a los estudios de Schumpeter, afirmando que muchos emprendedores mejoran y hacen más eficientes los mercados, anulando las turbulencias y creando nuevas riquezas (Castillo, 1999). Por esta razón, se hace un análisis más completo de los dos enfoques antes mencionados, dado que sus estudios son aceptados hasta la actualidad.

### 2.2.2. EMPRENDIMIENTO SCHUMPETERIANO

La esencia del pensamiento schumpeteriano, en cuanto a emprendimiento se refiere, es el estudio del análisis del ciclo y de la importancia del emprendedor como dinamizador de la inversión y la innovación. En sus estudios, Schumpeter predice la caída y desintegración del capitalismo, según él, debido a su propio éxito (Rodríguez, 2009).

De este modo, las características del sistema de producción capitalista no permiten llegar a un equilibrio económico estático, debido a que los emprendedores son los principales generadores de perturbaciones y distorsiones en el mercado. Cabe mencionar que, según Schumpeter, cada actividad emprendedora generada crearía nuevas situaciones de equilibrio económico. Es decir, se puede encontrar varios equilibrios económicos de acuerdo al número de innovaciones exitosas insertas y aceptadas en el mercado, mas no un equilibrio general que acople todos los aspectos de una economía en particular (Castillo, 1999).

El pensamiento schumpeteriano en cuanto a desarrollo económico, no recoge ni acopla ideas del pensamiento clásico como el de Adam Smith, que afirma que el desarrollo se genera en base especialización y división del trabajo. Tampoco acoge estudios neoclásicos donde se mencionan a los cambios tecnológicos como los principales impulsores del crecimiento (ver Romer (1990), por ejemplo). Según Schumpeter es el emprendimiento y la innovación a través del emprendedor los principales causantes del desarrollo productivo, configurando avances que no se caracterizan por presentar un comportamiento lineal dentro de la sociedad.

#### **2.2.2.1. Emprendedor o empresario schumpeteriano**

Schumpeter citado por Castillo (1999), describe al emprendedor como la persona que reforma y revoluciona los patrones de producción, explotando posibilidades, fuentes de insumo, nuevas forma de organización, etc., con el propósito de generar nuevos bienes y servicios. El insertar nuevos procesos, métodos o técnicas en el mercado requiere superar un gran reto, dado que estos aspectos se encuentran fuera de las actividades rutinarias y que la mayor parte de la sociedad entiende.

Por estas razones, se crea una resistencia por parte de la mayoría de los individuos a acoplarse a estas nuevas ideas, producto del instinto humano de

supervivencia (los seres humanos le temen a lo que no entienden). Algunos de estos sentimientos de rechazo son de naturaleza sociológica, debido a que los individuos reaccionan de forma negativa si alguien abandona la forma tradicional de hacer las cosas.

Otra forma proviene del ámbito psicológico de las personas, ya que la palabra cambiar está ligada a asumir nuevos riesgos. Por tanto, es más fácil permanecer en un panorama conocido que acoplarse a un nuevo contexto, donde no se tiene un plan de acción para los posibles sucesos inciertos.

Es así que, para superar estos problemas de resistencia dentro del mercado, se requieren de personas con cualidades y aptitudes especiales, que estén dispuestas a superar los obstáculos de resistencia sociales (negación de financiamiento, aceptación del producto, agresión física, etc.), y que se encuentran sólo en una pequeña fracción de la población, y sirven de ayuda para definir el tipo de emprendedor, así como su función emprendedora (Swedberg, 2007).

Así, según Schumpeter, las características de un emprendedor sólo se puede encontrar en una pequeña fracción de la sociedad, puesto que, no todo aquél que crea o dirige una empresa puede ser llamado emprendedor. Un empresario emprendedor se puede definir como la persona que se encuentra inserto en procesos de constante innovación, siempre buscando nuevas formas de combinar e implementar las innovaciones en los factores de producción, independientemente si es dueño o no del negocio donde trabaja.

Los tradicionales gerentes de empresa, llamados también por Schumpeter como Gerentes Menores, actúan en base a una rutina, es decir, es la expresión típica del Homo Economicus Neoclásico (Hombre Económico), dado que esperan obtener los mayores beneficios minimizando el coste.

Adicionalmente, Schumpeter denomina al emprendedor como una persona irracional, pues su forma de actuar no se basa en la maximización de sus beneficios con una actitud hedonista (considerar al placer como la finalidad u objetivo de vida). Por eso, el principal objetivo del emprendedor Schumpeteriano es independizarse, consiguiendo una posición social poderosa a través de la satisfacción proveniente de sus creaciones o inventos (innovaciones), los cuales surgen de su propia iniciativa e intuición, y no de un estudio de mercado riguroso y comprobable (Alonso & Fracchia, 2009).

Además, Schumpeter afirma que, un emprendedor es un líder nato, refiriéndose a él como un “Man of Action”, ya que no acepta la realidad tal como es, sino que busca cambiarla introduciendo nuevas formas de interacción de los medios de producción y liderando el mercado por medio de sus innovaciones.

Sin embargo, cabe mencionar que un empresario emprendedor también es participe de las actividades rutinarias dentro de una organización como son tareas administrativas, técnicas, manejo de personal, entre otras. Es decir, es bastante improbable que el directivo de una empresa no implemente cambios en el proceso productivo, así como que un individuo pueda generar continuamente innovaciones, puesto que en ciertos periodos o áreas, el emprendedor tiende a apegarse a la rutina (Swedberg, 2007).

#### **2.2.2.2. La Teoría de Obsolescencia del Emprendedor.**

Alonso & Fracchia (2009) citando a Schumpeter define en términos generales a la Teoría de Obsolescencia del Emprendedor como la pérdida de protagonismo del emprendedor dentro del proceso de producción. Hipótesis que responde a dos aspectos fundamentales. Por un lado, tenemos la concentración de capital en pocas empresas dentro de la economía y la burocracia de los procesos de I+D que, de igual manera, se equiparan en las grandes corporaciones donde el desarrollo de nuevas combinaciones métodos, procedimientos, etc., de los factores de producción pasan a ser tareas rutinarias de los investigadores de las

grandes empresas, desplazando al emprendedor y sus innovaciones a un segundo plano.

Por otro lado, el emprendedor ya no es necesario dentro del proceso productivo, debido a que los individuos de la sociedad ya están acostumbrados a los cambios producidos por las innovaciones (principalmente en el siglo XX), con lo cual, las características del emprendedor de enfrentarse a las resistencias sociológicas y psicológicas quedarían deterioradas y obsoletas.

Adicionalmente, el menor protagonismo del emprendedor en los procesos de producción está dado por el deterioro de la invención, pues en un inicio, esta es considerada como un fenómeno mayoritariamente exógeno, que se convertía en innovaciones cuando el emprendedor lo usaba en la producción, con el objetivo de incrementar sus beneficios y con esto, impulsaba al resto de la sociedad a imitar sus nuevos descubrimientos.

Pero, el problema del emprendedor surge cuando la situación exógena de la invención cambia al ser generada de forma endógena a través de grandes corporaciones, donde se requiere la innovación rutinaria continua para mantener su liderazgo en el mercado. Tal es el ejemplo de la industria farmacéutica, software o las de I+D+I propiamente.

Así, por otra parte Schumpeter afirma que la característica del emprendedor en lo que a afrontar riesgos se refiere, se vuelve obsoleta en un panorama económico, donde cada vez existe más información del entorno, y con esto, es más fácil realizar cálculos de los costes y beneficios e, inclusive, cuantificar los riesgos esperados inherentes a una decisión. Estos aspectos sirven de ayuda para afrontar de mejor manera las situaciones de incertidumbre, haciendo que la intuición del emprendedor ya no sea usada en el sistema productivo.

Sin embargo, si bien el emprendedor se ha racionalizado acoplándose a nuevos panoramas económicos en donde la acumulación es el factor común en las

economías del mundo, la intuición del emprendedor como talento individual se mantiene como una parte importante dentro de las organizaciones.

En otras palabras, Schumpeter predice que los emprendedores y la burguesía industrial serían reemplazados por las grandes firmas, dado que en un contexto con acumulación de capital en pocas empresas, la función del emprendedor se caracterizaría por desempeñar una actividad rutinaria sujeta a ingresos limitados a través de un salario fijo, y por lo tanto, esta clase de actividad tendería a la desaparición, quedando así sembrada la semilla del socialismo como consecuencia de la constante y creciente concentración de recursos económicos.

### **2.2.3. EMPRENDIMIENTO NEOCLÁSICO VS SCHUMPETERIANO**

Con el objetivo de presentar las diferencias entre el emprendimiento neoclásico y el shumpeteriano se hace uso de un modelo simplificado de equilibrio parcial planteado por Winter (1967).

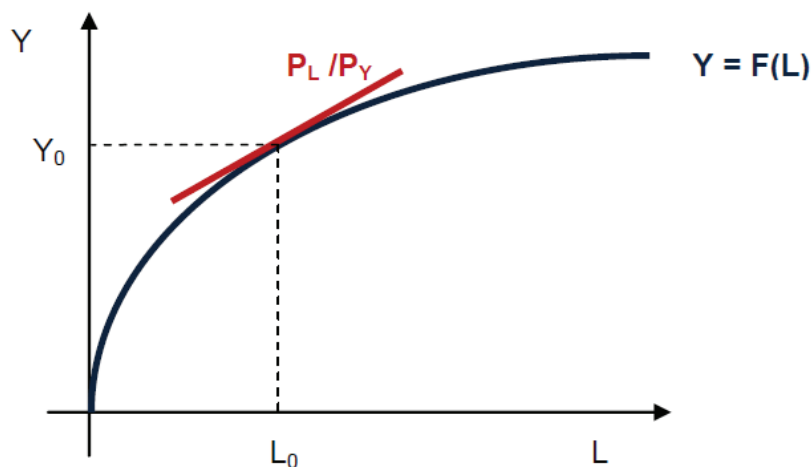
Winter considera un conjunto de firmas dentro de una industria con altos niveles de competitividad que producen un bien  $Y$  a través de un solo factor de producción, que en este caso es el trabajo ( $L$ ), que responde a la siguiente función de producción:  $Y = F(L)$ , donde se asume que  $Y$  presenta rendimientos marginales decrecientes.

A través de la Figura 3 se representa la función de producción de  $Y$  dado por el enfoque neoclásico, en el cual se distinguen tres grupos de combinaciones del insumo  $L$  para la creación del producto  $Y$ : en primer lugar, tenemos los puntos denominados Técnicamente Posibles, los cuales se ubican por debajo de la función  $Y$ ; en segundo lugar, tenemos los Inalcanzables que se encuentran por encima de la curva  $Y$ ; y, por último, se ubican las combinaciones Eficientes que se encuentran a lo largo de la curva  $Y$ . Cabe recalcar que solamente una combinación eficiente es la óptima, donde se logra maximizar la utilización del

insumo  $L$  y se crea la mayor cantidad de producto  $Y$ . Esta combinación se ubica en la tangente a la curva  $Y$ , que en nuestro caso es el punto  $(L_0, Y_0)$ .

Según el enfoque neoclásico (Figura 3), la maximización de beneficios está dada por la relación de precios insumo-producto que existe en el mercado, siendo esta interacción la que determina el nivel de producción del bien  $Y$ . Para esto, como se ve en la Figura 3, existe una infinidad de posibilidades eficientes perfectamente conocidas en la curva  $Y$ , en la cual se asume que la combinación óptima es  $(L_0, Y_0)$ . Es decir, la empresa utilizaría una cantidad de trabajo  $L_0$  para producir  $Y_0$  unidades de producto. Si se asume que los precios del insumo  $L$  variaran, la empresa solamente tendría que buscar otra combinación  $(L', Y')$  dentro de los puntos eficientes para conseguir nuevamente maximizar sus beneficios, con lo cual, sólo se produciría un movimiento a lo largo de la curva de la función de producción  $Y$ .

**Figura 3.-** Función de Producción (Enfoque Neoclásico).



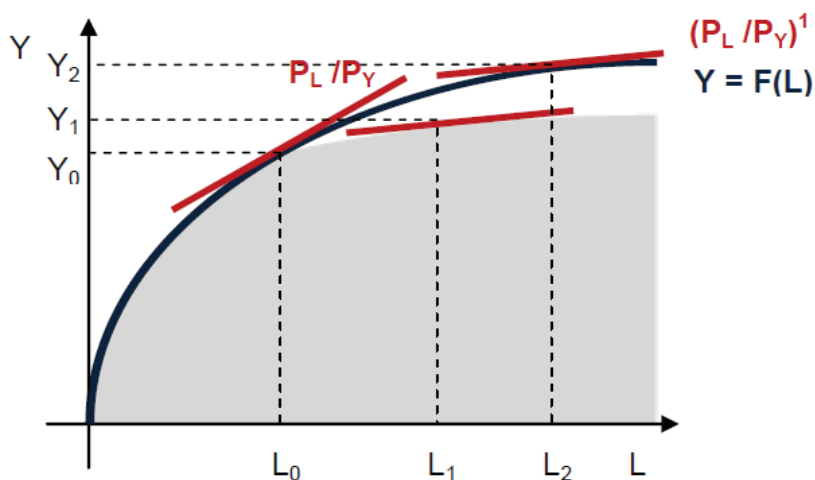
**Fuente:** Winter (1967).

Schumpeter (Figura 4), no tiene en cuenta la concepción de combinaciones insumo-producto posibles, inalcanzables y eficientes. Su enfoque se basa en saber reconocer las combinaciones de productos que han sido usadas con anterioridad, de las cuales se tiene datos tangibles (hechos empíricos) de las combinaciones que aún no han sido usadas hasta la actualidad. En este caso, si

se parte de la misma función de producción neoclásica  $Y$ , no todas los puntos posibles que se encuentran bajo la curva son conocidos por la empresa, puesto que no se tiene evidencia pasada de algunos de ellos, y por ende no se adquiere un conocimiento exacto de la función de producción  $Y$ , por tanto, se asume que sólo el área sombreada de la Figura 4 es conocida por la compañía.

De igual manera que en el enfoque neoclásico, se asume una variación de precios del insumo  $L$ . Si el precio de  $L$  baja, la nueva combinación que maximiza los beneficios es el punto  $(L_1, Y_1)$ , pues la empresa hace uso de su conocimiento histórico del mercado y por ello escoge el punto antes mencionado como óptimo. En este sentido, no se produce un movimiento en  $Y$ , dado que ésta en algunos casos ni siquiera es conocida, sino se genera un cambio en las combinaciones en base a la experiencia ganada con anterioridad. A este ajuste, Schumpeter lo considera una adaptación de los agentes económicos a las nuevas condiciones de mercado.

**Figura 4.-** Función de Producción (Enfoque Schumpeteriano).



**Fuente:** Winter (1967).

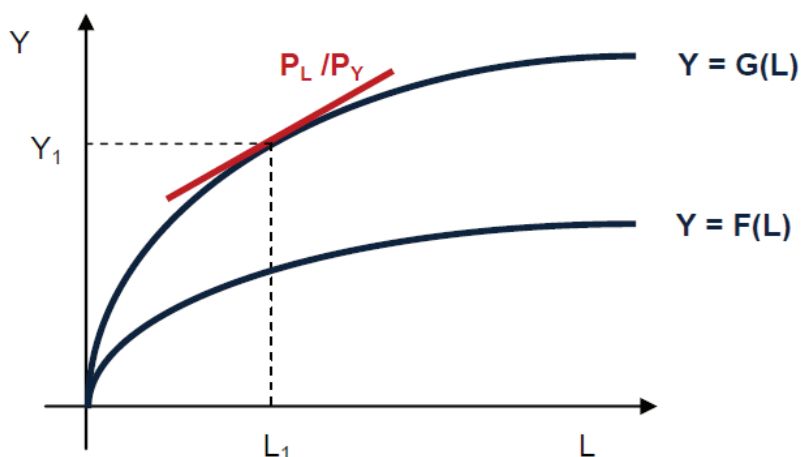
Por otra parte, si la misma empresa o grupo de empresas está dirigida por un emprendedor, debido a sus características intrínsecas de no regirse bajo una rutina y al conocimiento empírico, buscará incrementar la producción más allá de los niveles conocidos por el histórico. Por lo tanto, asume el riesgo de elegir como su óptimo a un punto que se encuentre fuera del mismo, que en nuestro ejemplo



(Figura 4) está situado encima de la región sombreada como  $(L_2, P_2)$ . Al hacer esto, logra un mayor beneficio puesto que produce una mayor cantidad del bien  $Y$ , y, al mismo tiempo, genera mayores fuentes de trabajo. De esta manera el emprendedor habrá insertado una innovación en la economía, ya que descubrió nuevas formas de combinar sus recursos.

Al corto plazo el emprendedor se beneficiaría por mayores ganancias producto de su innovación, mientras que en el largo plazo, el nuevo conocimiento se esparciría por toda la sociedad, pues como se descubrió una nueva forma de optimizar los recursos, el mercado tenderá a imitar este proceso, contribuyendo de esta manera a la generación de desarrollo y crecimiento económico. Es así que, la contribución del emprendedor a la sociedad sería descubrir la verdadera frontera de la función de producción de una economía.

**Figura 5.-** Función de Producción y Tecnología (Enfoque Schumpeteriano).



**Fuente:** Winter (1967).

Un ejemplo adicional en este contexto se obtiene de suponer un cambio tecnológico en la economía (Figura 5), donde el emprendedor hace uso de nuevas técnicas y herramientas en el proceso productivo. Este cambio influiría en la productividad de los empleados, provocando que la función de producción  $Y = F(L)$ , cambie a  $Y = G(L)$ , con el consecuente incremento en la producción del bien  $Y$ , para un mismo coste laboral y, con ello, incrementarían las ganancias.

Cabe mencionar que si la ganancia extraordinaria producida por la tecnología supera los costes de introducirla y ponerla en marcha, al igual que las innovaciones en el largo plazo, estas nuevas herramientas serán imitadas por toda la sociedad; cambiando, algunas veces, toda la estructura interna de las organizaciones con el fin de que ésta se adapte a los nuevos avances tecnológicos.

#### **2.2.4. EMPRENDIMIENTO SEGÚN LA ESCUELA AUSTRÍACA**

Pensadores de la Escuela Austriaca como von Mises, Hayek y Kirzner (1997) critican y rechazan las teorías de emprendimiento e innovación planteadas por Schumpeter, ya que si bien comparten la concepción de emprendedor como el principal dinamizador de la economía y generador de desarrollo y crecimiento económico, difieren en el comportamiento y las formas como éste influye en los procesos productivos.

Según los austriacos, las características que debe tener un emprendedor son intrínsecas a todas las acciones realizadas por los individuos de una sociedad, debido a la constante exposición a la incertidumbre que se derivan de las acciones antes mencionadas. Por ello, no se encuentran limitadas en un grupo particular de personas, o se acumulan sólo en una pequeña fracción de individuos, tal como afirma Schumpeter.

En este contexto, la Escuela Austriaca define al emprendedor como todo aquél sujeto que especula en situaciones de incertidumbre, acatándose a las condiciones del mercado como precios y beneficios. Por esta razón, se considera que es un agente regulador del mercado, que influye en la oferta y la demanda para encontrar un punto de equilibrio. Así, si el emprendimiento tiene éxito, se produce una ganancia para el emprendedor; en caso contrario, éste asume las pérdidas. De esta forma, el emprendedor logra satisfacer las necesidades de la sociedad mediante sus innovaciones, además de convertirse en un elemento clave en la regularización de la economía.

Por otra parte, la Escuela Austriaca afirma que las ganancias de los emprendedores básicamente provienen de aprovechar las oportunidades del mercado en situaciones de desequilibrio económico, donde la función preponderante del emprendedor es la de reconducir los desequilibrios económicos. En otras palabras, los cambios generados por la actividad emprendedora siempre tienden a equilibrar la economía.

En la actualidad, el enfoque de la Escuela Austriaca y el schumpeteriano son usados en varias economías del mundo, contribuyendo en ambos casos, al diseño de políticas de generación de desarrollo económico. Ambos tipos de pensamientos contrapuestos tienen sus ventajas y desventajas y, en la práctica, coexisten de acuerdo al contexto individual de cada economía. Sin embargo, al analizar los aspectos culturales de los diferentes grupos sociales, se ha logrado establecer ciertos patrones con respecto a cada Escuela.

Por ejemplo, en Estados Unidos predominan las teorías schumpeterianas; Europa por su parte, está dominada por el pensamiento austriaco; y, finalmente, en América Latina, no se ha podido establecer un patrón de funcionamiento emprendedor, por lo cual, se asume que es una mezcla de ambos tipos de análisis.

## **2.2.5. EMPRENDIMIENTO, EDUCACIÓN, DESEMPLEO Y DESARROLLO**

### **2.2.5.1. Emprendimiento y Educación**

Para poder entender de mejor manera la relación que existe entre el concepto de emprendimiento y educación cabe precisar qué significa la palabra educación. La Organización de las Naciones Unidas (1968), considera como educación a toda la gama de medios complementarios por los que se transmite conocimiento, valores, especializaciones, entre otras actividades que inciden en los patrones de comportamiento.

No obstante, de esta definición surge una interrogante: ¿los emprendedores nacen con estas cualidades innatas o las adquieren a lo largo de su vida, ayudados de sus experiencias pasadas? En este contexto, Sioli de Torres Carbonel (2002) coincide con Drucker (1986) al afirmar que si la educación es el medio por el cual se logra modificar actitudes y comportamientos, entonces la relación entre educación y emprendimiento sería absoluta. Así, puede darse el caso que una persona nazca con las habilidades de un emprendedor, pero también puede necesitar estimular estas aptitudes, lo que se logra a través de la educación.

Adicionalmente, la educación es un gran impulsor del pensamiento emprendedor, visto que influye en los atributos individuales de las personas, y promueve las cualidades psicológicas tales como la autoconfianza, la autoestima, la autoeficacia y la necesidad de logro. Además, evita la generación de actitudes sociales no deseables como es la indolencia y la delincuencia (Rasheed, 2000).

A su vez, el entorno donde se desarrolla un individuo es de gran importancia a la hora de definir las cualidades de un emprendedor, puesto que estas pueden ser más propensas a ser estimuladas en un panorama donde el reconocimiento de las oportunidades sea más sencillo Stevenson (2000).

Por otra parte, en una sociedad tradicional, la socialización de los individuos básicamente está dada de dos maneras y que se describen a continuación.

En primer lugar, tenemos la denominada Socialización Inicial o Primaria, donde las personas experimentan su primera experiencia de pertenencia a un grupo social, que en la mayoría de los casos es su familia, donde se les brinda una visión simplificada de la realidad. Es aquí, donde cada sujeto gana sus primeras enseñanzas, comportamientos, valores, tradiciones e, inclusive, muestran indicios de sus futuras cualidades.

En segundo lugar, tenemos la Socialización Secundaria, que comienza cuando el individuo se inserta en grupos sociales más diversos ajenos a su familia como la escuela, la universidad, a un club, o partido político. En otras palabras, esta fase termina con la muerte del individuo. Es aquí donde las personas, de manera progresiva, se van acoplando a la otra porción de la realidad que hasta este momento no habían explorado, donde ya no existe un punto de vista único, enfrentándose a discrepancias y a otras formas de pensar, provenientes de los sujetos con los que interactúa (Berger & Luckman, 1984).

La segunda etapa de socialización es fundamental en el pensamiento emprendedor, pues es aquí donde se potencian, se atrofian o se complementan las cualidades innatas de los individuos, producto del entorno en el que estén interactuando. Por tanto se afirma que, mientras más profundo sea el proceso de socialización, se incrementa la probabilidad de adquirir o estimular las habilidades emprendedoras. Es en esta etapa, donde la educación adquiere protagonismo en cuanto al emprendimiento, puesto que, el comportamiento de una persona que si bien tiene las cualidades de un emprendedor, pero que no ha recibido un adecuado nivel socialización en cuanto al emprendimiento se refiere, es diferente a la forma de actuar de un sujeto que ha pasado de manera satisfactoria esta segunda etapa.

En ambos casos, se tiene una forma diferente de afrontar los riesgos, de aprovechar las oportunidades de mercado, la generación de innovaciones, de reconocer planes de contingencia (camino alternativo), etc. Cabe mencionar que, el proceso antes mencionado no es rígido, ya que puede existir emprendedores exitosos que hayan recibido un nivel básico o medio de educación, pero la influencia de los otros grupos sociales como clubs, etc., puede haber potenciado su espíritu emprendedor (Formichella, 2004).

A pesar de esto, el panorama latinoamericano no muestra resultados alentadores en cuanto a la socialización emprendedora, debido a que en esta región la mentalidad emprendedora se toma en cuenta desde la etapa universitaria, mas no

en la primaria ni educación media. Aun así, estudios realizados en los principales centros de estudios universitarios de Latinoamérica evidencian que éstas aún no están en la capacidad de dar respuesta a las necesidades sociales relacionadas con el desarrollo empresarial y emprendedor. De hecho, destinan la mayoría de sus recursos a la formación del conocimiento (enseñanza de habilidades), dejando de lado su adecuada difusión en la sociedad, tomando en cuenta los contextos específicos de cada región. Con esto, el alumno logra adquirir nuevos conocimientos, los cuales no es capaz de aplicarlos en la realidad, actuando de una manera pasiva en el mercado. Por esta razón, Dehter (2001) expresa que las personas necesitan complementar su conocimiento con sus propias habilidades e intuición y otras herramientas, que permita explotar al máximo sus cualidades emprendedoras, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de su comunidad.

Otro aspecto importante en la relación educación-emprendimiento es la función que ejerce el Estado en esta interacción. Lucas (1988) afirma que en la mayoría de las sociedades, la educación genera externalidades positivas en la economía. Sin embargo el ámbito educativo no puede ser manejado únicamente por el sector privado, puesto que no se produciría la cantidad óptima de recursos para generar el nivel óptimo de conocimiento.

El principal objetivo del sector privado es el de maximizar sus ganancias optimizando sus costes. Esto no quiere decir que la educación no pueda estar suministrada de forma privada, es más, en la mayoría de los países coexiste la educación pública y privada, donde la función del Estado es balancear y equilibrar la oferta y demanda, creando en cierta manera, una situación de competencia.

#### **2.2.5.2. Emprendimiento y Desempleo**

Según Audretsch, Carre & Thurik (2002), la relación entre emprendimiento y desempleo es difícil de explicar, debido a que depende de las características únicas de cada sociedad. Por un lado, se afirma que el desempleo contribuye a la reducción de los costos de oportunidad de generar un emprendimiento, visto que,

los individuos que se encuentran desempleados buscarán la forma de generar ingresos, con lo cual recurren a la creación de actividades independientes (emprendimientos).

Aun así, hay que tomar en cuenta que si en una sociedad el número de emprendimientos incrementa, este fenómeno está directamente asociado con la disminución del desempleo, ya que surgen nuevas plazas de trabajo.

Sin embargo, el impacto del emprendimiento en la economía se encuentra limitado por el mercado en donde se desarrolla, de tal forma que son extremadamente sensibles a la falta de financiamiento, a cambios bruscos de la economía, a la mala administración, etc., lo cual hace que el porcentaje de éxito de un emprendimiento tienda a decrecer con el tiempo, al igual que los puestos de trabajo.

Chelen (1999) por su parte, concuerda con las afirmaciones de Audretsch, Carre y Thurik, en la medida que las cualidades emprendedoras aumentan, la sociedad tiende a asociar su trabajo con el del emprendedor, y por consiguiente reconocer y fortalecer sus habilidades, para en un futuro generar nuevas formas de emprendimientos y así aumentar el empleo.

#### **2.2.5.3. Emprendimiento y el desarrollo local**

Según Amartya Sen (1999), el principal objetivo del desarrollo local es buscar que los individuos de un territorio incrementen sus libertades fundamentales, en las cuales se incluye las oportunidades de crear nuevas formas de producción que permitan maximizar los beneficios, generar empleo y mejorar la calidad de vida de la comunidad en general.

Además, se debe tomar en cuenta que cada individuo tiene la opción de vivir de acuerdo a su propia cultura, cuidar el medio ambiente, tener acceso a la salud y educación, vivir donde decida, etc., partiendo siempre de la necesidad de

satisfacer las necesidades locales mediante la utilización de recursos propios. Con esto, se busca fomentar la capacidad endógena de un lugar en específico a través de generación de innovaciones locales y las cualidades de los agentes que habitan esta zona.

Para que el fenómeno emprendedor tenga resultados positivos dentro del panorama de desarrollo local, este debe tener características endógenas así como debe ser adaptado a los parámetros específicos de cada país. En otras palabras, el impacto de la inserción de una actividad emprendedora depende exclusivamente del entorno en donde se la está desarrollando. Por tanto, el trabajo del emprendedor es conocer las condiciones del mercado al cual se enfrenta, y acoplar su proyecto a éstas, con el propósito de generar un nexo entre los agentes económicos, los que en el futuro le ayudaran a salvar dificultades y potenciar sus fortalezas como emprendedor (Formichella, 2004).

El emprendimiento, dentro del contexto de desarrollo local, básicamente puede influir de dos maneras. En primer lugar, mediante la creación de pequeñas y medianas empresas (PyMES), ya que es en estas dónde el personal posee mayores niveles de motivación. Así, ser más pequeñas en relación a las grandes corporaciones, favorece que los individuos se sientan más importantes y con mayor grado de responsabilidad dentro de la estructura de la firma. Por estas razones, se crean nuevos y más innovadores productos, con la finalidad de satisfacer las necesidades específicas y no masivas de la comunidad local, además que sirven como dinamizador del empleo y del autoempleo, contribuyendo así al desarrollo local de la región (Chelen, 1999).

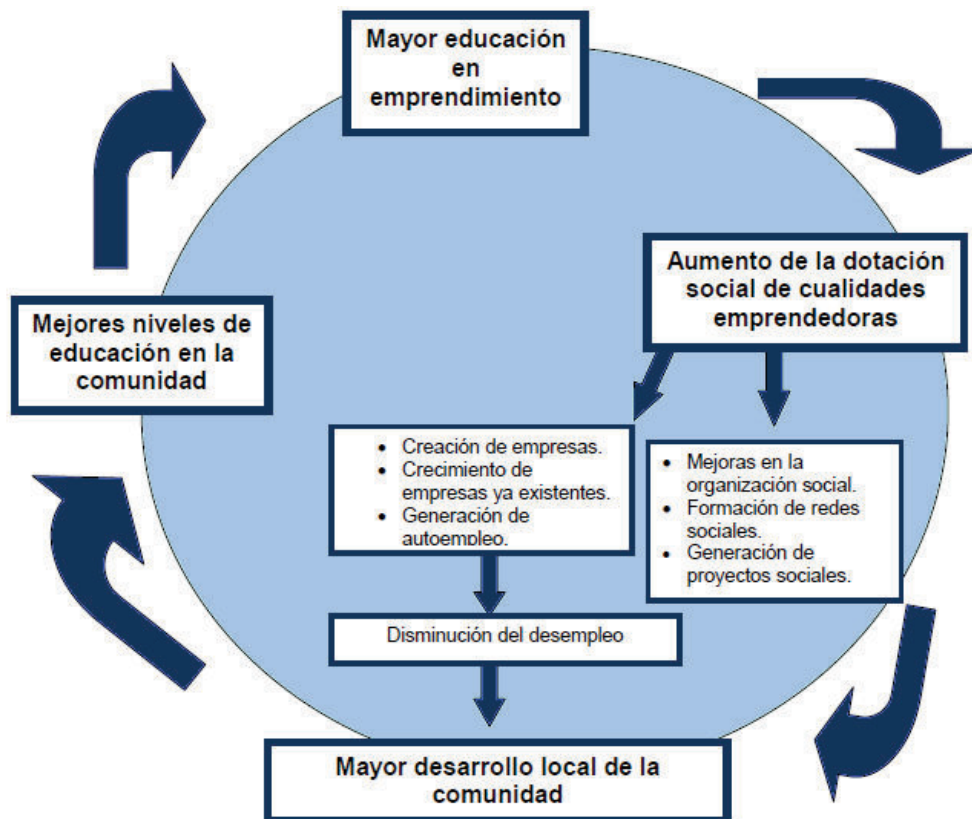
En segundo lugar, tenemos la influencia del emprendedor mediante su cooperación en la organización social. El agente de desarrollo, que en este caso es el emprendedor, debe comportarse de una forma distinta a los demás sujetos de una sociedad. Este debe estar en constante movimiento, buscando nuevas formas de combinar los factores productivos, sin temor al riesgo; debe ser capaz de descubrir las necesidades de la comunidad, además de saber cómo



satisfacerlas. Todo ello, con la iniciativa necesaria para convocar y servir de nexo con otros actores de la economía, con el propósito de crear un modelo de gestión participativa entre él y todo el entorno que lo rodea. Por eso, se afirma que cuanto más cualidades emprendedoras tengan los agentes económicos, mayor y más factible será el proceso de desarrollo local de una región en particular (Formichella, 2004).

Por todos los aspectos antes mencionados, se puede afirmar que existe una estrecha relación entre emprendimiento, educación, Estado, desempleo, y desarrollo local. En la Figura 6 se resumen las teorías antes mencionadas, además que muestra el proceso de retroalimentación de los conceptos estudiados, así como su influencia en el desarrollo y crecimiento económico.

**Figura 6.-** Relación entre emprendimiento, educación, desempleo y desarrollo.



**Fuente:** Formichella (2004).

### **2.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)**

En el transcurso de los años, las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) se han convertido en una de las principales fuentes generadoras de conocimiento, indispensables en el crecimiento y desarrollo económico de las diferentes sociedades. Eso debido a tres razones fundamentales: en primer lugar el I+D permite adoptar y adaptar tecnología a través de su transferencia; en segundo, la I+D más la implementación del conocimiento local, da origen a la creación de innovaciones; y, finalmente, la I+D promueve la educación mediante la formación de recursos humanos cada vez más calificados, ya que la investigación es una de las fuerzas promotoras de la calidad de la educación superior. Si a estos procesos científicos y tecnológicos les sumamos la aplicación de técnicas innovadoras (I+D+I), se convertiría en un ciclo completo de un sistema de investigación (UNESCO, 2010).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2003, pág. 30), considera como investigación y desarrollo experimental al trabajo creativo que se lleva a cabo sistemáticamente, a fin de aumentar los conocimientos, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como el uso de esta riqueza para idear nuevas aplicaciones. En otras palabras, toda actividad originada por la curiosidad humana, en la cual se utiliza el método científico para obtener información destinada al descubrimiento de aspectos actualmente desconocidos por la sociedad, puede tener la denominación de investigación.

La investigación científica es producto de procesos estrictamente estructurados, en los cuales se pretende plasmar y representar de la mejor manera posible a la realidad, con la utilización de conocimientos científicos ya utilizados por la sociedad y la observación, procesados a través del método científico, con el objetivo de profundizar y aumentar la base teórica que servirá para la creación de futuros nuevos conocimientos (Sierra Bravo, 1998). Es así que se puede observar que la definición de Investigación y Desarrollo (I+D) está compuesta por dos componentes: la expansión del conocimiento y la aplicación del mismo.

Sin embargo, según la OCDE (2003) el término I+D se define por tres aspectos principales:

- **Investigación Básica.** Es el trabajo experimental o teórico que se lleva a cabo principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre la base y como fundamento explicativo de los fenómenos y hechos observables, sin que éstos tengan aplicaciones ni usos determinados o aparentes.
- **Investigación Aplicada.** Son trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, básicamente dirigidos a cumplir con un fin u objetivo práctico específico.
- **Desarrollo Experimental.** Es el trabajo sistemático que se aprovecha de los conocimientos existentes adquiridos mediante la investigación o la experiencia práctica que está orientado a la producción de nuevos materiales, productos, dispositivos, aparatos, instalación de nuevos procesos, sistemas y servicios y el mejoramiento sustancial de aquellos ya existentes.

A pesar de la categorización antes mencionada, Braun (1997) argumenta que, en realidad, es muy complejo identificar y dividir los diferentes procesos de investigación y desarrollo, en el sentido que lo que para algunos es desarrollo, para otros es investigación básica o aplicada. Una forma de dirimir esta ambigüedad es evitar tomar como base de análisis las intenciones de los investigadores, sino los resultados que se obtienen. Es así que, si se obtiene como producto final algo que puede publicarse, se clasificaría como investigación (básica o aplicada); y, por otra parte, si el resultado son procesos técnicos, bienes, reacciones químicas, etc., objeto de transacción en el mercado, se hablaría de tecnología (desarrollo experimental).

En otras palabras, la investigación de forma concreta no es más que la transformación de recursos en conocimiento; y, la tecnología por su parte, se da

cuando el conocimiento se convierte en recursos u otras unidades útiles para los individuos.

### 2.3.1. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E INNOVACIÓN (I+D+I)

Según la OCDE (2003), los procesos I+D forman parte de todo el sistema de producción de innovaciones, donde la investigación básica genera conocimientos que en la mayoría de los casos están dirigidos a cumplir ciertos objetivos específicos previamente establecidos.

La investigación aplicada por su parte se encarga de transformar el conocimiento producido en la investigación básica, enfocando la idea en la solución de problemas técnicos específicos. En la fase de desarrollo experimental, se llevan a cabo las etapas necesarias para convertir la idea en algún producto o servicio tangible (invento), dando como resultado final que se obtiene una innovación.

**Figura 7.-** Interacción de la I+D y la Innovación.



**Fuente:** Braun (1997).

**Elaboración:** Propia.

Cabe mencionar que, conforme el proceso de innovación avanza, el campo de acción donde actúan recursos como el capital humano, financiero, etc., se vuelve

más limitado, enfocándose más precisamente en la generación de innovaciones, las cuales están sujetas a las condiciones del mercado donde se determinará el éxito o fracaso de las mismas, así como si son capaces de producir los recursos necesarios para reproducir de manera continua el sistema de innovación.

Sin embargo, la realidad es más compleja que el modelo antes descrito. Por ello, no siempre se obtienen innovaciones producto de los procesos de I+D. Probablemente, sólo una pequeña fracción de los conocimientos generados en la investigación básica y aplicada completan todas las etapas de I+D+I.

Por el lado de la demanda el comportamiento es similar, pues si se ofrece al mercado una tecnología nunca antes vista y usada, ésta puede o no ser útil para los individuos. Esto produce una situación de incertidumbre para el emprendedor en cuanto al éxito o fracaso de su innovación al no tener un mercado objetivo definido con claridad (Braun, 1997).

En este capítulo hemos visto que existe una variedad de conceptos y teorías para definir innovación y emprendimiento, dependiendo de la escuela económica o del panorama socio económico donde se desarrolla. Se pudo observar que el pensamiento schumpeteriano brinda las suficientes herramientas y conceptualizaciones para entender al emprendimiento y la innovación, no obstante, la escuela neoclásica y la austriaca defienden sus postulados que en algunos casos son contrarios a los estudiados por Schumpeter. Por otro lado, se estudió la incidencia que tienen las actividades de I+D en la generación de innovaciones (I+D+I), y su relación con la creación de nuevo conocimiento a través de la utilización del método científico.

Por todo lo antes mencionado se concluye que la innovación y emprendimiento son conceptos que difícilmente pueden tener una definición exacta de que estos implican, pues están estrechamente ligados a la evolución de la economía. En el caso de las actividades de I+D, estas guardan un vínculo importante en cuanto a la creación innovaciones (I+D+I), pues transforma los recursos limitados ya

existentes en nuevos conocimientos, lo cual demanda de capital humano altamente calificado.

### **CAPÍTULO 3.**

## **INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

En la actualidad, existe una variedad de datos e indicadores de ciencia, tecnología e innovación, obtenidos principalmente mediante encuestas, que han sido tabulados y analizados a lo largo del tiempo por varios organismos internacionales, como la OCDE, el Banco Mundial (BM), la UNESCO a través de su departamento de estadística (UIS), la ONU y, en el caso de Latinoamérica, a través de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de estas organizaciones en obtener una base sólida y homogénea de datos, los programas de investigación de los diferentes países del mundo son muy escasos; y, los ya existentes, dan a conocer información propia y específica del país donde se está aplicando, lo cual limita el análisis comparativo.

A pesar de esto, el protagonismo cada vez mayor de las actividades de I+D en los diferentes países que conforman Latinoamérica, se refleja en la implementación de organismos locales especializados en la gestión de la ciencia y la investigación tales como: el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), el Observatorio Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación (OCTI), el Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología (OCCyT), el Observatorio Chileno de Ciencia y Tecnología (KAWAX), en Argentina el Sistema Estadístico Nacional en Ciencia Tecnología (SENCyT), y en nuestro país, la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), entre otras. Esto, sumado a mejoras en los sistemas de obtención de datos, facilita la realización de estudios comparables que sirven de apoyo en el diseño de las políticas económicas.

El Manual de Frascati (2002) constituye uno de los documentos técnicos más importantes en lo que se refiere a indicadores de I+D+I. Sin embargo, este se limita esencialmente al análisis de los recursos económicos y humanos, por lo que, es necesario completar la información con datos adicionales concernientes a otros ámbitos igual de influyentes en el campo del conocimiento y la innovación.

Antes de empezar el análisis, en la Tabla 3 se expone la simbología que será usada a lo largo de esta investigación.

**Tabla 3.-** Simbología.

<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>País</b>	<b>Código</b>
Argentina	ARG	Haití	HTI
Belice	BLZ	Jamaica	JAM
Bolivia	BOL	México	MEX
Brasil	BRA	Nicaragua	NIC
Chile	CHL	Panamá	PAN
Colombia	COL	Perú	PER
Costa Rica	CRI	Paraguay	PRY
Cuba	CUB	El Salvador	SLV
República Dominicana	DOM	Uruguay	URY
Ecuador	ECU	Venezuela	VEN
Guatemala	GTM	América Latina y el Caribe	LCN
Honduras	HND		

**Elaboración:** Propia.

A continuación se presenta un resumen de los principales indicadores de ciencia, tecnología e innovación:

### **3.1. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS**

Desde una perspectiva macroeconómica, la I+D está altamente correlacionada con el desarrollo y el crecimiento en una economía, y por tanto con los factores productivos que en ésta interactúan (tierra, trabajo y capital).

En el contexto latinoamericano, el progreso económico también se encuentra ligado a la capacidad que tiene cada país de adaptar los conocimientos



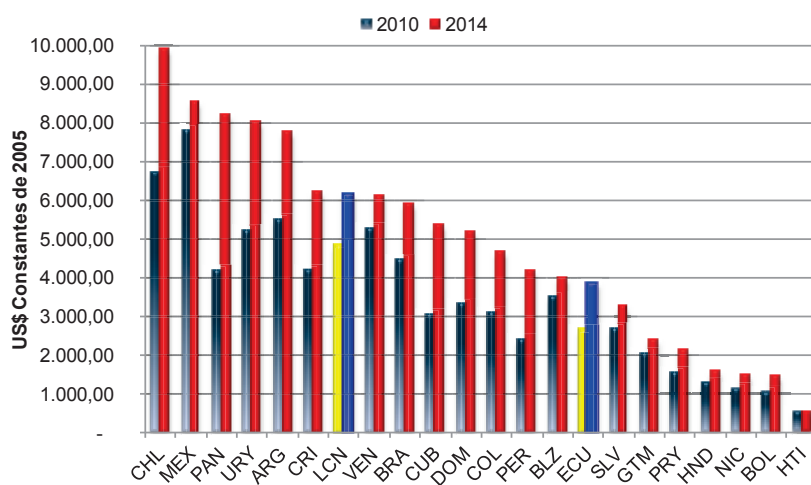
provenientes de países desarrollados a su propia realidad, con el objetivo de impulsar la innovación local, visto que ésta se ha convertido en un factor decisivo para mantener un crecimiento económico sostenible a largo plazo. Esto se traduce en la implementación de nuevas combinaciones de los factores productivos, y en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes, etc.

Por estas razones se muestra una serie de indicadores que servirán de ayuda para interpretar los aspectos antes mencionados.

### 3.1.1. PIB PER CÁPITA

El PIB per cápita refleja la calidad de vida y la capacidad productiva de un país, ya que muestra la cantidad de renta que debería ganar cada individuo en función de la producción y del número de habitantes. En una sociedad igualitaria todo lo que se produce se distribuye de manera exacta, en nada parecido a la realidad capitalista, donde la riqueza se acumula en pocas manos (dueños de los factores de producción), forzando a los demás agentes económicos a vender su fuerza de trabajo para generar sus ingresos.

**Figura 8.-** PIB Per-Cápita de los países latinoamericanos.



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

En general, la mayoría de países latinoamericanos incrementaron sus ingresos per cápita, a excepción de Haití. Si bien, en los últimos catorce años países como Chile y México se mantienen como los países con mayor renta per cápita en la región Latinoamericana, cabe mencionar la tendencia de crecimiento desacelerada de la economía mexicana, consecuencia de los problemas producidos por la crisis del 2008.

En este análisis se destaca el desarrollo productivo de Panamá, Cuba y Perú, que incrementaron en alrededor del 75% su ingreso en el período 2000–2014. Ecuador, por su parte, registró un crecimiento aproximado del 47%, valor que se encuentra por encima de la variación total de la región (27,7%); sin embargo, se espera que este valor se reduzca en los años 2015 y 2016, debido a la tendencia decreciente en los precios de materias primas como el petróleo.

Gracias a la alta correlación entre la productividad y las actividades de ciencia y tecnología, se puede afirmar que cuantos más ingresos obtenga un país, los agentes económicos destinarán más recursos al consumo, ahorro e inversión. Si se asume que la I+D se encuentra intrínseca a la inversión, aumentar el financiamiento para estas actividades y maximizar los beneficios, completa e impulsa el ciclo antes mencionado de I+D.

### **3.1.2 VALOR AGREGADO**

El valor agregado no es más que la suma de las producciones netas de todos los sectores de la economía, sin tomar en cuenta los insumos intermedios, la depreciación de los bienes manufacturados o por degradación o agotamiento de los recursos naturales. Debido a que la mayoría de los países en la región latinoamericana utiliza la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), se puede agrupar a los sectores económicos de la siguiente manera.

- **Actividades Industriales (Sector Primario).** Corresponden a los sectores económicos del 10 al 45 de la CIIU, así como a las industrias manufactureras de la 15 a la 37, tales como el sector minero y explotación de canteras, sector extractivo (producción de petróleo), construcción, servicios públicos como suministros de electricidad, gas y agua, etc.
- **Actividades Agrícolas (Sector Secundario).** Corresponde a las divisiones 1 a la 5 de la CIIU, tomando en cuenta al sector silvicultor, caza, pesca, cría de animales, cosecha de cultivos, etc.
- **Actividades Terciarias o de Servicios y otras (Sector Terciario).** Se incluye las divisiones de la 50 a 99 de la CIIU, incluyendo el sector comercial al por mayor y menor, sector hotelero y restaurantes, transporte, almacenamiento, comunicaciones, servicios de la administración pública, sector financiero, seguros, bienes inmuebles, servicios de oficina, servicios personales y profesionales como educación, atención médica y actividades inmobiliarias, así como los gastos imputados por servicios bancarios y derechos de importación, etc.

En este contexto, el valor agregado total de un determinado país es el resultante de la suma del valor agregado de las actividades industriales, agrícolas y de los servicios y otros (Banco Mundial, 2016).

Cabe aclarar que en muchos países se analiza a la economía en base a cuatro sectores, añadiendo el Sector Cuaternario. Este sector agrupa las actividades de generación e intercambio de I+D, de consultoría, planificación financiera, calificaciones de riesgos, asesoría, información, tecnología, etc., las cuales requieren de escaso personal que desempeñe trabajo manual o físico, pero a su vez, utiliza una gran proporción de capital humano para el desarrollo de productos o conocimientos científicos (Selstad & Sjøholt, 1990). Para nuestro análisis, se incluye al sector cuaternario dentro del sector terciario, debido principalmente a la escasa información estadística sobre este campo económico.

La agricultura ha sido durante años la principal fuente de ingresos de los países latinoamericanos. A pesar de esto, la producción proveniente de este sector económico prácticamente se ha mantenido en el tiempo, lo que demuestra que en la región existe la tendencia a enfocarse en actividades con mayor valor agregado. El sector industrial en Latinoamérica es la principal fuente de I+D, aunque el dinamismo de la economía sumado a diferentes aspectos propios de cada país, ha provocado que el sector servicios cada vez gane un mayor protagonismo dentro del sistema de producción, en la I+D y en la generación de innovaciones (I+D+I).

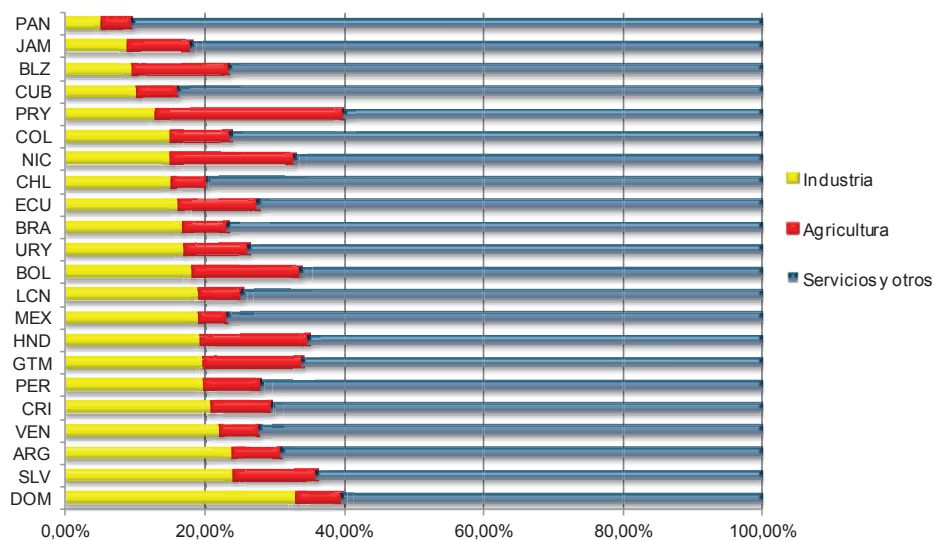
Según los datos del Banco Mundial, parece que el sector terciario (servicios) es el que proporciona la mayor cantidad de valor agregado en las economías latinoamericanas, dado que aquí se incluyen todas las divisiones restantes de la CIIU que no se las considera en los otros dos segmentos (industria y agricultura). Por esta razón, cabe precisar que si bien los servicios mantienen una tendencia creciente en cuanto a su participación en la producción, estos aún no llegan a igualar la capacidad productiva de la industria y, en algunos países, ni a la agricultura.

La Figura 9, muestra el nivel de participación de cada sector económico en cuanto a la producción de cada país. Si bien la República Dominicana y El Salvador lideran la lista, esto no significa que sean los países más industrializados de la región, ya que, en comparación con México, Chile o Argentina, estos últimos poseen un mayor nivel de industrialización. En otras palabras, la capacidad industrial de las potencias de la región como Chile, Brasil y México es más grande en relación a las demás, pero la participación de este sector está siendo contraída por el mayor protagonismo del sector servicios.

En la Figura 9 también se evidencia que en la mayoría de países de la región, la producción proveniente de la industria es la que más contribuye al valor agregado

total. Sin embargo, la agricultura se mantiene como una actividad importante dentro de estas economías, las cuales en su mayoría son estrictamente primarias.

**Figura 9.-** Valor agregado por tipo de actividad económica (2014).<sup>6</sup>



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

Panamá es un caso atípico, ya que debido a su escasa regulación en el ámbito tributario y a la adopción del dólar americano como moneda oficial, el sector servicios, principalmente el financiero, participa en la creación de la mayor parte del valor agregado del país.

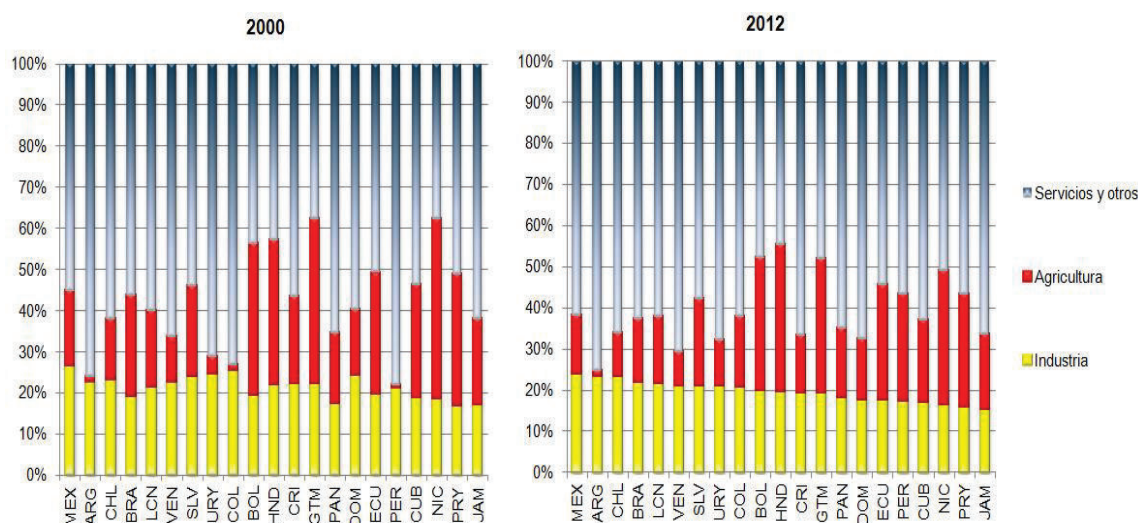
### 3.1.3 ESTRUCTURA DEL EMPLEO

El Banco Mundial (BM) considera como empleo a la actividad realizada por los individuos mayores a cierta edad, que llevan a cabo un trabajo en cualquiera de los tres sectores económicos (industria, agricultura o servicios y otros), en un período de tiempo determinado, y que reciben una remuneración, sea en forma de salarios, beneficios o pago en especies.

<sup>6</sup> Para el caso de El Salvador, Venezuela, Perú, Bolivia, Cuba, Belice y Jamaica, se tomaron datos del año 2013.

Adicionalmente, también se consideran a las personas que, por alguna razón, no están ejerciendo su trabajo por motivos contemplados en las leyes laborales como enfermedad, período de maternidad o paternidad, vacaciones, instrucción o conflicto laboral, etc. (Banco Mundial, 2016).

**Figura 10.- Estructura del empleo en la región Latinoamericana.<sup>7</sup>**



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

Tal como se puede observar en la Figura 10, la participación o peso de la industria y la agricultura en el empleo total, medido en términos de número de empleados con respecto al total de empleos se sitúan en alrededor del 20%. No obstante, hay que considerar que en Latinoamérica la definición de industria es muy débil, pues actividades con escasos niveles de innovación e investigación son consideradas industriales, lo cual dificulta el análisis de la contribución del empleo en relación a las economías desarrolladas.

<sup>7</sup> Para el caso de Brasil, Honduras y América Latina se tomaron datos del año 1999. Para el caso de Bolivia se usaron datos del año 2009. Para el caso de Nicaragua se usaron datos del 2010. Y para Brasil, Chile, Cuba, República Dominicana, Honduras, América Latina, México, Perú y Uruguay se tomaron datos del año 2011.

En este análisis, Brasil, Colombia, Perú y Nicaragua destacan por haber disminuido el número de empleados del sector agrícola en un 10% aproximadamente. Ecuador no está alejado de esta realidad, donde se observa que la industria y la agricultura registraron una disminución en cuanto a su participación en el empleo en un 2,10% y 1,50% respectivamente, mientras que el sector servicios mostró un mayor protagonismo en la economía nacional.

### 3.1.4. NIVEL TECNOLÓGICO O PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES

El cálculo del indicador de nivel tecnológico trata de reflejar la productividad per cápita de los factores, asumiendo que a mayor nivel tecnológico, mayor sea la productividad de los factores.

Para obtener este indicador el Banco Interamericano de Desarrollo (2010) asume que la función de producción es de tipo función de Cobb-Douglas  $Y = A * K^\alpha * L^{(1-\alpha)}$ , donde A se denota el nivel tecnológico; L, el trabajo; K, el capital; y,  $\alpha$  es la elasticidad del producto al capital.

El nivel A es desconocido, pero dada la homogeneidad de grado 1 de la función de producción permite expresar la producción agregada en términos per cápita y, a su vez, ésta en términos de factores por unidad de Población Económicamente Activa (PEA):

$$\frac{PIB}{Población} = A * \left(\frac{K}{PEA}\right)^\alpha * \left(\frac{L}{PEA}\right)^{(1-\alpha)} * \left(\frac{PEA}{Población}\right)$$

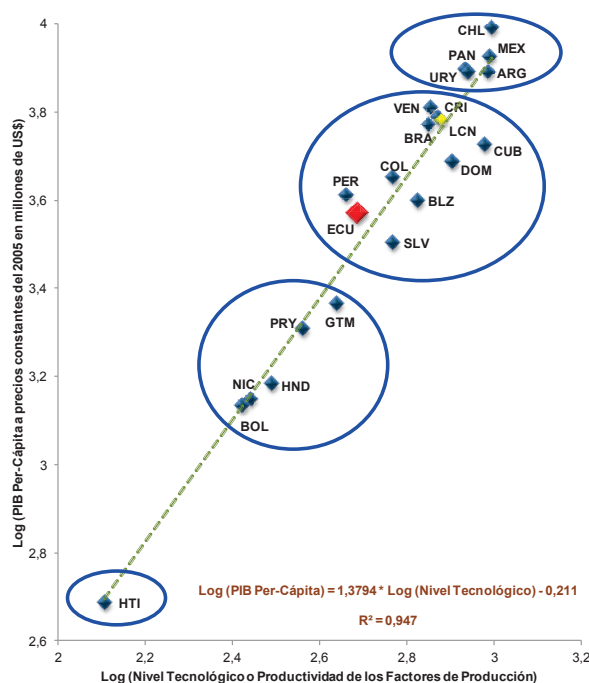
De modo que, despejando para A, el nivel tecnológico se puede aproximar como:

$$A = \frac{\frac{PIB}{Población}}{\left(\frac{K}{PEA}\right)^\alpha * \left(\frac{L}{PEA}\right)^{(1-\alpha)} * \left(\frac{PEA}{Población}\right)}$$

Cabe aclarar que  $\frac{PEA}{Población}$ , es un factor de ajuste que refleja la proporción de la Población Económicamente Activa (PEA) en relación a la población total.

Construido de esta manera, el indicador de nivel tecnológico sirve para medir el nivel de eficiencia que posee una economía con respecto a la utilización y transformación de sus factores productivos trabajo y capital. Es así que, un cambio del 1% en el nivel tecnológico se traduce en una variación del 1% en la producción con la misma cantidad de capital y empleados (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

**Figura 11.- Nivel Tecnológico o Productividad de los Factores de Producción (2013).<sup>8</sup>**



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

El nivel tecnológico de una economía se considera directamente proporcional al ingreso per cápita. Es decir, la mayor eficiencia en la productividad de los

<sup>8</sup> Para el caso de Chile, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Paraguay y El Salvador, se utilizaron datos del año 2005.



factores, incrementa la producción y con ello el PIB per cápita. En el caso Latinoamericano, el problema radica en el escaso nivel tecnológico que se posee, lo que limita la producción y por ende afecta directamente al PIB per cápita (Daude & Arias, 2010).

Si los países latinoamericanos potencian el crecimiento de su nivel tecnológico, manteniendo constantes a los demás factores productivos, estos países aumentarían su PIB per cápita, lo cual fortalecería la rentabilidad del capital físico y humano, incrementaría los incentivos para la inversión y, de este modo, aumentarían las actividades de I+D, las cuales serían uno de los principales factores que dinamizarían la optimización de la eficiencia del nivel tecnológico.

Como se observa en la Figura 11, las principales potencias latinoamericanas como Chile y México forman parte del grupo (en los círculos), con mayores ingresos y mejor nivel tecnológico. Junto a ellos, se encuentran Panamá, Argentina y Uruguay. No obstante, a pesar de que Cuba posee una alta eficiencia de sus factores de producción, sus ingresos per cápita no se comparan al de los países antes mencionados.

Ecuador por su parte, rondó el promedio de la región, al igual que sus vecinos Colombia y Perú. Países como Paraguay, Guatemala, Nicaragua, Honduras y Bolivia forman parte del grupo con menor nivel tecnológico e ingreso, sumado a Haití, el cual se mantiene como el país más pobre y menos eficiente de Latinoamérica.

### **3.2. CAPITAL HUMANO Y EDUCACIÓN**

Según Becker (1983), el capital humano constituye un conjunto intangible de habilidades y capacidades que contribuyen a elevar y conservar la productividad y la innovación. Y se define como el conjunto de capacidades productivas que un individuo adquiere por la acumulación de conocimientos generales o específicos. Se considera una inversión, y se evalúa mediante la diferencia entre el coste de

los gastos que conlleva el educarse (libros, materiales didácticos, etc.) y el coste de productividad (salario que el individuo recibiría en el caso de estuviese ejerciendo una actividad productiva).

Vale aclarar que el conjunto de capacidades productivas adquiridas por la acumulación de conocimientos generales, es lo que se conoce como capital humano general, mismo que se obtiene a través del sistema educativo. En cambio, si las capacidades productivas son conseguidas por la acumulación de conocimientos específicos, se le denomina capital humano específico, el cual se adquiere dentro de una unidad productiva o de servicios, donde el individuo contribuye con el desarrollo de la productividad de la compañía (Organización Internacional del Trabajo, 2004).

Además, Becker considera importante mencionar la diferencia que existe entre los conceptos de habilidades y capacidades, mencionando que una capacidad es la potencia para el desarrollo de los procesos mentales superiores (lenguaje, pensamiento y memoria); y habilidad es la forma como se operan o utilizan estos procesos mentales superiores, mismos que se manifiestan en las diferentes formas de conocimiento acumulados, permitiendo a su poseedor desarrollar eficazmente diversas con el objetivo de contribuir en la productividad.

Así, un país puede favorecer la generación de I+D+I si posee una cantidad considerable de profesionales dedicados a la ciencia y la ingeniería, ya que es en estas áreas donde, por lo general, se desarrolla y se potencia la investigación científica y tecnológica. Sin embargo, la calidad educativa tanto a nivel primario, secundario como superior también influyen de manera considerable en la innovación y emprendimiento, pues como ya se mencionó anteriormente, es en esta fase donde la mayoría de individuos descubren y perfeccionan sus cualidades emprendedoras.

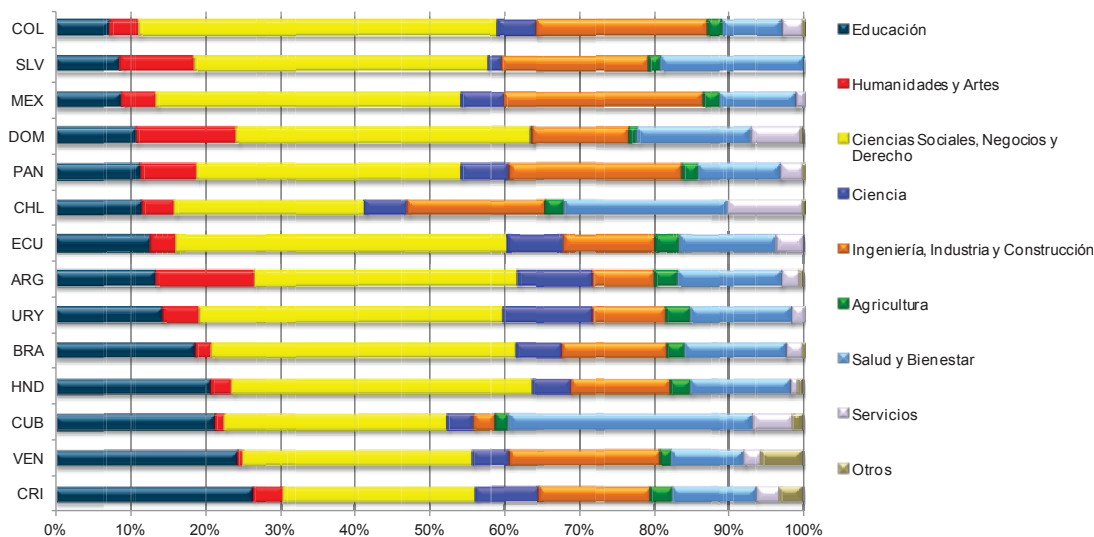
Por otra parte, la contribución del Estado en la educación puede ser decisiva a la hora de crear procesos de I+D+I, dado que en gran parte de los países de

Latinoamérica es el gobierno el que financia este tipo de proyectos. Por lo antes mencionado, se analiza los siguientes indicadores de capital humano y educación superior:

### 3.2.1. INDICADORES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

La región latinoamericana se ha caracterizado por vincular sus procesos de innovación a la transferencia de tecnología, dejando de lado el emprendimiento en base a la creatividad. La disponibilidad de capital humano dedicado a la ciencia y la ingeniería es indispensable, dado que éste es el principal nexo entre las empresas e instituciones académicas. Además, acopla las innovaciones a la realidad de cada país y es uno de los mayores dinamizadores de las actividades de I+D (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

**Figura 12.-** Distribución de estudiantes latinoamericanos de educación terciaria por áreas de estudio (2013).



**Fuente:** Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS).

**Elaboración:** Propia.

Como se puede observar en la Figura 12, las ciencias sociales, negocios y derecho son las ramas que poseen más acogida en Latinoamérica, seguido de la educación. La ingeniería y la ciencia por su parte, si bien han mantenido una tendencia creciente hasta la actualidad, estas aun no llegan a alcanzar un

importante protagonismo dentro del sistema educativo de la región y, con esto, han estancado la creación de nuevas innovaciones y emprendimientos. La escasa preparación de los programas educativos en estas áreas y la carencia de instituciones educativas enfocadas a la investigación científica fueron algunos de los factores que inciden en el desarrollo de las actividades de I+D, por lo cual, los individuos que desean hacer de la ciencia o la ingeniería su profesión, se ven forzados a emigrar a países con mejores y más atractivas ofertas de educación, provocando a menudo la fuga de cerebros.

Según los datos del Banco Mundial (2016), en países con sistemas de innovación bien integrados, la mayor parte de la producción innovadora proviene de emprendimientos relacionados con la ingeniería, destacando México, Chile y Panamá, donde la tendencia a elegir carreras administrativas y sociales ha ido cambiando, y la ingeniería y la ciencia cada vez incrementan su participación en la productividad del país (Figura 12). Cabe aclarar que, algunos países ya han puesto en marcha estrategias para la gestión del emprendimiento y la innovación, no obstante sus resultados se verán en el mediano y largo plazo.

Ecuador por su parte se comporta al igual que el promedio de la región, sin embargo, en los últimos años el país ha experimentado grandes cambios en materia de educación superior a través de becas, mejoramiento de instalaciones educativas, etc., aun así la participación de la ciencia e ingeniería sigue siendo desigual en relación a las demás profesiones ofertadas en el país (Banco Mundial, 2016).

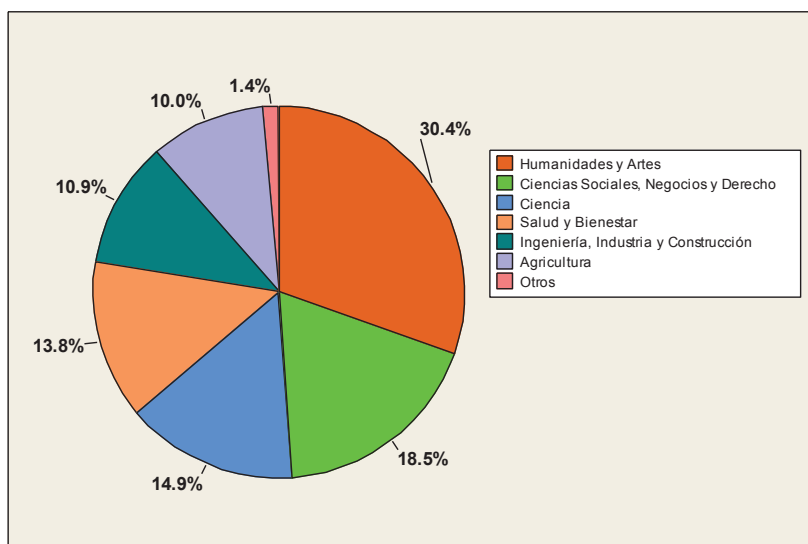
Otro aspecto importante como indicador de capital humano, es el número y la distribución de los doctorados por ámbito de estudio, el cual muestra la calidad y la profundidad de los conocimientos de una población. Al igual que con la educación de tercer nivel, los profesionales que tienen más incidencia en los procesos de I+D+I son los inmersos en actividades científicas. A pesar de esto, según los datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), la distribución de los títulos doctorales

es muy desigual en Latinoamérica (Figura 13), donde los campos artísticos y de humanidades copan más de la cuarta parte de los individuos con PhD. No obstante, la ciencia e ingeniería mantienen una considerable contribución en este ámbito.

A pesar de esto, los datos revelan que la mayor parte de doctorados se concentran en países como México, Chile, Argentina y Brasil, dejando a las demás con un escaso número de profesionales que llegan a adquirir esta distinción.

En Ecuador, las ciencias sociales y administrativas son las mayores áreas donde se obtiene el grado de doctor, mientras que la ingeniería y la ciencia están mucho más rezagadas.

**Figura 13.-** Porcentaje de doctorados en Latinoamérica por área de estudio (2013).



**Fuente:** RICYT.

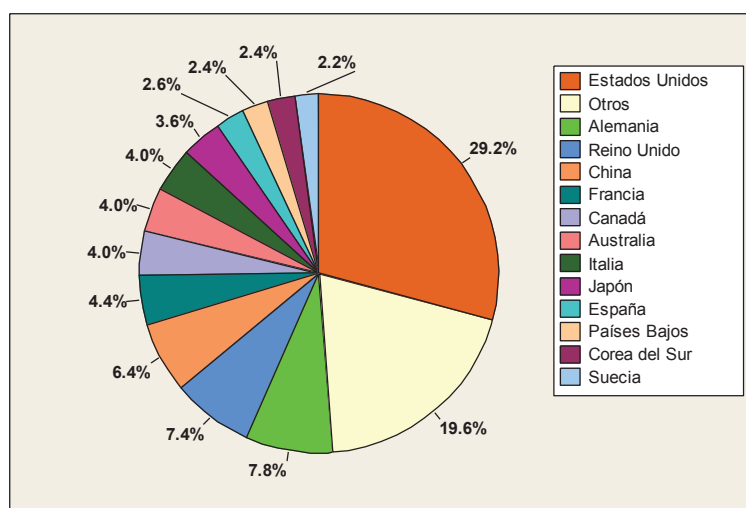
**Elaboración:** Propia.

En una sociedad, la universidad juega un papel preponderante en el crecimiento y desarrollo económico, y por ende es uno de los principales aspectos que impulsan las actividades de innovación. Así, brindan el recurso humano y el conocimiento

necesario para que el proceso de I+D+I se complete, a través de sus investigaciones y consultorías, modificando el entorno en donde se desarrollan, capacitando a las nuevas generaciones, convirtiéndose así en un elemento social y científico irremplazable dentro de una economía.

En este contexto, el panorama para Latinoamérica no es muy alentador, ya que según el Academic Ranking of World Universities (ARWU), más conocido como el Ranking de Shanghái, los Estados Unidos se mantienen como el país que posee las mejores universidades del mundo, seguido de Alemania y el Reino Unido como se puede observar en la Figura 14. Sin embargo, en el caso latinoamericano, sólo Brasil, Argentina, México y Chile cuentan con universidades clasificadas entre las 500 mejores del mundo, y en cada caso el número de instituciones no sobrepasa las 7 entidades.

**Figura 14.-** Distribución general de las 500 mejores universidades del mundo (2015).



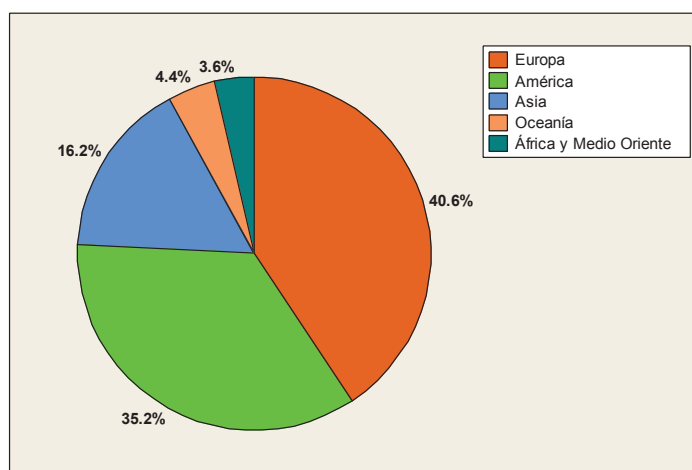
**Fuente:** Universidad Jiao Tong de Shanghai.

**Elaboración:** Propia.

Aun así, Europa acumula a la mayoría de los 500 centros educativos más prestigiosos del mundo (40,6%), seguido de América (Figura 15). No obstante, si se hace una subdivisión en este continente, el aporte de la región latinoamericana

es escaso, ya que los Estados Unidos y Canadá acumulan alrededor del 90% de las mejores universidades de la zona americana.

**Figura 15.-** Distribución de las 500 mejores universidades del mundo por área geográfica (2015).



**Fuente:** Universidad Jiao Tong de Shanghai.

**Elaboración:** Propia.

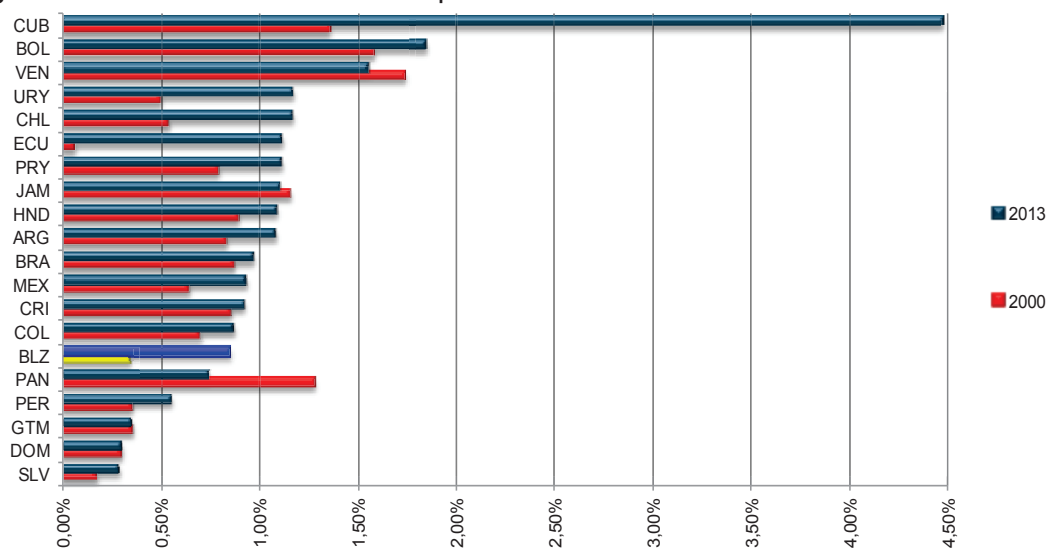
### 3.2.2. GASTO EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Este indicador refleja el nivel de apoyo que recibe la educación superior por parte del Estado, empresa privada o de organismos internacionales, recursos que son básicamente utilizados para la formación de capital humano e investigación. Por esta razón, se puede afirmar que mientras más presupuesto sea destinado a la educación superior, mayor será la probabilidad de que los individuos desarrollen actividades de I+D+I, con el objetivo de optimizar su beneficio y, con ello, el bienestar de la sociedad donde interactúan.

La Figura 16 muestra que en América Latina, el país que más destina recursos a la educación superior es Cuba. A pesar de esto, se considera que este es caso atípico en relación a las demás países de la región, debido a sus condiciones económicas especiales y a su forma de gobierno. Bolivia, por su parte, se ubica en segundo lugar, según los datos de la UNESCO, seguido de Venezuela. Es

interesante observar que las mayores potencias latinoamericanas como son México, Chile y Brasil deberían estar liderando en este indicador, ya que como se estudió anteriormente, estos países cuentan mejores programas y estructuras de educación superior. Sin embargo, éstas se encuentran en un puesto medio en relación a toda Latinoamérica.

**Figura 16.- Gasto en Educación Superior como % del PIB.<sup>9</sup>**



**Fuente:** Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS).

**Elaboración:** Propia.

El problema radica en la eficiencia de los recursos destinados a la educación. El hecho de que un país canalice más recursos para mejorar las condiciones educativas, no significa que éstos vayan a ser usados de manera óptima. Por ello, se concluye que, si bien Bolivia es primero en cuanto al porcentaje de gasto destinado a la educación, este país presenta escasos avances en este ámbito, por lo que, se deduce que existe una deficiente administración de estos recursos, además de que los resultados de las políticas destinadas a impulsar la educación no son perceptibles en el corto plazo.

<sup>9</sup> Para el caso de República Dominicana, Guatemala, Honduras, Perú y Venezuela, se utilizaron datos del año 2006 en envés del 2000. Y para Costa Rica y México se analizó datos del 2010 envés de 2013.



Por otro lado, hay que considerar que las políticas de incremento en la inversión en capital humano son recientes en países como Bolivia, por lo cual sus efectos se verán a mediano y largo plazo. No obstante, hay que tomar en cuenta que bajo esta tendencia, los líderes de Latinoamérica podrían dejar de serlo en breve en el caso de no aumentar o gestionar de buena manera la inversión en formación de capital humano. Vale aclarar que la productividad las inversiones antes mencionadas, dependen de las condiciones del entorno, del nivel tecnológico, así como de la cantidad de capital físico disponible.

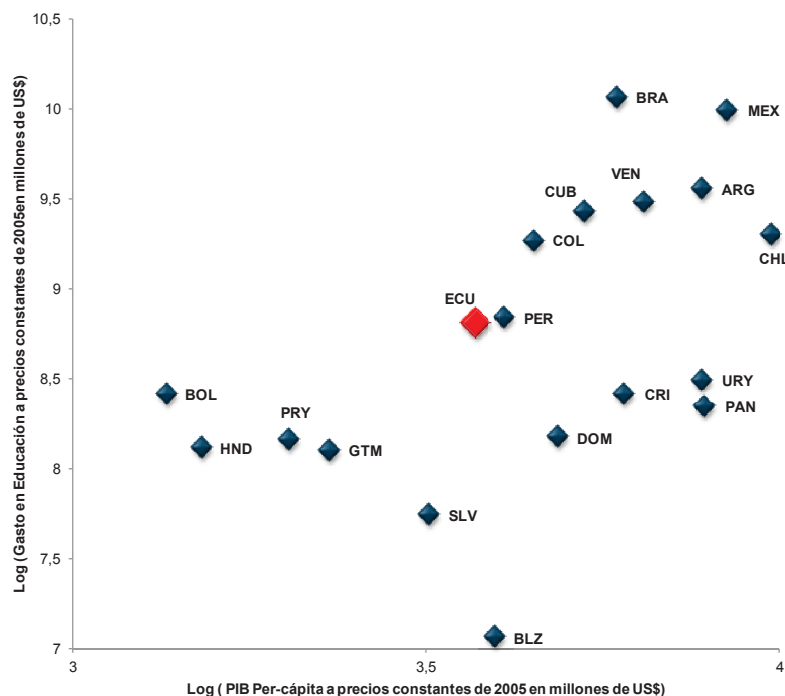
En el caso de Chile, México y Brasil, si bien estos países destinan un porcentaje menor a la educación superior, estos obtienen mejores resultados, dado que están invirtiendo menos y obteniendo mayores beneficios. No obstante, el análisis es diferente en cada país, debido a que cada uno se desarrolla en un contexto económico y político diferente. De igual manera hay que considerar que en los países antes mencionados, la educación superior ha sido participe de apoyo de políticas públicas desde algún tiempo atrás, por lo tanto, evidencian mejores resultados en relación a los demás países de la región.

El Estado de cada país es la principal fuente de financiamiento para la educación pública, presupuesto que depende del nivel de producción que se genere. En el caso latinoamericano, Chile, México y Argentina, son los países con mayor ingreso per-cápita, y adicionalmente, se ubican entre los países donde el gobierno canaliza más recursos a educación (Figura 17).

Es interesante analizar el comportamiento de Belice, El Salvador, República Dominicana, Costa Rica, Uruguay y Panamá que, si bien poseen un PIB per cápita medio alto en comparación con otros países de América Latina, su gasto en educación es medio bajo (Figura 17).

Ecuador por su parte, se ubica cercano a sus vecinos, como son Colombia y Perú, manteniendo un ingreso per cápita acorde al promedio de los países de Latinoamérica, al igual que su gasto destinado a la educación superior.

**Figura 17.-** Relación entre PIB per cápita y Gasto Gubernamental en Educación Superior (2013).



**Fuente:** Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) y Banco Mundial (BM).  
**Elaboración:** Propia.

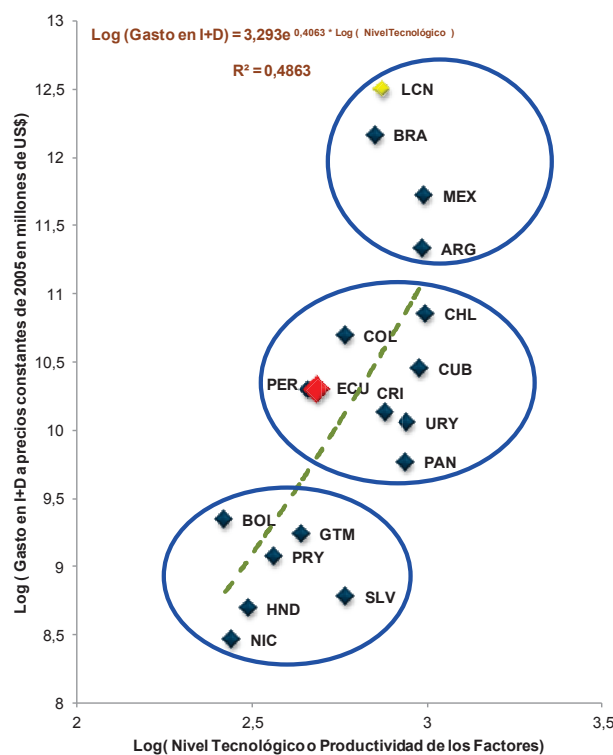
### 3.3. INDICADORES DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Este tipo de indicadores reflejan la intensidad de las actividades de I+D en relación a los ingresos, la capacidad que tiene cada país para acoplar las nuevas innovaciones a su entorno, así como la utilización de insumos de alta tecnología en la producción de bienes y servicios. Por esto, si una región o un país es pionero en la creación y utilización de nuevas técnicas provenientes de la innovación debido al emprendimiento, podrá mantener el desarrollo del proceso de I+D+I en el largo plazo y, con ello, verse beneficiado por las ganancias provenientes de los mismos. Adicionalmente, estos indicadores muestran el grado de tecnificación de cada país al estar cada vez más relacionados con las tecnologías de la información (TIC's), aspectos altamente correlacionados con la generación de I+D.

### 3.3.1 GASTO EN ACTIVIDADES DE I+D

Según Lederman & Maloney (2003), la eficiencia en la combinación de los factores de producción sumado a una buena política de inversión, a la mayor protección de los derechos de la propiedad intelectual, y a las buenas políticas gubernamentales para movilizar recursos e implementar instituciones de investigación de calidad, aumentará la intensidad de la I+D y, por lo tanto, del gasto destinado a estas actividades.

**Figura 18.-** Gasto en I+D vs Nivel Tecnológico (2013).<sup>10</sup>



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

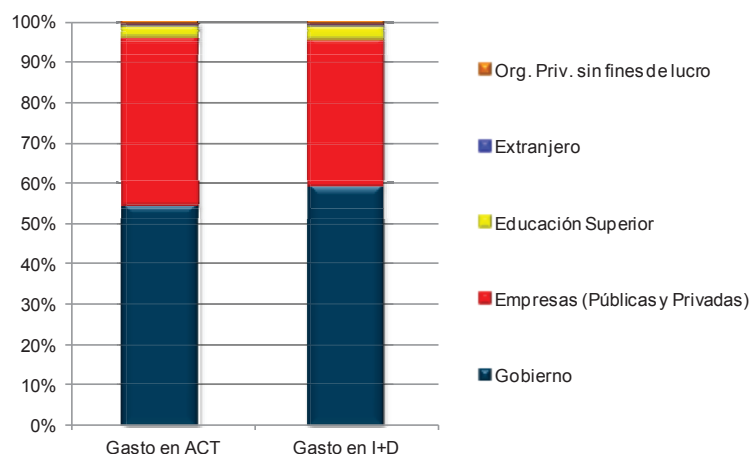
En este aspecto, países como Brasil, México y Argentina, son los países con mayores gastos en actividades de I+D, lo cual se ve reflejado en sus altos porcentajes de nivel tecnológico (Figura 18). No obstante, gran parte de las

<sup>10</sup> Para el caso de Chile (CHL), Ecuador (ECU), Guatemala (GTM), Nicaragua (NIC), Paraguay (PRY) y El Salvador (SLV), se utilizaron datos del año 2010.

economías latinoamericanas como Perú, Colombia y Ecuador, si bien mantienen una productividad cercana al promedio de la región, su gasto en I+D es relativamente bajo, lo que nos da una idea de la falta de incentivo y motivación en cuanto a la dinamización de la innovación y el emprendimiento.

Por otra parte, cabe señalar que algunos años atrás, la mayor parte de los recursos utilizados en las actividades científicas y tecnológicas (ACT) y en I+D provenían de los gobiernos. Sin embargo, en la actualidad las empresas privadas, fundaciones, organizaciones no gubernamentales (ONG) y entidades internacionales cada vez adquieren mayor participación dentro de este ámbito como se observa en la Figura 19 (Gaillard, 2008).

**Figura 19.-** Financiamiento del Gasto en ACT y en I+D en Latinoamérica (2013).



**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

En la Figura 19 se observa que el Estado mantiene su liderazgo en cuanto al desembolso de recursos en actividades de ciencia y tecnología y en I+D. No obstante, la empresa pública y privada ha llegado casi a igualar el gasto del Estado. La investigación en instituciones de educación superior, organizaciones internacionales y organismos sin fines de lucro siguen manteniendo una participación marginal en el gasto de I+D y ACT.

Vale aclarar que la Figura 19, muestra el resultado de los datos acumulados de Latinoamérica. No obstante, la distribución del gasto en ACT y en I+D difiere en cada país, siendo Brasil, México y Chile países en los que el sector privado acumula una participación en el gasto acorde a la del Estado. En Ecuador y en el resto de países de la zona, el Estado representa alrededor del 75% del gasto total, evidenciando la baja participación privada en la financiación de la investigación y de instituciones de educación superior.

### **3.3.2 INDICADORES DE INNOVACIÓN**

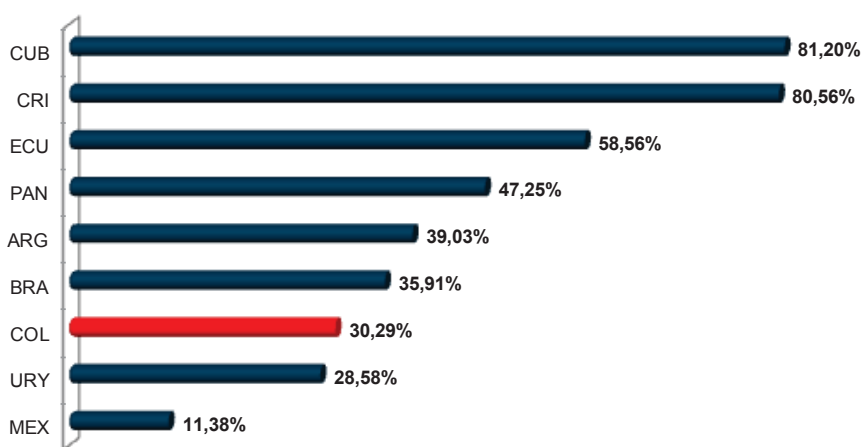
Es importante analizar la capacidad que tiene un país para acoplar y adaptar al sector productivo las innovaciones provenientes del emprendimiento, puesto que esto evidenciaría si el proceso de I+D+I está funcionando de forma adecuada. Por lo tanto, es indispensable evaluar las estrategias y el uso que se les da a las innovaciones dentro de la sociedad, y si han logrado mantener su condición innovadora a lo largo del tiempo.

Romer (1986), explica la relación que existe entre la creación de una tecnología con la tecnología misma, donde se explica la externalidad de poner en marcha nuevos productos, presionando al mercado, forzando la competencia y afectando a todas las industrias del sector. Vale aclarar que el coste para la empresa que pone en marcha la creación de nueva tecnología por primera vez es mayor en relación a las compañías que en cierta forma tratan de imitar la innovación, además que reducen su exposición al riesgo de inversión.

En la región latinoamericana es difícil realizar un análisis adecuado de este tipo de indicadores, puesto que la mayoría de los países de esta zona no cuentan con los datos necesarios. La mayor fuente de información para este tipo de indicadores son adquiridas a través de encuestas enfocadas a evaluar el grado de desempeño industrial y el número de actividades innovadoras y de ciencia y tecnología utilizadas y creadas en el proceso productivo, pero han sido efectuadas muy pocas veces y en pocos países de la región.

En América Latina, la mayor parte del gasto destinado a la innovación se concentra en la compra de artículos tecnológicos como es maquinaria, y en la creación de elementos que, si bien son nuevos para la empresa, no son considerados como innovaciones en el contexto internacional y, en algunos casos, ni siquiera en el mercado local (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

**Figura 20.-** Porcentaje de empresas innovadoras del sector industrial (2012).



**Fuente:** Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS).

**Elaboración:** Propia.

Si bien existe un alto porcentaje de empresas innovadoras en el sector industrial en Latinoamérica (Figura 20), la mayoría de estas realizan actividades de innovación diferentes a las que se llevan a cabo en países industrializados. Así, más de la cuarta parte de los procesos innovadores en América Latina están orientados a la adquisición e integración en el sistema productivo de tecnologías ya incorporadas desarrolladas en el extranjero (innovaciones adaptativas), convirtiendo al sector empresarial en seguidor de materia tecnología, mas no en un pionero o emprendedor.

Tal es el caso de Costa Rica y Ecuador, que de acuerdo a la UNESCO ocupan el segundo y tercer lugar en cuanto al número de empresas innovadoras en el sector industrial. Según estos datos, más del 50% de las empresas industriales en el

territorio ecuatoriano incursionan en actividades innovadoras; sin embargo, más del 85% de estas sólo acoplan tecnología extranjera, mas no la producen.

Sin embargo, el uso de innovaciones adaptativas no puede ser tomado estrictamente como una desventaja para la región, puesto que si se lo analiza desde otro punto de vista, los latinoamericanos se están ahorrando recursos que de otra manera serían destinados a la inversión en I+D+I (siempre que no sea obsoleta). El problema surge cuando la inversión en I+D+I genera externalidades que favorecen la generación de más I+D+I.

Por otra parte Cuba (Figura 20), es un caso atípico debido a sus condiciones económicas y políticas que le han forzado a crear su propia tecnología, debido al embargo o bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos en el año 1960.

Adicionalmente, cabe mencionar que los indicadores de innovación en la región latinoamericana pueden tener algunos factores que distorsionan la verdadera información mostrada, ya que en la mayoría de países de esta zona, la percepción de innovación incluye muchos aspectos que en los países industrializadas no son considerados como procesos innovadores. En América Latina, la introducción de mejoras menores en los procesos de producción o la utilización de métodos creados por otros, son tomados en cuenta en la medición de la capacidad innovadora, y por ende, sesgan a los datos finales.

Además, un elemento común en la zona es que la innovación relacionada con procesos, métodos y bienes de capital es más común que la innovación en los productos finales, lo cual responde a que se hace mayor énfasis a cómo obtener beneficios a través de la optimización de las fases de producción, y mas no en la calidad del producto final. Sin embargo, en países industrializados, la innovación de producto es la más utilizada, ya que a través de esta se logra adquirir una mayor sofisticación tecnológica, y tiene más impacto en los ingresos y el crecimiento económico del país donde se la desarrolla (Navarro, 2010).

Por otra parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (2010), menciona algunos obstáculos a las actividades de I+D+I en Latinoamérica, donde destaca la falta de financiamiento, la incapacidad de las empresas para adecuarse a largos períodos de recuperación de la inversión, el reducido tamaño del mercado, la escasez de capital humano cualificado, la escasa intervención de los mercados financieros (crédito para generar actividades de I+D), la poca existencia de economías a escala, la incertidumbre, entre otros.

### **3.4. INDICADORES DE RESULTADOS**

Esta clase de indicadores, también conocidos como de producto, se los considera de gran importancia ya que, a través de su análisis, se podrá cuantificar y evaluar el éxito o el fracaso de los procesos de I+D+I. Así, sirven para identificar el grado de participación de todos los aspectos antes estudiados, como es la eficiencia de los factores, el gasto en I+D, personal capacitado, etc. En otras palabras, estos indicadores indican el producto o bien final de las actividades de ciencia y tecnología y de I+D.

#### **3.4.1. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS**

Cuando se genera un proceso de I+D+I en la economía, se adquieren o descubren nuevos conocimientos, los cuales son mostrados a la sociedad a través de publicaciones científicas estandarizadas, con el objetivo de adquirir el reconocimiento de la comunidad científica. Por esta razón, una publicación o documento científico se distingue por su accesibilidad, certificación, científicidad, pericia, especialización, estructuración, objetividad y relevancia.

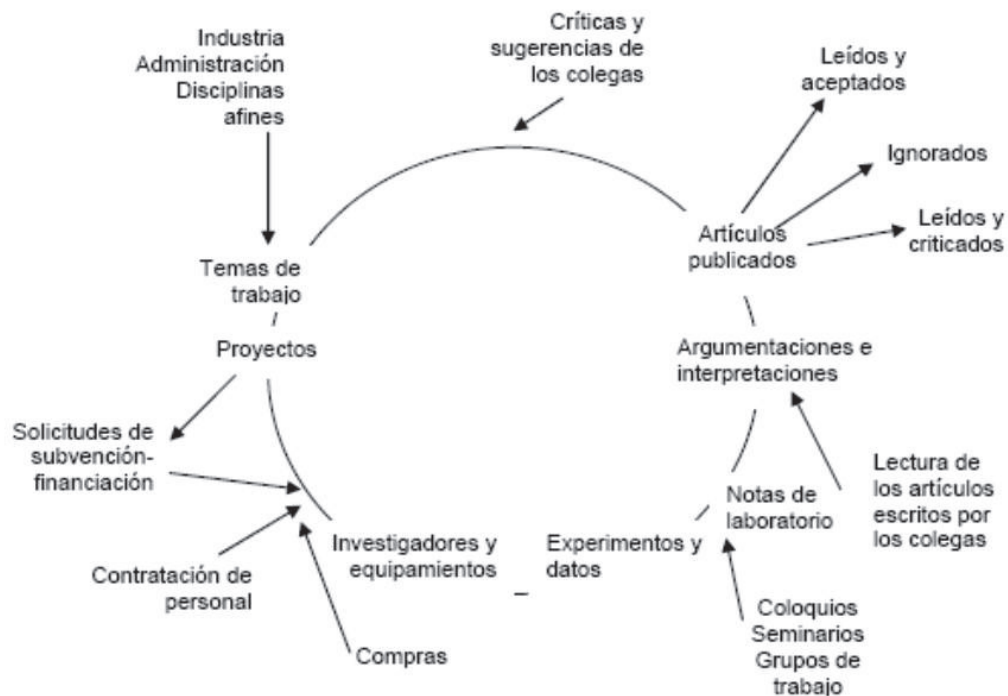
La velocidad de la investigación contemporánea, sumada a la utilización de las TIC's, han provocado que las publicaciones científicas cada vez sean mejor difundidas con artículos en revistas electrónicas, seminarios, congresos, etc., a través de los cuales se logra transmitir los nuevos conocimientos de una manera



más rápida, fácil, dinámica y principalmente menos costosa (Fuentes & Arguimbau Vivó, 2006).

Según Callon, Courtial & Penan (1995), la veracidad de la publicación científica debe ser avalada por el debate y la crítica de la comunidad científica mediante un proceso que contiene las siguientes etapas: producir e interpretar datos, publicar, interactuar y ser reconocido. Procesos que se pueden entender de una mejor manera en la Figura 21:

**Figura 21.-** Ciclo de la producción de los conocimientos certificados.



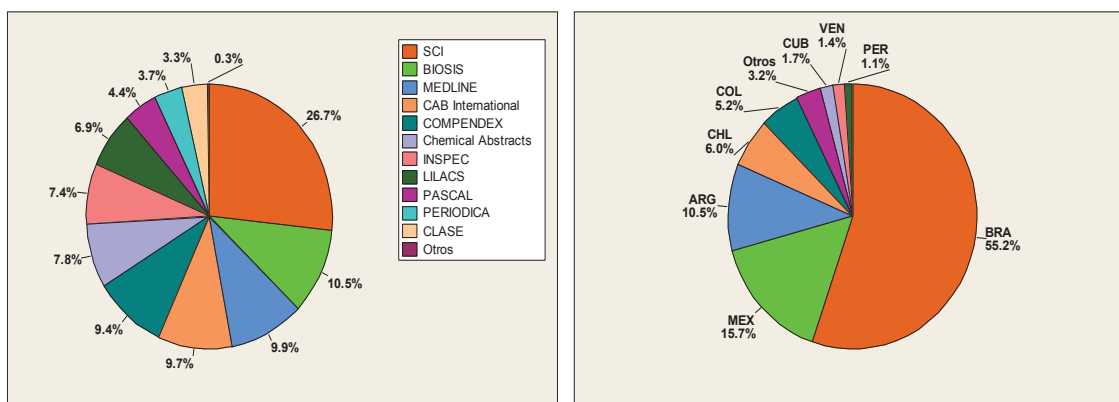
**Fuente:** Callon, Courtial & Penan (1995).

A pesar de esta esquematización, las diversas ramas donde se ubican los procesos de I+D+I, dificultan la creación de un modelo estándar para la medición y análisis de las publicaciones científicas, ya que, dependiendo de lo que se esté investigando, las fases de creación y la metodología podrían verse alteradas.

Si bien, el número de publicaciones científicas se ha incrementado en Latinoamérica en relación a años anteriores, gran parte de estos documentos son

desarrollados en las potencias de la región como son Brasil, México, Argentina y Chile, países que juntos acumulan más del 87% del total de las publicaciones (Figura 22). Aun así, si se compara el número de documentos científicos de países industrializados, América Latina continúa manteniendo un lugar medio bajo en cuanto a la producción científica per cápita.

**Figura 22.-** Distribución de las publicaciones científicas en Latinoamérica (2013).



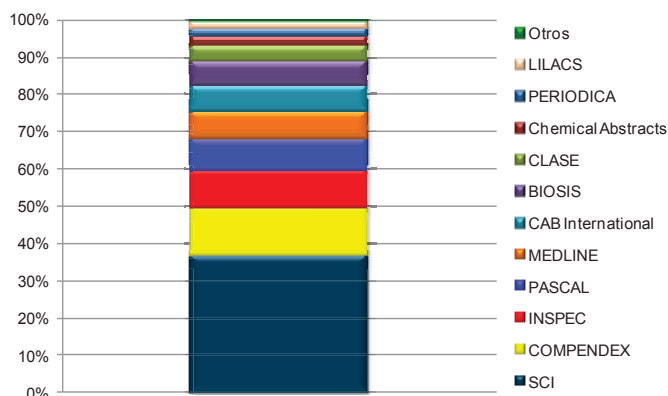
**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

Por otra parte, el mayor número de publicaciones científicas en Latinoamérica está dado en Science Citation Index (SCI) seguido muy de lejos por BIOSIS (Figura 22). El territorio ecuatoriano no es la excepción como muestra la Figura 23, donde el SCI acumula alrededor del 40%, seguido de las publicaciones en COMPENDEX, donde predominan documentos relacionados con la ingeniería eléctrica, química, civil, mecánica, etc.

Adicionalmente, las publicaciones en INSPEC también poseen una importante participación en Ecuador con alrededor del 10%, donde destacan documentos especializados en ciencias exactas como es la física, sumado a investigaciones las áreas de electrónica, informática, control de producción y TIC's (García, Alonso, & Jiménez, 2013).

**Figura 23.-** Publicaciones científicas de Ecuador (2013).



**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

### 3.4.2. PATENTES

Estos indicadores reflejan una perspectiva más realista del nivel de invención, innovación, emprendimiento y transformación en las capacidades tecnológicas de un país, así como de las actividades de en I+D, en comparación a los indicadores de innovación. Constituyen una fuente más sólida de información, con métodos, procesos y modelos estandarizados en la mayoría de países de Latinoamérica en cuanto a su cuantificación o medición. No obstante, según Fuentes & Arguimbau (2006), todavía existen algunas divergencias entre países o sectores empresariales a la hora de decidir patentar una invención o dejar de hacerlo.

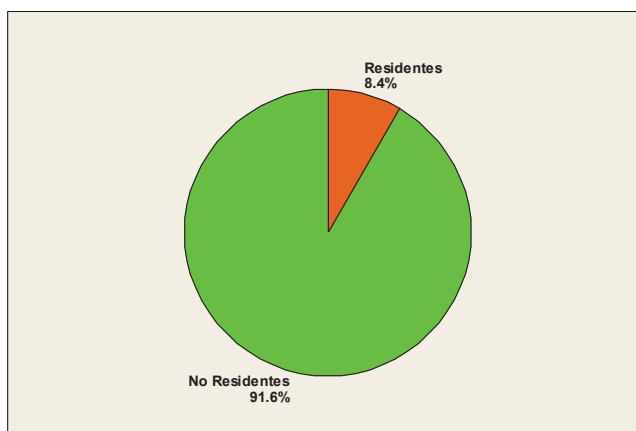
A pesar de lo antes expuesto, las patentes sólo representan una parte de la producción tecnológica científica, pues en algunos casos, éstas no son solicitadas por motivos de confidencialidad, costos elevados, cambios acelerados en las tecnologías a patentar, etc. Adicionalmente, muchas invenciones son protegidas a través de procedimientos alternativos (modelos de utilidad, derechos de autor, secretos industriales, etc.)

Es así que, una patente no es más que un documento público donde se describen las características de productos o procesos industriales, con el objetivo de mantenerlos protegidos por un período de tiempo y lugar geográfico

predeterminado, salvaguardando el derecho legal de explotación por parte del inventor, a cambio de favorecer el progreso tecnológico. Cabe aclarar que, el mayor organismo de propiedad intelectual a nivel mundial es la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Fuentes & Arguimbau, 2006).

Según el Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual (2015), una patente es un derecho que el Estado confiere de forma exclusiva al inventor sobre la invención, y provee a su titular del derecho de explotar comercialmente su invento. Expresa también que, la patente tendrá un plazo de duración de veinte años, contados a partir de la fecha de presentación de la respectiva solicitud si es de invención, y de diez años si es un modelo de utilidad<sup>11</sup>.

**Figura 24.-** Procedencia de las patentes otorgadas en Latinoamérica (2013).



**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

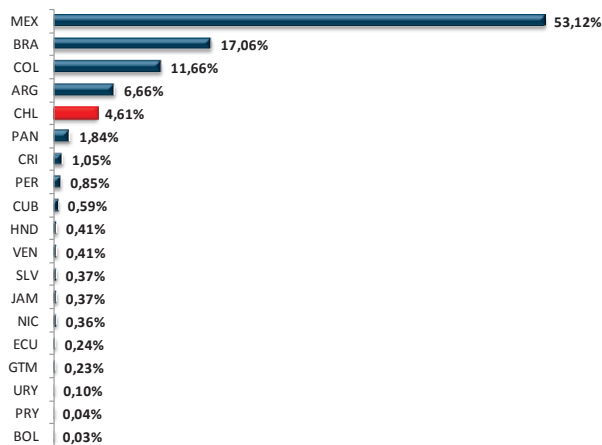
Adicionalmente, más del 90% de las patentes otorgadas en América Latina son concedidas a individuos no residentes en sus países de origen (Figura 24), los

---

<sup>11</sup> Según el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (2015), un modelo de utilidad es toda nueva forma, configuración o disposición de elementos de algún artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto o de alguna de sus partes, que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que lo incorpora o que le proporcione alguna utilidad, ventaja o efecto técnico que antes no tenía; así como cualquier otra creación nueva susceptible de aplicación industrial que no goce de nivel inventivo suficiente que permita la concesión de patente.

cuales en su mayoría habitan en regiones con un mayor dinamismo económico como es Norteamérica y Europa.

**Figura 25.-** Distribución de las patentes otorgadas en Latinoamérica (2013).

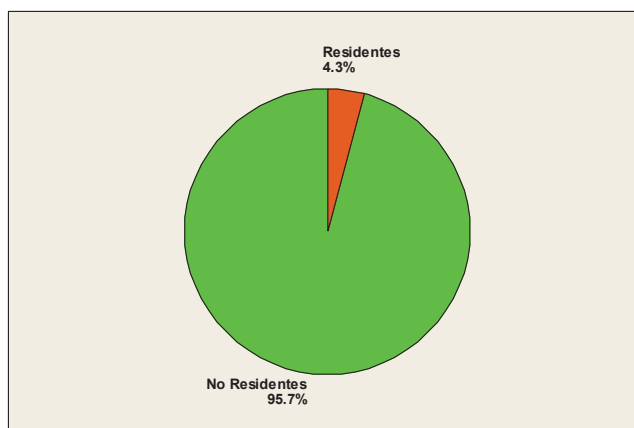


**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

Ecuador no es ajeno al comportamiento de la región, tal como se observa en la Figura 26, dado que más del 95% de las patentes otorgadas son concedidas a personas no residentes en el territorio nacional, donde la mayoría son emprendedores inmigrantes radicados en países con mejores oportunidades de desarrollo.

**Figura 26.-** Procedencia de las patentes otorgadas en Ecuador (2013).



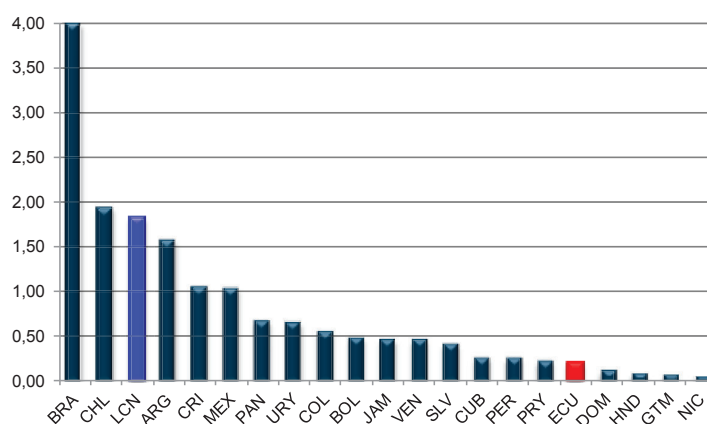
**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

A pesar de esto, se debe tomar en cuenta que en Ecuador y en gran parte de países de Latinoamérica, la base de su economía son las actividades primarias como la agricultura y extracción de recursos naturales como el petróleo y otros minerales, donde en muchos de los casos se usan métodos tradicionales para su extracción. Bajo esta premisa, la adquisición de patentes no es considerada como un bien intangible necesario, ya que no genera un mayor impacto en la obtención de beneficios.

Por otro lado, principalmente en países especializados en producción tecnológica y farmacéutica como Estados Unidos o Japón, la solicitud de patentes se contempla como una actividad necesaria, ya que a través de estas, se garantiza la rentabilidad de las inversiones realizadas en el desarrollo del conocimiento.

**Figura 27.-** Coeficiente de Invención en Latinoamérica por cada 100.000 habitantes (2013).<sup>12</sup>



**Fuente:** RICYT.

**Elaboración:** Propia.

Por otro lado, el coeficiente de invención (solicitudes de Patentes sobre población total), refleja el trabajo deficiente que se realiza en América Latina en cuanto a innovación e invención (Figura 27). Brasil, es con mucho el mayor solicitador de

<sup>12</sup> Para el caso de Panamá (PAN), Bolivia (BOL), Jamaica (JAM), Venezuela (VEN), Ecuador (ECU), Honduras (HND), Guatemala (GTM) y Nicaragua (NIC) se utilizaron datos de 2010.

patentes per cápita, con un valor de 4 individuos por cada 100.000 mil habitantes, seguido de Chile con alrededor de 2 individuos. El promedio en Latinoamérica es de aproximadamente 1,79 individuos. Es importante observar que esa cifra se encuentra distorsionada por la alta participación que ejerce Brasil en este indicador, por lo cual, si no se toma en cuenta a este país, el promedio de la zona no llegaría a un individuo por cada 100.00 habitantes.

Ecuador, tal como se puede observar en la Figura 27, se encuentra entre los países con menos cantidad de solicitantes de patentes, con un coeficiente de invención de 0,17 por cada 100.000, sólo siendo superior a los valores registrados por la República Dominicana, Honduras, Guatemala y Nicaragua. Economías similares a la nuestra, como la peruana, se encuentran alrededor del mismo valor con 0,24 individuos, aunque Colombia muestra un coeficiente de 0,53 individuos involucrados en procesos de I+D+I que solicitaron una patente por cada 100.000 habitantes.

### **3.4.3. EXPORTACIONES DE PRODUCTOS TIC**

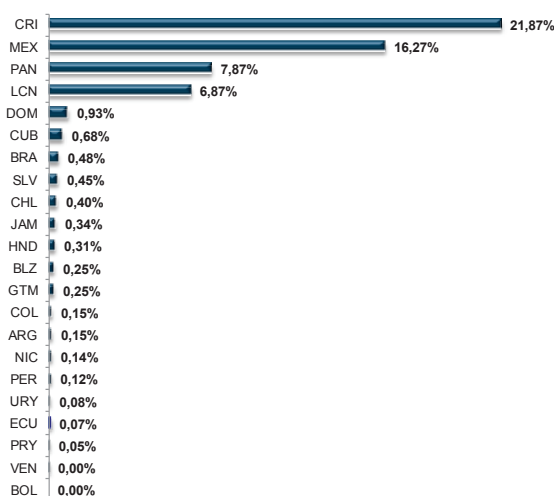
Las actividades extractivas y la comercialización de materias primas son los principales sectores económicos que sostienen los ingresos de los países de América Latina. Esto no sucede en países industrializados, donde su PIB proviene principalmente de la exportación de bienes elaborados con alto contenido tecnológico (vehículos, aviones, medicinas, equipos de computación, maquinaria, equipos de telecomunicaciones, línea blanca, armamentos, etc.). Los productos producidos en Latinoamérica son bienes no terminados que sirven de insumo para la elaboración de mercancías con mayor valor agregado, las cuales retornan a la región latinoamericana a un precio mucho mayor en relación al adquirido por las potencias mundiales.

Los bienes terminados producidos por los países desarrollados y emergentes, son el resultado de adaptaciones de los nuevos conocimientos a la producción, lo que da paso a la generación de procesos de I+D+I. Por ende, un indicador de

desempeño clave para la cuantificación de estos aspectos, es la participación que poseen los bienes con alto contenido tecnológico en las exportaciones. Es decir, cuánto aportan las exportaciones tecnológicas en el total de las ventas de un país.

Cabe recalcar que en la región Latinoamericana, si bien la producción de bienes con alto nivel tecnológico es marginal, es una gran consumidora de estos productos, ya que está limitada a absorber y adaptar los bienes y conocimientos provenientes del extranjero a su respectivo entorno.

**Figura 28.-** Porcentaje de exportaciones de productos de TIC en Latinoamérica (2013).<sup>13</sup>



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

Si bien, las exportaciones tecnológicas mantienen una tendencia creciente en toda la zona, este crecimiento es minúsculo en la mayoría de países de la región.

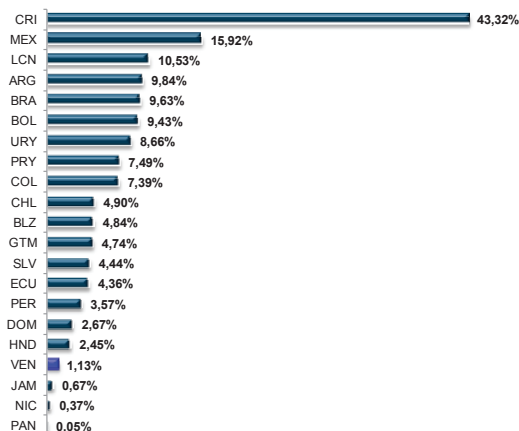
A pesar de esto, cabe destacar el nivel de desarrollo de Costa Rica en este aspecto (Figura 28), país donde los productos de alta tecnología llegan a acumular el 21,87% del total de sus exportaciones, debido a cambios

<sup>13</sup> Para el caso de Bolivia, Cuba, República Dominicana, Honduras, Nicaragua, Panamá se usaron datos del año 2012.



estructurales en su matriz productiva. En este país, el sector servicios e industrial de TIC's (principalmente en el campo de la micro tecnología), cada vez toman mayor protagonismo dentro de la economía, desplazando a las actividades agrícolas. Además, es uno de los más importantes centros de I+D de Centroamérica, destacándose por sus centros de validación, prueba y desarrollo de software (Banco Central de Costa Rica, 2015). Por todo lo antes mencionado, Costa Rica desplaza a México al segundo lugar, país que durante años se mantuvo como líder regional en este indicador.

**Figura 29.-** Porcentaje de exportaciones manufactureras de alta tecnología (2013).



**Fuente:** Banco Mundial (BM).

**Elaboración:** Propia.

Si se analiza la participación que tienen los bienes tecnológicos dentro de las exportaciones manufactureras (Figura 29), Costa Rica equipara el 43,32% producto de la venta de micro tecnología. México por su parte, se mantiene por encima del porcentaje promedio de la región.

En el caso de Ecuador, las políticas restrictivas en la inversión extranjera, sumado a la tendencia creciente de relocalización geográfica de los centros de I+D en economías emergentes como India y China por parte de las grandes multinacionales, han limitado la participación de los productos tecnológicos en las exportaciones del país.



## **CAPÍTULO 4.**

### **METODOLOGÍA**

En este capítulo se procederá a describir los principales procesos metodológicos que sirvieron de ayuda para el cálculo y análisis del índice de innovación y emprendimiento, mencionando las variables y datos usados y los países para los cuales se obtuvo la información suficiente para incluirlos en el estudio. Adicionalmente, se expone la metodología utilizada en el proceso de clusterización de datos, y finalmente se plantea los conocimientos básicos de un modelo de crecimiento económico basado en la generación de nivel tecnológico en base a los aportes de Romer (1990) y Spolaore & Wacziarg (2013).

#### **4.1. ÍNDICE DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO**

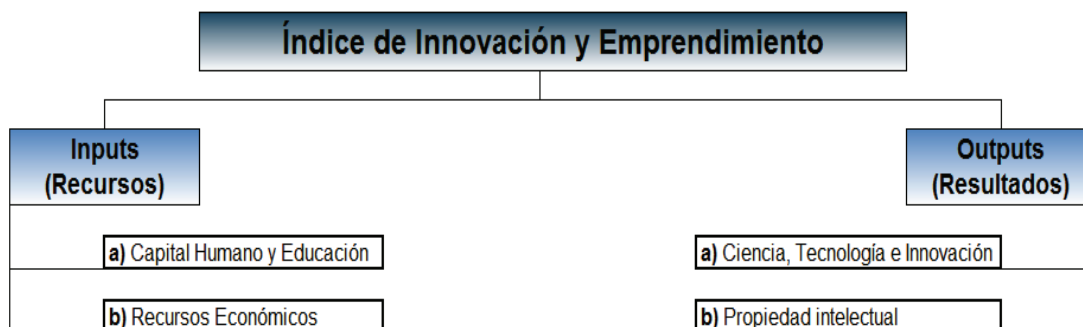
La metodología de este trabajo, se basa en el modelo propuesto y aplicado por la Comisión Europea en cuanto al análisis del Índice Europeo de Innovación (European Innovation Scoreboard 2014). Es decir, la estructura de estudio de esta investigación, acopla la estructura metodológica europea, al contexto Latinoamericano, con su respectiva disponibilidad de datos.

Adicionalmente, se mantiene la pauta de categorización de variables, en dos principales grupos denominados Inputs (Recursos) y Outputs (Resultados), como se detalla en la Figura 30. Variables que serán expuestas con más detalle en el transcurso de este trabajo.

Cabe aclarar, que las principales fuentes en cuanto a datos son la base del Banco Mundial (BM), del Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) y de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT). Es importante mencionar que los indicadores (económicos, capital humano y educación, de tecnología e innovación y resultados) expuestos en el capítulo 3,

sirvieron de base para la elección de las variables, y en algunos casos se toma el indicador como tal para ser usado como variable de estudio.

**Figura 30.-** Categorización de variables.



**Fuente:** European Comission (2014).

**Elaboración:** Propia.

A continuación en las Tabla 4 y Tabla 5 se detalla cada categoría con sus respectivas variables.

**Tabla 4.-** Descripción de variables Inputs (Recursos).

Capital Humano y Educación			
Código	Variable	Significado	Fuente
RH1	Número de profesionales con el título de PhD en relación a la población entre 15 y 64 años por cada 10.000 habitantes.	Representa el número de títulos de doctor (ISCED 8) <sup>14</sup> , que fueron obtenidos por los ciudadanos de cierto país, registrados en sus respectivos países de origen.	RICYT, BM.
RH2	Número de títulos de tercer nivel por cada 100 habitantes.	Representa el número de títulos de tercer nivel (ISCED 5, ISCED 6) <sup>15</sup> , que fueron obtenidos por los ciudadanos de cierto país, registrados en sus respectivos países de origen.	RICYT, BM.

<sup>14</sup> Comprende programas de educación terciaria equivalente a un doctorado (PhD.), misma que muestra una calificación de investigación avanzada certificando la madurez científica.

<sup>15</sup> Incluye programas de educación terciaria de ciclo corto (tecnologías, etc.) y largo (licenciaturas, ingenierías, etc.) que validan una primera calificación académica.

<b>RH3</b>	Inscripción escolar de nivel secundario (% bruto).	Corresponde al número total de estudiantes matriculados en educación secundaria, independientemente de su edad, expresado como porcentaje de la población total en edad oficial de cursar la secundaria. La Tasa Bruta de Matrícula (TBM) puede ser superior a 100% debido a la inclusión de estudiantes mayores y menores a la edad oficial ya sea por repetir grados o por un ingreso precoz o tardío a dicho nivel de enseñanza.	BM.
<b>RH4</b>	Investigadores por cada 10.000 habitantes de la PEA.	Corresponde al número de individuos dedicados a actividades de investigación entre la Población Económicamente Activa (PEA).	RICYT.
<b>RH5</b>	Tasa de finalización de educación primaria (% del grupo etario correspondiente)	Corresponde al número total de estudiantes que ingresan al último año de educación primaria, independientemente de su edad, expresado como porcentaje de la población total en edad oficial de ingresar a dicho grado. Este indicador también se denomina “tasa bruta de ingreso al último grado de primaria”. Esta tasa puede ser superior a 100% debido a niños mayores y menores de la edad oficial de ingreso que entran a la educación primaria de forma precoz o tardía y (o) que han repetido grado.	BM.

### Recursos Económicos

Código	Variable	Significado	Fuente
<b>RE1</b>	Gasto en actividades de ciencia y tecnología (ACT) en relación al PIB con datos corrientes.	Representa el monto de dinero destinado a actividades de ciencia y tecnología (ACT), independientemente de la fuente de donde provenga el financiamiento, en relación al PIB con cifras corrientes.	RICYT.
<b>RE2</b>	Gasto en I+D en relación al PIB con datos corrientes.	Representa el monto de dinero destinado a actividades de I+D, independientemente de la fuente de donde provenga el financiamiento, en relación al PIB con cifras corrientes.	RICYT.

<b>RE3</b>	Gasto por alumno a nivel terciario (% del PIB per-cápita).	Corresponde al gasto público corriente en educación, dividido por la cantidad total de estudiantes por nivel, como porcentaje del PIB per cápita El gasto público (corriente y de capital) incluye el gasto del Gobierno en instituciones educativas (tanto públicas como privadas), administración educativa y subsidios para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras entidades privadas).	BM.
<b>RE4</b>	Usuarios con acceso a internet por cada 100 personas.	Muestra el número de usuarios con acceso a Internet.	BM.
<b>RE5</b>	Gasto público en educación (% del PIB).	Comprende el gasto público total (corriente y de capital) en educación expresado como porcentaje del PIB en un año determinado. El gasto público en educación incluye el gasto del Gobierno en instituciones educativas (públicas y privadas), administración educativa y subsidios o transferencias para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras entidades privadas).	BM.

**Fuente:** Banco Mundial (BM) y RYCIT (2016).

**Elaboración:** Propia.

**Tabla 5.-** Descripción de variables Outputs (Resultados).

<b>Ciencia, Tecnología e Innovación</b>			
<b>Código</b>	<b>Variable</b>	<b>Significado</b>	<b>Fuente</b>
<b>CT1</b>	Densidad de nuevas empresas (registros nuevos por cada 1.000 personas entre 15 y 64 años).	Nuevas empresas se refiere a la cantidad de nuevas corporaciones de responsabilidad limitada registradas en el año calendario.	BM.
<b>CT2</b>	Exportaciones de productos de TIC (% de exportaciones de productos).	Las exportaciones de bienes de tecnología de la información y las comunicaciones incluyen los equipos de telecomunicaciones, audio y video; informático y afines; los componentes electrónicos; y demás bienes de la tecnología de la información y las comunicaciones. Se excluyen los programas informáticos.	BM.

<b>CT3</b>	Exportaciones de servicios de TIC (% exportaciones de servicios y balanza de pagos).	Incluyen servicios de comunicaciones y computación (servicios de telecomunicaciones y de correo postal y mensajería) y servicios de información (datos electrónicos y operaciones de servicios relativos a la transmisión de noticias).	BM.
<b>CT4</b>	Promedio del número de procedimientos iniciales para registrar una empresa	Los procedimientos para establecer una empresa son los que se necesitan para iniciar un negocio, incluso las interacciones para obtener los permisos y licencias necesarias y para completar todas las inscripciones, verificaciones y notificaciones a fin de comenzar a operar. Los datos corresponden a empresas con características específicas de propiedad, tamaño y tipo de producción.	BM.
<b>CT5</b>	Nivel Tecnológico (Productividad de los Factores de Producción).	Mide el nivel de eficiencia que posee una economía con respecto a la utilización y transformación de sus factores productivos (trabajo y capital), ya que, el factor tierra se considera constante en el corto plazo. Es así que, un cambio del 1% en el nivel tecnológico se traduce en una variación del 1% en la producción con la misma cantidad de capital y empleados.	BM.

### Propiedad Intelectual

Código	Variable	Significado	Fuente
<b>PI1</b>	Publicaciones en SCI por cada 100.000 habitantes.	Corresponde al número de publicaciones realizadas en SCI (Science Citation Index), por cada 100.000 habitantes.	RICYT.
<b>PI2</b>	Coeficiente de invención.	Se define como la relación entre el total de patentes solicitadas por residentes y la población total.	RICYT.
<b>PI3</b>	Tasa de autosuficiencia.	Representa el coeficiente entre patentes solicitadas por residentes y el total de patentes solicitados. Este indicador crece en la medida en que la participación de las patentes solicitadas por residentes es mayor.	RICYT.
<b>PI4</b>	Patentes otorgadas por cada 10.000 habitantes.	Corresponde al número total de patentes otorgadas a residentes y no residentes, por cada 100.000 habitantes.	RICYT, BM.

<b>PI5</b>	Publicaciones en PASCAL por cada 100.000 habitantes.	Corresponde al número de publicaciones realizadas en PASCAL, por cada 100.000 habitantes.	RICYT.
------------	--	---	--------

**Fuente:** Banco Mundial (BM) y RYCIT (2016).

**Elaboración:** Propia.

Además, cabe aclarar que la falta de datos para algunos países hizo que no se los incluyese en esta investigación. En la Tabla 6, se muestran todos los países para los cuales se obtuvo la suficiente información para realizar el análisis.

**Tabla 6.- Países analizados**

<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>País</b>	<b>Código</b>
Argentina	ARG	Jamaica	JAM
Bolivia	BOL	México	MEX
Brasil	BRA	Nicaragua	NIC
Chile	CHL	Panamá	PAN
Colombia	COL	Perú	PER
Costa Rica	CRI	Paraguay	PRY
Cuba	CUB	El Salvador	SLV
Ecuador	ECU	Uruguay	URY
Guatemala	GTM	Venezuela	VEN
Honduras	HND	América Latina y el Caribe	LCN

**Elaboración:** Propia.

A continuación, se describen todas las etapas de análisis y tratamiento de datos para llegar a Índice de Innovación Latinoamericano para el año 2013.

#### **4.1.1. PRUEBAS DE NORMALIDAD**

Una de las distribuciones teóricas más usadas y mejor estudiadas debido a la cantidad de fenómenos que explica, es la distribución normal también conocida como la distribución gaussiana o campana de Gauss. Además de esto, muchos de los procesos estadísticos usados en la actualidad, asumen que los datos observados conservan la normalidad. Según DeGroot (1988), la distribución normal se caracteriza por tener única moda, que coincide con la media y la mediana, además, es asintótica en el eje de las abscisas, por lo cual cualesquier



valor en el intervalo  $]-\infty, \infty+[$  es teóricamente posible. Finalmente, el área bajo la curva normal siempre es igual a 1 (Pértegas & Pita, 2001).

Por todo lo antes expuesto, se contrastará la normalidad de los datos a través de pruebas no paramétricas puesto que en este trabajo se usa variables continuas que en su mayoría se presume no sigue una distribución normal, donde al aplicar pruebas paramétricas existe la probabilidad de encontrar resultados con validez dudosa. En el caso de que no se pueda aceptar la hipótesis de normalidad, se realizará la normalización de los datos. Los criterios que se tomaron en cuenta son explicados a continuación:

#### 4.1.1.1. Prueba de Anderson – Darling

Esta prueba considera la hipótesis nula  $H_0: F_x = F_0$ , donde  $F_0$  es alguna distribución conocida, que en nuestro caso es la normal. Es decir,  $H_0$  es que la variable estudiada sigue una distribución normal  $(\mu, \sigma^2)$ . La  $H_0$  se rechaza si el estadístico de Anderson – Darling ( $AD$ ) es mayor que el valor crítico  $c_{1-\alpha} = A^2(H_0 > A^2)$ , mismo que no es más que el percentil  $100*(1 - \alpha)\%$  de la distribución de  $AD$  bajo  $H_0$ . Cabe aclarar que  $H_0$  también se rechaza cuando  $\alpha$  (0,05) es mayor que el p-valor ( $\alpha > p\text{-valor}$ ).

Los estadísticos de contraste  $AD$  y  $A^2$  son los siguientes:

$$A^2 = -n - AD \quad [3]$$

$$AD = -n - \sum_{i=1}^n \frac{(2i - 1)}{n} * [\ln F(x_{(i)}) + \ln (1 - F(x_{(n+1-i)}))] \quad [4]$$

Donde  $n$  es el número de observaciones,  $F(x)$  es la distribución de probabilidades acumulada normal con media y varianza especificadas a partir de la muestra, y,  $x_{(i)}$  son los datos obtenidos en la muestra, ordenados de menor a mayor (Universidad Autónoma de México, 2006).

Vale mencionar que en la práctica, la prueba de Anderson – Darling es usada cuando se quiere probar o contrastar una familia de distribuciones, donde se deben estimar los parámetros de la familia, los cuales deben ser considerados en el ajuste de la prueba estadística y sus valores críticos. A pesar de esto, cuando esta prueba es utilizada como contraste de normalidad, es una de las herramientas estadísticas más potentes utilizadas, pues detecta la mayoría de las desviaciones de la distribución normal.

#### 4.1.1.2. Prueba de Kolmogorov – Smirnov

Según Delicado (2008), este contraste trabaja con la misma hipótesis nula que la prueba de Anderson-Darling, donde  $H_0: F_x = F_0$ , donde de igual manera  $F_0$  es la distribución normal. En este caso el estadístico de contraste de Kolmogorov-Smirnov (KS) es el siguiente:

$$KS = \sup_{1 \leq i \leq n} |F_n(x_i) - F_0(x_i)| \quad [5]$$

$$D_\alpha = \frac{c_\alpha}{k(n)} \quad [6]$$

$$k(n) = \sqrt{n} - 0,01 + \frac{0,85}{\sqrt{n}} \quad [7]$$

Donde  $x_i$  es el  $i$ -ésimo valor observado de la muestra ordenados de menor a mayor.  $F_n(x_i)$  es un estimador de probabilidad de observar valores menores o iguales a  $x_i$  y  $F_0(x_i)$  representa la probabilidad de observar valores menores o iguales a  $x_i$  en el caso de aceptarse  $H_0$ . La fórmula [7] sólo sirve para el caso de la distribución normal, ya que si se quiere probar con otras distribuciones, se debe elegir su correspondiente  $k(n)$ .

Es así que, el valor de  $KS$  depende de los valores de  $F_n(x_i)$  y  $F_0(x_i)$ , por esto, el criterio de rechazo de  $H_0$  se da cuando  $KS > D_\alpha$ , por lo contrario si  $KS \leq D_\alpha$  se

acepta  $H_0$ . Además,  $H_0$  también es rechazada cuando  $\alpha$  es mayor que el p-valor ( $\alpha > p\text{-valor}$ ).

Es importante decir que la prueba *KS* exige que los parámetros de la distribución a probar sean previamente especificados, por lo que son estimados en base a la muestra. En el caso de la distribución normal los parámetros a estimar son la media y la desviación estándar de la muestra. Al usar valores estimados en la prueba, existe la probabilidad de disminuir su capacidad para detectar desviaciones en base a la distribución de contraste. Aun así, la prueba *KS*, es bastante utilizada en el análisis de muestras grandes, no obstante una ventaja es que puede ser aplicada independientemente del número de observaciones.

Además de las dos pruebas de normalidad antes descritas, también se tomó en cuenta el contraste de normalidad de Ryan – Joiner, el cual utiliza las correlaciones entre los datos. Si el estadístico de contraste de Ryan – Joiner (*RJ*) es estadísticamente cercano a 1, entonces se acepta  $H_0$ . La prueba de Ryan – Joiner es una modificación de la prueba de Kolmogorov – Smirnov, que le da más peso a las colas de la distribución a contrastar.

**Tabla 7.-** Pruebas de normalidad

Variable	Anderson-Darling			Ryan-Joiner			Kolmogorov-Smirnov			Normalidad FINAL
	p-valor	AD	Normal	p-valor	RJ	Normal	p-valor	KS	Normal	
RH1	0,021	0,872	NO	0,033	0,941	NO	0,034	0,206	NO	NO
RH2	0,024	0,847	NO	<0,01	0,918	NO	0,051	0,192	SI	NO
RH3	0,224	0,468	SI	>0,1	0,978	SI	0,14	0,15	SI	SI
RH4	<0,005	1,586	NO	<0,01	0,846	NO	0,032	0,208	NO	NO
RH5	0,789	0,226	SI	>0,1	0,989	SI	> 0,15	0,105	SI	SI
RE1	0,008	1,028	NO	<0,01	0,928	NO	0,149	0,167	SI	NO
RE2	<0,005	1,292	NO	<0,01	0,897	NO	0,013	0,221	NO	NO
RE3	0,022	0,859	NO	0,025	0,937	NO	<0,01	0,228	NO	NO
RE4	0,68	0,258	SI	>0,1	0,988	SI	> 0,15	0,143	SI	SI
RE5	0,006	1,091	NO	<0,01	0,873	NO	0,054	0,191	SI	NO
CT1	<0,005	2,592	NO	<0,01	0,765	NO	<0,01	0,266	NO	NO
CT2	<0,005	4,297	NO	<0,01	0,72	NO	<0,01	0,44	NO	NO
CT3	0,008	1,027	NO	0,015	0,932	NO	0,081	0,182	SI	NO
CT4	0,019	0,888	NO	0,05	0,95	NO	0,025	0,214	NO	NO
CT5	0,365	0,382	SI	>0,1	0,979	SI	0,146	0,15	SI	SI
PI1	<0,005	1,267	NO	<0,01	0,908	NO	0,03	0,21	NO	NO
PI2	<0,005	1,703	NO	<0,01	0,849	NO	<0,01	0,258	NO	NO
PI3	0,182	0,502	SI	>0,1	0,968	SI	0,15	0,153	SI	SI
PI4	<0,005	1,406	NO	<0,01	0,895	NO	<0,01	0,226	NO	NO
PI5	0,006	1,068	NO	0,018	0,933	NO	0,086	0,181	SI	NO

**Elaboración:** Propia.

En la Tabla 7 se puede observar los valores de los estadísticos de contraste para las variables de estudio. Como se puede observar en la Tabla 7, para la mayoría las variables se rechaza la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal, por lo que se hace necesario aplicar procesos de normalización.

#### 4.1.2. NORMALIZACIÓN DE VARIABLES

Existen varios métodos que sirven de herramienta para la normalización de los datos. Sin embargo, entre los procedimientos más usados, ya sea por su fácil aplicación o por el efecto que generan, se encuentra el método propuesto por George Box y David Cox (Transformación de Box-Cox) y el Sistema de Familias de Distribuciones de Johnson.

En esta investigación se transforma los datos a través del método de Box-Cox, no obstante, si este proceso no funciona o es insuficiente, se pasa a utilizar el Sistema de Familias de Distribuciones de Johnson.

Antes de explicar la transformación de datos con los métodos antes mencionados, se resume brevemente cada proceso de normalización utilizado.

##### 4.1.2.1. Transformación de Box-Cox

Según Peña & Peña (1986), este método propone una familia de funciones de potencia para la variable independiente ( $y$ ), con el propósito de garantizar los supuestos de un modelo lineal  $Y \sim N(X\beta, \sigma^2 I)$ . La transformación de Box-Cox está dada por la siguiente fórmula:

$$y(\lambda) = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} ; \lambda \neq 0 \\ \ln(y) ; \lambda = 0 \end{cases} \quad [8]$$

La dificultad que presenta el proceso de Box-Cox radica en la estimación del parámetro  $\lambda$ , mismo que en la práctica es optimizado a través del algoritmo de Gauss-Newton, de acuerdo al siguiente esquema iterativo:

$$\hat{\lambda}_n = \hat{\lambda}_{n-1} + \left( \sum x_i^2 * (\hat{\lambda}_{n-1}) \right)^{-1} * \sum x_i * e_i * (\hat{\lambda}_{n-1}) \quad [9]$$

Cabe mencionar, que la estimación del  $\lambda$  óptimo fue realizado a través del programa estadístico Minitab 17, tal como se mostrará más adelante.

#### 4.1.2.2. Transformación de Johnson

Para Lagos & Vargas (2003), este método consiste en determinar la distribución (dentro de la Familia de Distribuciones de Johnson) a la que pertenecen los datos de una variable, con el objetivo de aplicar las respectivas transformaciones con el uso de las mismas, que logre normalizar un determinado conjunto de datos. Johnson en el año 1949 define tres familias de distribuciones para una variable aleatoria continua  $X$  así:  $S_B$ , se refiere a  $X$  acotada;  $S_L$ , se refiere a  $X$  acotada por debajo o log-normal; y,  $S_U$ , Se refiere a  $X$  no acotada.

De acuerdo con la metodología de Johnson, para ajustar los datos que no sigan una distribución normal, es necesario determinar la pertenencia de cada conjunto de datos a una determinada familia de distribuciones ( $S_B$ ,  $S_L$  o  $S_U$ ), ya que cada una de ellas está asociada a una transformación normal estándar  $Z$ .

A continuación, Chou, Polansky & Mason citados por Lagos & Vargas (2003), definen las correspondientes transformaciones para cada una de las familias de distribuciones de Johnson.

**Para la familia S<sub>B</sub>.**

$$S_B: Z = \gamma + \eta * \ln \left( \frac{X - \epsilon}{\lambda + \epsilon - X} \right) \quad [10]$$

Donde los parámetros  $\eta, \lambda > 0, -\infty < \gamma < +\infty, -\infty < \epsilon < +\infty$ , y donde la variable  $X$  debe cumplir que  $\epsilon < X < \epsilon + \lambda$ .

**Para la familia S<sub>L</sub>.**

$$S_L: Z = \gamma + \eta * \ln (X - \epsilon) \quad [11]$$

Donde los parámetros  $\eta > 0, -\infty < \gamma < +\infty, -\infty < \epsilon < +\infty$ , y donde la variable  $X$  debe cumplir que  $X > \epsilon$ .

**Para la familia S<sub>U</sub>.**

$$S_U: Z = \gamma + \eta * \operatorname{arcsenh} \left( \frac{X - \epsilon}{\lambda} \right) \quad [12]$$

Donde los parámetros  $\eta, \lambda > 0, -\infty < \gamma < +\infty, -\infty < \epsilon < +\infty$ , y donde la variable  $X$  debe cumplir que  $-\infty < X < +\infty$ .

Cabe aclarar que, al igual que la transformación de Box-Cox, la estimación de la Familia de Distribuciones de Johnson es ejecutada a través del software Minitab 17.

Una vez que se aplica los procedimientos de normalización antes explicados en los casos que se requiera, a las variables en estudio, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 8).

**Tabla 8.-** Pruebas de normalidad a las variables transformadas.

Variable	Transformador	Anderson-Darling			Ryan-Joiner			Kolmogorov-Smirnov			Normalidad FINAL
		p-valor	AD	Normal	p-valor	RJ	Normal	p-valor	KS	Normal	
RH1	Johnson	0,831	0,21	SI	> 0,1	0,989	SI	> 0,15	0,107	SI	SI
RH2	Johnson	0,495	0,33	SI	> 0,1	0,979	SI	> 0,15	0,121	SI	SI
RH3	NO	0,224	0,468	SI	> 0,1	0,978	SI	0,14	0,15	SI	SI
RH4	Johnson	0,682	0,26	SI	> 0,1	0,984	SI	> 0,15	0,111	SI	SI
RH5	NO	0,789	0,23	SI	> 0,1	0,989	SI	> 0,15	0,105	SI	SI
RE1	Box-Cox	0,747	0,24	SI	> 0,1	0,986	SI	> 0,15	0,102	SI	SI
RE2	Box-Cox	0,439	0,35	SI	> 0,1	0,983	SI	> 0,15	0,111	SI	SI
RE3	Johnson	0,425	0,36	SI	> 0,1	0,981	SI	> 0,15	0,164	SI	SI
RE4	NO	0,68	0,26	SI	> 0,1	0,988	SI	> 0,15	0,143	SI	SI
RE5	Box-Cox	0,578	0,29	SI	> 0,1	0,98	SI	> 0,15	0,122	SI	SI
CT1	Johnson	0,122	0,568	SI	> 0,1	0,965	SI	> 0,15	0,159	SI	SI
CT2	Johnson	0,345	0,39	SI	> 0,1	0,98	SI	> 0,15	0,122	SI	SI
CT3	Johnson	0,966	0,14	SI	> 0,1	0,992	SI	> 0,15	0,069	SI	SI
CT4	Johnson	0,818	0,217	SI	> 0,1	0,99	SI	> 0,15	0,124	SI	SI
CT5	NO	0,365	0,382	SI	> 0,1	0,979	SI	0,146	0,15	SI	SI
PI1	Johnson	0,726	0,25	SI	> 0,1	0,988	SI	> 0,15	0,118	SI	SI
PI2	Johnson	0,907	0,18	SI	> 0,1	0,992	SI	> 0,15	0,087	SI	SI
PI3	NO	0,182	0,502	SI	> 0,1	0,968	SI	0,15	0,153	SI	SI
PI4	Johnson	0,983	0,12	SI	> 0,1	0,996	SI	> 0,15	0,086	SI	SI
PI5	Johnson	0,985	0,12	SI	> 0,1	0,996	SI	> 0,15	0,097	SI	SI

**Elaboración:** Propia.

En la Tabla 8, se puede apreciar la transformación que se usa, los contrastes de normalidad, y la conclusión final de normalidad. Cabe aclarar que la estimación de los parámetros de cada método de normalización usado, así como un resumen de los principales datos estadísticos de las variables transformadas y no transformadas, son explicados con más detalle en el Anexo 1 y Anexo 2.

#### 4.1.3. TRUNCAMIENTO DE DATOS

Como ya se estudió, cada variable proviene del cálculo diferente de ratios independientes. Por esta razón, algunas de ellas están expresadas en porcentajes, miles, etc., lo cual hace que la comparación entre las mismas no sea muy clara, pues, no se puede comparar porcentajes con miles de dólares. Aunque, al normalizar los datos se elimina el problema de unidades, no obstante, la escala de los datos de cada variable es diferente.

Para solucionar este problema, en esta investigación se hace una transformación de tal forma que los datos de cada variable se encuentren en el intervalo de [0,1], proceso también conocido como Normalización por Truncamiento, con lo cual,

cada dato se puede comparar con otros, independientemente de la variable que provenga.

En la primera fase de la transformación antes mencionada, se debe identificar el valor mínimo y máximo de los datos normalizados de cada variable. En la Tabla 9, se puede observar los países que obtienen el dato de mayor y el menor valor dentro de cada variable.

**Tabla 9.-** Países con los puntajes máximos y mínimos.

<b>Inputs (Recursos)</b>										
	<b>RH1</b>	<b>RH2</b>	<b>RH3</b>	<b>RH4</b>	<b>RH5</b>	<b>RE1</b>	<b>RE2</b>	<b>RE3</b>	<b>RE4</b>	<b>RE5</b>
<b>Mínimo</b>	VEN	BOL	GTM	GTM	NIC	URY	URY	PER	NIC	GTM
<b>Máximo</b>	BRA	CRI	CRI	ARG	COL	VEN	BRA	CUB	CHL	CUB

<b>Outputs (Resultados)</b>										
	<b>CT1</b>	<b>CT2</b>	<b>CT3</b>	<b>CT4</b>	<b>CT5</b>	<b>PI1</b>	<b>PI2</b>	<b>PI3</b>	<b>PI4</b>	<b>PI5</b>
<b>Mínimo</b>	CUB	VEN	CUB	JAM	BOL	SLV	NIC	NIC	BOL	HND
<b>Máximo</b>	PAN	CRI	BRA	VEN	JAM	CHL	BRA	BRA	PAN	CHL

**Elaboración:** Propia.

Según European Innovation Union Scoreboard (2012), una vez se identifique los valores extremos, la transformación de datos se realiza de la siguiente manera:

$$\hat{X}_r = \frac{\tilde{X}_r - \min(\forall_r \tilde{X}_r)}{\max(\forall_r \tilde{X}_r) - \min(\forall_r \tilde{X}_r)} \quad [13]$$

Donde  $\tilde{X}_r$  es el dato normalizado del país r.

Una vez se aplique la formula [13], cada variable posee datos que varían con un valor mínimo de 0 y máximo de 1.



#### 4.1.4. CÁLCULO DE LOS SUBÍNDICES E ÍNDICE FINAL

Según European Innovation Union Scoreboard (2010), antes de proceder a calcular el índice final de innovación y emprendimiento, se considera necesario analizar los componentes que fueron utilizados para llegar al mismo. En otras palabras, se quiere tener una visión más clara de qué grupo de variables son la fortaleza o la debilidad en la innovación y emprendimiento de cada país, permitiendo hacer un análisis más profundo y concreto en este aspecto. Dicho esto, el Índice de Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ) es calculado de la siguiente manera:

$$Y = \sum_{i=1}^q (w_i * X_{RH_i}) + \sum_{i=1}^m (w_i * X_{RE_i}) + \sum_{i=1}^r (w_i * X_{CT_i}) + \sum_{i=1}^p (w_i * X_{PI_i}) \quad [14]$$

Donde  $w_i = 100/N$ ; con  $N$  igual al número de variables<sup>16</sup> y;  $q + m + r + p = N$

En otras palabras,  $Y$  se define como una combinación lineal convexa que relaciona las variables ( $X_i$ ), con cada peso de la misma ( $w_i$ ).

$$Y = w_1 * X_{RH1} + \dots + w_{RHq} * X_{RHq} + w_1 * X_{RE1} + \dots + w_{REm} * X_{REm} + w_1 * X_{CT1} + \dots + w_{CTr} * X_{CTr} + w_1 * X_{PI1} + \dots + w_{PIp} * X_{PIp} \quad [15]$$

Como las ponderaciones para todas las variables ( $w_i$ ) son las mismas, la expresión [15] se simplifica de esta manera:

$$Y = \frac{100}{N} * (X_{RH1} + \dots + X_{RHq} + X_{RE1} + \dots + X_{REm} + X_{CT1} + \dots + X_{CTr} + X_{PI1} + \dots + X_{PIp}) \quad [16]$$

Además, la expresión [14] muestra como el Índice Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ), se compone de cuatro grupos de variables descritas a lo largo de esta

---

<sup>16</sup> Al tomar  $w_i = 100/N$ , la ponderación o el peso de cada variable dentro del índice de innovación y emprendimiento es el mismo.

investigación que son: Capital Humano y Educación ( $Y_{RH}$ ), Recursos Económicos ( $Y_{RE}$ ), Ciencia Tecnología e Innovación ( $Y_{CT}$ ) y Propiedad Intelectual ( $Y_{PI}$ ), que a su vez se los puede agrupar en dos grandes grupos, distinguiendo los Inputs ( $Y_{Inputs}$ ) y Outputs ( $Y_{Outputs}$ ), con lo cual la expresión [14] se puede resumir de esta manera:

$$Y = Y_{RH} + Y_{RE} + Y_{CT} + Y_{PI} \quad [17] ; \quad Y = Y_{Inputs} + Y_{Outputs} \quad [18]$$

## 4.2. CLUSTERIZACIÓN

Para tener una mejor visión de los resultados calculados en el apartado antes descrito, la presente investigación realiza un análisis de conglomerados, con el objetivo de lograr identificar regiones o zonas dentro de Latinoamérica, que tengan una buena, moderada y deficiente generación de innovación y emprendimiento, con respecto a las variables escogidas en el estudio.

### 4.2.1. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

Antes de comenzar con el análisis de conglomerados, cabe mencionar que los datos deben seguir una distribución normal, dado que se desea dar un peso semejante a las variables con independencia de su variabilidad original. En nuestro caso, los datos ya fueron normalizados a través de los métodos de Box-Cox y Johnson. Adicionalmente, los datos deben estar estandarizados, para lo cual vamos a hacer uso de la siguiente fórmula:

$$\hat{X}_r = \frac{\tilde{X}_r - \mu}{\sigma} \quad [19]$$

Donde  $\tilde{X}_r$  son los datos de las variables que siguen una distribución normal,  $\mu$  es la media de y  $\sigma$  es la desviación estándar de  $\tilde{X}_r$ .

A continuación, se identifica el mejor método de clusterización para la representación de los datos de esta investigación.

#### 4.2.1.1. Métodos de Clusterización

Según Peña (2010), el análisis de clusters o conglomerados tiene por objeto el agrupar elementos en grupos homogéneos en función a sus similitudes, para este propósito, las técnicas o casos más usados son:

- **La partición de datos.** Se usa cuando se dispone de datos que se sospechan que son heterogéneos y a los que se desea dividir en un número de grupos prefijado, de manera de que cada elemento pertenezca a uno y sólo uno de los grupos. Además, se logra que todos los datos o elementos se encuentren clasificados y que cada clúster sea internamente homogéneo. Cabe aclarar que en esta técnica el principal recurso es la matriz de datos.
- **La construcción de jerarquías.** Con esta técnica se logra estructurar los elementos de un conjunto de forma jerárquica en base a su similitud, de manera que los niveles superiores contengan a los inferiores. De manera estricta, esta técnica no define grupos, sino la estructura de asociación en cadena que puede existir entre los elementos, donde la jerarquía construida permite realizar particiones en grupos. El principal recurso de esta técnica es la matriz de distancias o similitudes entre elementos.
- **La clasificación de variables.** Se usa cuando se tiene un número grande de variables, donde es esencial realizar un estudio exploratorio inicial para dividir las en grupos. Las variables pueden clasificarse en grupos o estructurarse en una jerarquía.

Por lo anterior expuesto y después de varios ensayos, el método que más se acopla a los datos de este trabajo de investigación es la construcción de jerarquías a través del enlace de Ward, pues la combinación de estas técnicas,

muestra una estratificación estadísticamente significativa en relación a todas las variables estudiadas. A continuación, se describen todos los pasos de la técnica elegida para el análisis.

#### 4.2.1.2. Método de Ward

Según Peña (2010), este método fue propuesto por Ward y Wishart, se diferencia de otros métodos jerárquicos como el Promedio, Centroide, Completo, McQuitty, etc., pues no parte del análisis de distancias, dado que estudia a los elementos directamente, definiendo una media global de la heterogeneidad de una agrupación de observaciones ( $W$ ) en los diferentes grupos. Donde  $W$  se define como la suma de las distancias euclídeas (Anexo 3) al cuadrado entre cada elemento y la media de su grupo así:

$$W = \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^{n_g} (x_{ig} - \bar{x}_g) * (x_{ig} - \bar{x}_g)' \quad [20]$$

Donde  $x_{ig}$  es el valor del elemento  $i$ , del grupo  $g$ ,  $\bar{x}_g$  es la media del grupo  $g$  y  $n_g$  es el número de elementos del grupo  $g$ .

La técnica consiste en suponer que cada dato forma un grupo, es decir  $g = n$ , donde  $W$  tendría el valor de 0. Enseguida, se unen los elementos que generen un incremento mínimo en  $W$ , tomando en cuenta la distancia euclídea, con lo que se consigue  $n-1$  grupos,  $n-2$  de un elemento y uno de dos elementos. A continuación, se repite el procedimiento con los grupos ya formados, tomando en cuenta las distancias más cercanas, con lo cual  $W$  crecerá lo menos posible, hasta llegar a obtener un único grupo.

Vale recalcar que, los valores de  $W$  van indicando el crecimiento del criterio al formar grupos, y pueden utilizarse para decidir cuantos clusters naturales contienen los datos. Finalmente, se puede demostrar que en cada etapa del proceso, los grupos que deben unirse para minimizar  $W$  son aquellos que:

$$\min \frac{n_a * n_b}{n_a + n_b} * (\bar{x}_a - \bar{x}_b) * (\bar{x}_a - \bar{x}_b) \quad [21]$$

Los cálculos y el proceso anteriormente mencionado, se puede observar a detalle en el Anexo 4.

Por otra parte, para tener una mejor visión de los grupos calculados en el análisis de conglomerados con el método de Ward, se hace uso del dendograma, que no es más que una representación gráfica del resultado del proceso de agrupamiento en forma de árbol. Además, una característica del dendograma es que si lo cortamos a un nivel de distancia predeterminado, se obtiene una clasificación del número de grupos existentes a ese nivel, así como el número de elementos que los forman (Peña, 2010).

#### 4.2.1.3. Significancia del Modelo de Agrupamiento a través del Análisis de Varianza (ANOVA)

Después de realizar el análisis de conglomerados, no tenemos la certeza estadística de que todas las variables sean significativas en relación a la clusterización construida, por lo cual, se hace necesario utilizar algún método con el objetivo de verificar este propósito, que en el caso de este trabajo de investigación es el Análisis de Varianza (ANOVA).

Según Vincés, Herrarte & Medina (2005), el modelo tradicional ANOVA se muestra en la siguiente expresión:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad [22]$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la variable i-ésima del nivel o grupo j.

$\mu$  = Es una constante e indica la respuesta media de todos los grupos o niveles.

$\tau_j$  = Es el efecto diferencial del nivel  $j$ , pues recoge la importancia de cada tratamiento. Dado que  $\tau_j$  son efectos diferenciales sobre  $\mu$ , tenemos que  $\sum \tau_j = 0$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Es un término de error considerado como variable aleatoria con distribución  $N \sim (0, \sigma^2)$ .

Además, si se considera  $\mu_j = \mu + \tau_j$ , la expresión [22] se reduce a:

$$Y_{ij} = \mu_j + \varepsilon_{ij} \quad [23]$$

Con esto, lo que se quiere probar es la hipótesis nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ , versus la hipótesis alternativa  $H_1: \text{Existe al menos un } \mu_j \neq \mu_k$ . En otras palabras, lo que se quiere comprobar es que la media entre los clusters encontrados sean iguales, con lo que se concluye que las variables con las que se realizó el agrupamiento, son significativas en relación a la clusterización.

### **4.3. MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO BASADO EN LA GENERACIÓN DE NIVEL TECNOLÓGICO**

Uno de los objetivos de esta investigación es proponer un modelo basado en premisas matemáticas que ayude en la estructuración y enfoque de la educación en el país en cuanto a la generación de I+D, y por ende, la creación de nivel tecnológico. En otras palabras, este trabajo plantea un modelo que evidencia la importancia del capital humano capacitado proveniente de un buen sistema educativo, y como este contribuye en la generación de nivel tecnológico. Lo cual puede ser tomado de base para futuras modificaciones en el enfoque del sistema educativo no solo de Ecuador si no a nivel latinoamericano.

Antes de continuar con la explicación del modelo, es importante conocer los siguientes conceptos:

**Bienes rivales.** Un bien es no rival cuando puede ser utilizado por muchos individuos al mismo tiempo, y que su utilización no afecta el uso de este bien por parte de otros sujetos. Por esto, un bien rival en cambio es el que no puede ser usado por más de un usuario a la vez, reduciendo la capacidad de ser usado por otros individuos.

**Bienes excluibles.** Adquieren esta propiedad cuando existe la posibilidad de impedir su utilización Romer (1990).<sup>17</sup>

Con esto, el punto de partida en este análisis es el estudio del modelo de crecimiento de Romer (1990), el cual se desarrolla bajo las siguientes premisas:

Los avances tecnológicos crean nuevos productos a través de la utilización de un número limitado de materias primas, con lo cual incentiva en la acumulación de capital. Los aspectos antes mencionados son los principales responsables del incremento de la productividad por hora trabajada. Es decir, el nivel tecnológico (**A**) depende de la capacidad para crear nuevos bienes y diseños. A partir de esta premisa se asume que, el crecimiento económico se basa principalmente en la acumulación de recursos no rivales y de bienes parcialmente excluibles.

Los avances tecnológicos son consecuencias de las acciones deliberadas e intencionales de los individuos de una sociedad, como respuesta a incentivos provenientes del mercado (esto no significa que todo el que contribuya en los avances tecnológicos se encuentra motivado por los incentivos del mercado). Cabe recordar que, la investigación básica sirve como fundamento para la investigación aplicada, por consiguiente, es la búsqueda de beneficios lo que transforma a la ciencia en un avance tecnológico. A partir de esta premisa se puede afirmar que, los avances tecnológicos son producto de las acciones individuales, con lo que se pretende adquirir beneficios que son parcialmente excluibles.

---

<sup>17</sup> Por tanto, la mayoría de bienes privados tienen la característica de ser rivales y excluibles, en cambio los bienes públicos no son ni rivales ni excluibles.

Los procesos de creación de nuevos productos no son equivalentes a la producción de bienes. Una vez que se crea un nuevo producto, este puede ser fabricado una y otra vez, lo cual es equivalente a incurrir en un costo fijo. Para la producción de productos es necesario combinar conocimientos, ideas y bienes no rivales, mismos que son generados a través del conocimiento, el cual a su vez está ligado a la calidad de capital humano que se encuentre desempeñando actividades de I+D. A partir de esta premisa se asume que, el uso de la tecnología es un bien no rival (Romer, 1990).

Adicionalmente, se debe aclarar que en el proceso de investigación intrínseco en la innovación, se crean nuevos diseños, los cuales tienen la característica de ser no rivales, pues pueden ser utilizados en donde uno lo requiera. En este sentido, hay que hacer la diferencia entre los tipos de bienes adquiridos en los procesos de I+D (diseños) y el capital humano utilizado en estos procedimientos, puesto que estos últimos poseen la característica única de crear valor agregado. Es así que, se hace el supuesto de que el capital humano es excluible.

En este contexto, al asumir que la tecnología, la investigación y el conocimiento sean bienes no rivales, sumado a la presunción que el capital humano es excluible, conduce a la utilización de funciones no convexas. Esto se hace necesario debido a que si un bien no rival es usado en el proceso de producción, el bien final no tendrá rendimientos constantes a escala, dado que la creación de bienes no rivales no tiene sentido. En otras palabras, si  $F(A, X)$  es una función de producción que depende de  $A$  (recursos no rivales) y  $X$  (recursos rivales), el proceso de producción está representado por:

$$F(A, \omega X) = \omega * F(A, X) \quad [24]$$

Dónde  $\omega$  es una constante que representa la cantidad de recursos no rivales que van a utilizarse dentro de la producción (Romer, 1990).



Finalmente, para reforzar el modelo se analiza las variables planteadas por Spolaore & Wacziarg (2013), lo cual sirve para responder la interrogante del porqué Latinoamérica posee sistemas educacionales tan parecidos y analiza los diferentes aspectos que han influido a lo largo de historia en cuanto a la generación de crecimiento económico e I+D en base al capital humano.



## CAPÍTULO 5.

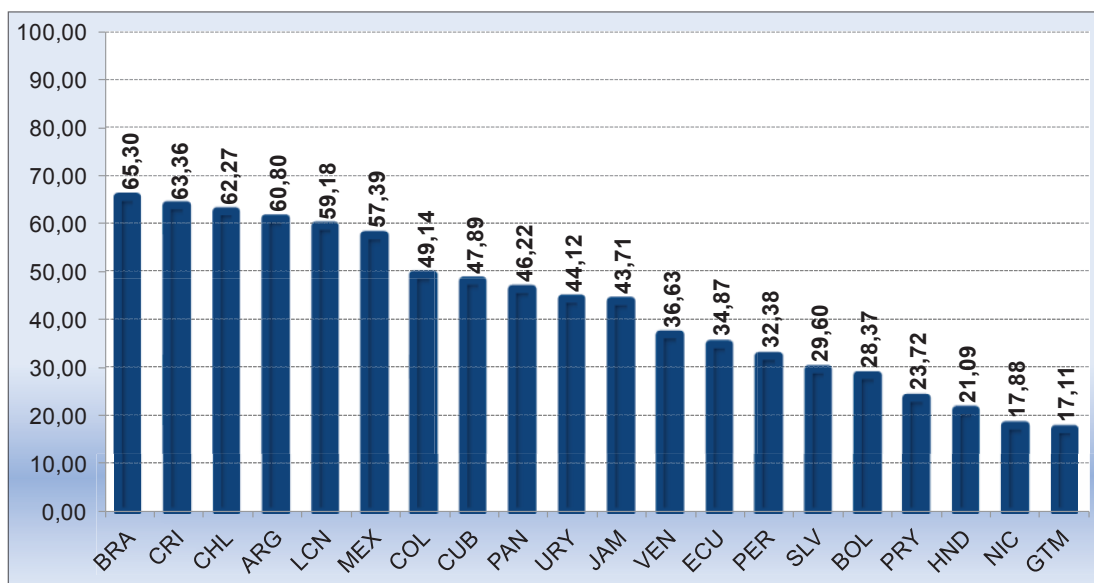
### ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos después de haber aplicado las técnicas metodológicas en cuanto al cálculo del índice de innovación y emprendimiento y sus respectivos subíndices. Además, se expone los principales resultados del análisis de clusters, y finalmente se plantea el modelo final de crecimiento económico en base a las premisas y conceptos detallados anteriormente.

#### 5.1. ÍNDICE DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

Una vez puesto en práctica la metodología descrita para el Índice de Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ), se obtiene como resultado los puntajes mostrados en la Figura 31.

**Figura 31.-** Índice de Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ) para el año 2013.



**Elaboración:** Propia.

Cabe recalcar que la escala de puntuación va de 0 a 100. En este contexto, es interesante analizar el score obtenido para la región latinoamericana y caribeña (59,18 puntos), valor que se encuentra por encima de la mayoría de los puntajes de los países estudiados, pero ¿a qué se debe este comportamiento?

Como se menciona a lo largo de este trabajo de investigación, países como Brasil, Chile, Costa Rica o México, acumulan la mayor parte de generación de innovación y emprendimiento, así como las variables intrínsecas en estos aspectos, lo que produce una distorsión en el promedio de la región. En otras palabras, el índice de innovación y emprendimiento para Latinoamérica y el Caribe está influenciado por el alto desempeño en actividades de I+D+I de las potencias latinoamericanas.

En el caso de Ecuador (34,87 puntos), se puede observar que su score es muy parecido al de sus vecinos como Perú (32,38 puntos) y Bolivia (28,37 puntos), no obstante, Colombia con 49,14 puntos, se ubica muy por encima del puntaje de nuestro país. Por otro lado, es importante mencionar que los tres países de menor desenvolvimiento en función al índice de innovación y emprendimiento como Guatemala (17,11 puntos), Nicaragua (17,88 puntos) y Honduras (21,09 puntos), se encuentran en la región centroamericana, lo cual evidenciaría problemas en esta zona en cuanto a la gestión de las actividades de innovación, emprendimiento y la creación de I+D.

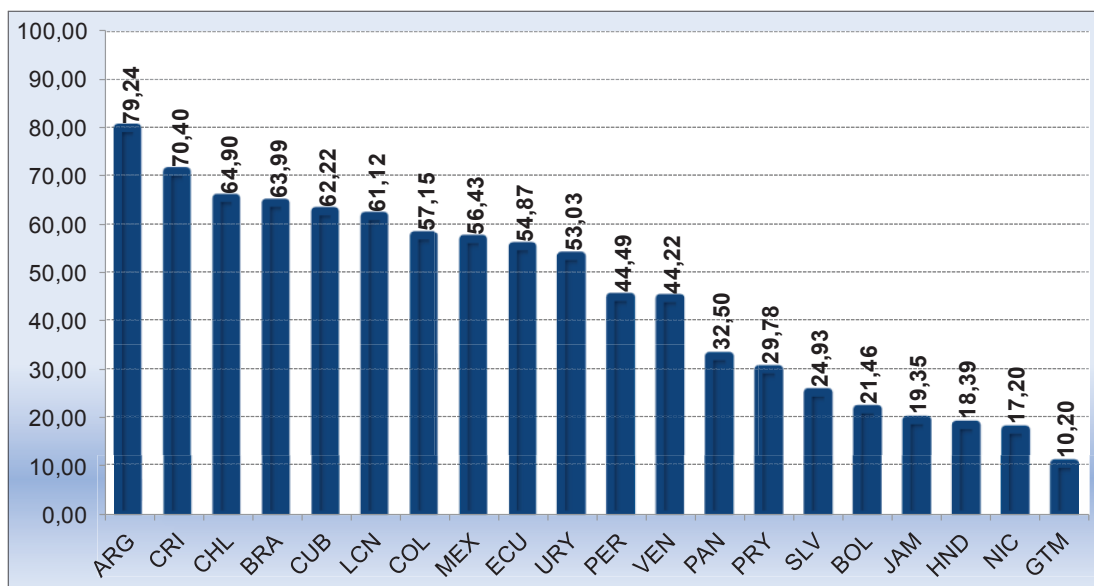
A continuación, se hace un análisis por cada categoría de variables, en las cuales intrínsecamente interactúan datos macro como microeconómicos. Esto, con el objetivo de visualizar e identificar cuáles son los principales aspectos que inciden en el score final del índice de innovación y emprendimiento, y el impacto que tienen dentro de la educación del Ecuador.

### 5.1.1. CAPITAL HUMANO Y EDUCACIÓN

En la Figura 32, se observa los puntajes obtenidos para el subíndice de innovación y emprendimiento en relación a las variables de Capital Humano y Educación ( $Y_{RH}$ ). En relación a los datos analizados, las potencias latinoamericanas mantienen su liderazgo en cuanto a este aspecto, sin embargo, cabe destacar el desenvolvimiento de Cuba, país que presenta scores similares a Chile, Brasil, Argentina o México.

De alguna manera, la situación de Chile, Brasil, Argentina y México está ratificada en que algunos de estos países poseen las mejores y más prestigiosas instituciones de educación superior de la región, además de un buen manejo de su sistema educativo. El caso de Cuba es especial, puesto que su condición política y económica le ha permitido desarrollar importantes avances en lo que a personal calificado y educación se refiere, sin depender de contribuciones o aportes provenientes del exterior.

**Figura 32.-** Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Capital Humano y Educación ( $Y_{RH}$ ).



**Elaboración:** Propia.

Países como Guatemala, Nicaragua y Honduras evidencian un escaso desempeño en cuanto a personal calificado, investigadores y nivel educativo en general. Jamaica se suma a los países antes mencionados, donde uno de los principales problemas que estaría incidiendo en el desempeño de la innovación y el emprendimiento en este país es la falta de personal calificado e instituciones educativas de calidad.

El Ecuador por su parte, registra un puntaje de 54,87, donde se evidencian los esfuerzos de los últimos años en cuanto a mejoras en los sistemas educativos, principalmente en el superior. Sumado a esto, la mayor oportunidad de acceder a un programa de maestría o doctorado a través de becas gubernamentales, y la mayor presión del gobierno en cuanto a acreditaciones de las instituciones educativas desarrolladas en los últimos años, mostrarán importantes avances a mediano plazo, lo que permitirá tener un score mayor en este ámbito en los próximos años.

Por otra parte, como el objetivo de este trabajo es calificar el nivel de educación de Latinoamérica, se hizo uso de las variables usadas en la categoría de Capital Humano y Educación (RH), para este propósito. A continuación en la Tabla 10, se expone las calificaciones calculadas para cada país.

**Tabla 10.-** Calificaciones del sistema educativo en Latinoamérica.

<b>Puesto</b>	<b>País</b>	<b>Código</b>	<b>Calificación</b>
<b>1</b>	Argentina	ARG	79,24
<b>2</b>	Costa Rica	CRI	70,40
<b>3</b>	Chile	CHL	64,90
<b>4</b>	Brasil	BRA	63,99
<b>5</b>	Cuba	CUB	62,22
<b>6</b>	Latinoamérica y el Caribe	LCN	61,12
<b>7</b>	Colombia	COL	57,15
<b>8</b>	México	MEX	56,43
<b>9</b>	Ecuador	ECU	54,87
<b>10</b>	Uruguay	URY	53,03
<b>11</b>	Perú	PER	44,49
<b>12</b>	Venezuela	VEN	44,22

<b>13</b>	Panamá	PAN	32,50
<b>14</b>	Paraguay	PRY	29,78
<b>15</b>	El Salvador	SLV	24,93
<b>16</b>	Bolivia	BOL	21,46
<b>17</b>	Jamaica	JAM	19,35
<b>18</b>	Honduras	HND	18,39
<b>19</b>	Nicaragua	NIC	17,20
<b>20</b>	Guatemala	GTM	10,20

**Elaboración:** Propia.

Como se expone en la Tabla 10, de acuerdo a las variables estudiadas, el Ecuador se encuentra en una posición media (puesto 9) en relación a los países analizados, principalmente por la tasa de inscripción escolar de nivel secundario y la tasa de finalización de educación primaria. Sin embargo, en cuanto a los indicadores de educación terciaria y personal dedicado a la generación de I+D, nuestro país sigue manteniendo niveles insuficientes en relación a las potencias de la región.

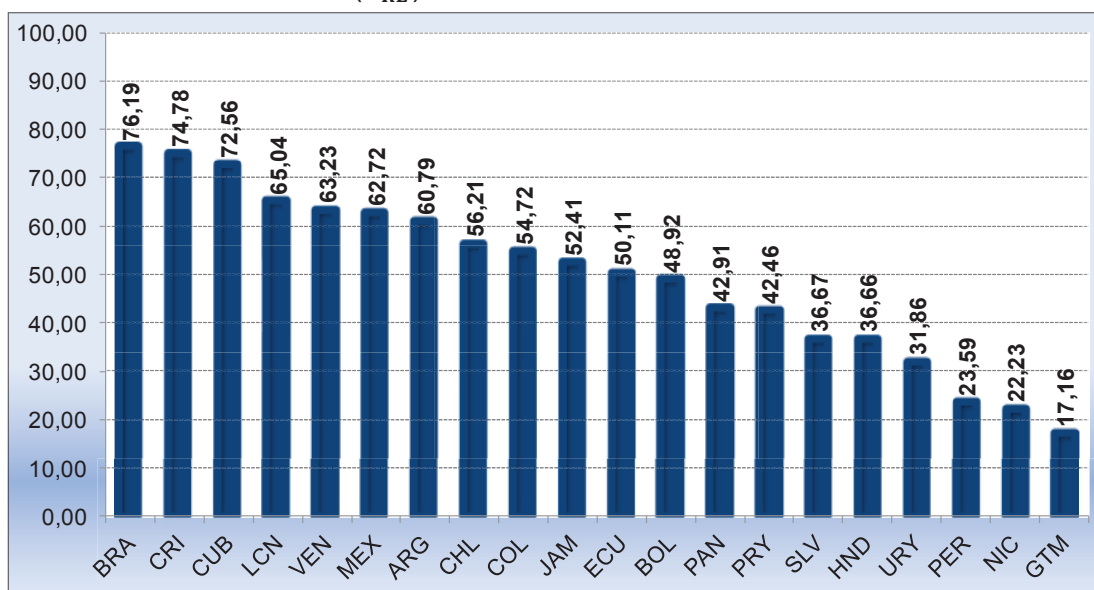
Es interesante analizar a México (puesto 8), ya que se esperaba lidere la lista de calificaciones, pues si bien posee una buena tasa de finalización de educación primaria, y un aceptable número de individuos con títulos de cuarto nivel, el capital humano dedicado a la investigación es bajo, así como su tasa de inscripción a la educación secundaria, lo cual le ha hecho bajar algunos escalones. Si se quiere mirar más a detalle el score o la calificación de cada variable o grupo de variables, esto se muestra en el Anexo 5.

### 5.1.2. RECURSOS ECONÓMICOS

La Figura 33, muestra los scores calculados para el subíndice de innovación y emprendimiento basado en las variables de Recursos Económicos ( $Y_{RE}$ ). Brasil, Costa Rica y Cuba son los países con el mejor desempeño en este ámbito, impulsado por el gasto destinado por sus gobiernos para actividades de Ciencia y Tecnología (ACT), en I+D y a financiamiento de la educación superior.

En el caso de Argentina y México, si bien presentan un score alto en comparación a los demás países de Latinoamérica, el gasto por alumno de educación terciaria en relación al PIB per-cápita es relativamente bajo, aspecto que deteriora el subíndice  $Y_{RE}$ . México por su parte, se vio afectado por su bajo gasto gubernamental canalizado a la educación en relación al PIB. Venezuela por otro lado, a pesar de la crisis económica que está atravesando, se ubica cerca al score de la región impulsado principalmente por su gasto en ACT.

**Figura 33.-** Índice de Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ) en relación a las variables de Recursos Económicos ( $Y_{RE}$ ).



**Elaboración:** Propia.

Ecuador en cambio, en los últimos años ha mostrado grandes avances en todos sus sistemas de educación, donde uno de los principales factores ha sido los mayores recursos destinados a este fin, principalmente en educación superior, que han permitido mejorar las instalaciones universitarias, brindar nuevos y mejores programas de educación, fortalecer la carrera docente a través de salarios basados en méritos, capacitaciones constantes, junto con becas para estudiantes en el extranjero, entre otros (Ministerio de Educación del Ecuador, 2015), lo cual se evidencia en el score de  $Y_{RE}$  para Ecuador.

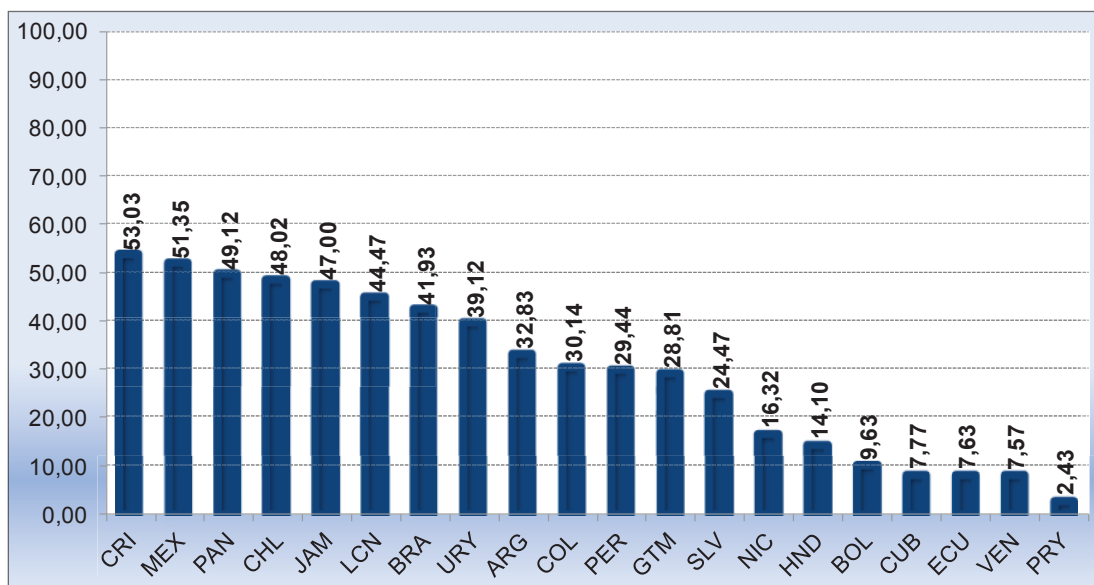


El gasto del Estado ecuatoriano en actividades de I+D, es otro factor que incide en el puntaje de Ecuador en cuanto a  $Y_{RE}$ , mismo que ha tenido una tendencia creciente en los últimos cinco años, llegando a su cúspide en el año 2013 según los datos más actuales del Banco Mundial (BM). Cabe mencionar que según el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC), el principal objetivo socioeconómico de la I+D es la producción de tecnología industrial, donde la disciplina científica de ciencias naturales y exactas mantiene su liderazgo en este aspecto, seguido de la ingeniería y la tecnología (INEC, 2015).

### 5.1.3. CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

En este apartado se analiza el subíndice de innovación y emprendimiento en base a las variables de Ciencia, Tecnología e Innovación ( $Y_{CT}$ ), mismo que se lo expone a continuación en la Figura 34.

**Figura 34.-** Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Ciencia, Tecnología e Innovación ( $Y_{CT}$ ).



**Elaboración:** Propia.

Las potencias latinoamericanas se mantienen con los puntajes más altos en cuanto al índice  $Y_{CT}$ . Costa Rica es líder, lo cual se debe a su gran nivel de

exportaciones de productos y servicios con altos componentes tecnológicos, principalmente de microprocesadores. Así mismo, países como Brasil, Argentina, Chile y México destacan por sus exportaciones de línea blanca, armas, vehículos, etc. Panamá por su parte, al ser una economía dolarizada con ventajas tributarias, es acreedor de una gran densidad de nuevas empresas. Cuba, por sus condiciones especiales de gobierno, se ve penalizada en este campo.

El país con el menor desempeño en este índice es Paraguay, a pesar de que sus políticas no tan rígidas a la hora de emprender un negocio, con una densidad de nuevos negocios aceptable, las exportaciones de bienes con alto valor agregado tecnológico y de servicios de la misma índole son escasas.

En el caso de Ecuador, el sector secundario y terciario dedicado a la generación de bienes o servicios de alta tecnología es insuficiente, en muchos casos no alcanza a satisfacer el mercado local. Los principales subsectores de TIC's en Ecuador, según el Ministerio de Comercio Exterior (2013) son: la generación de software, hardware, proveedores de internet y empresas de telecomunicaciones. La mayoría de los productos creados en estos subsectores son utilizados por los sectores estratégicos como el agroalimentario, petroquímico/minería, banca/negocios, farmacéutico/cosmético e higiene, construcción/ingeniería/transporte, turismo, medioambiente, mar, energía, automatización industrial y servicios públicos.

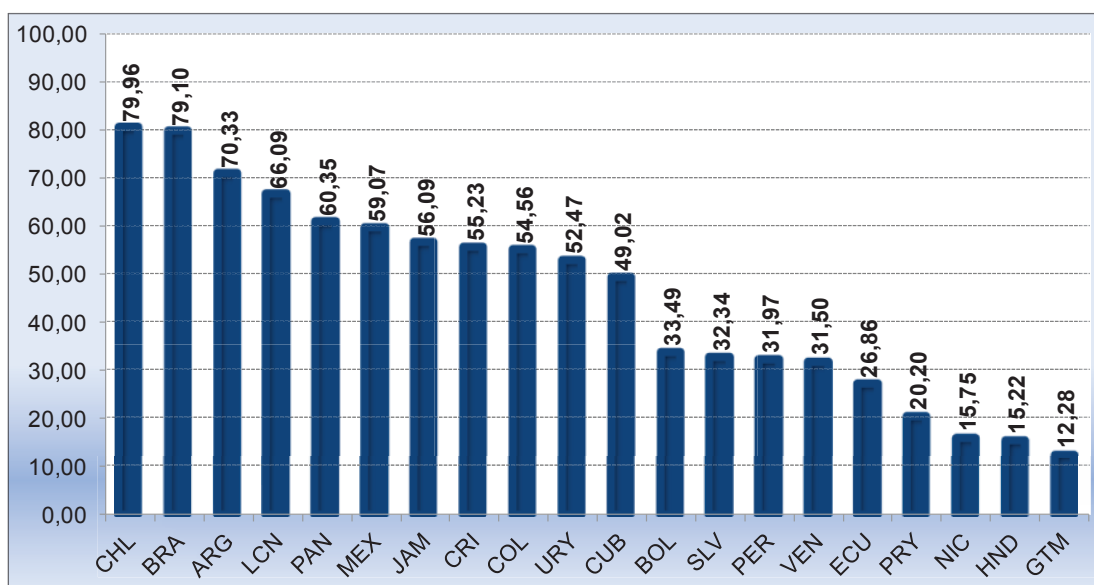
En este contexto, la influencia de la educación es fundamental, pues, como ya se vio anteriormente, es en los centros de educativos donde las habilidades del emprendedor son perfeccionadas, permitiendo que estos individuos busquen nuevas formas de combinar los factores de producción y con esto generar nuevas ideas para la creación de bienes y servicios de alta tecnología y mayor valor agregado.

#### 5.1.4. PROPIEDAD INTELECTUAL

En este apartado se analiza el subíndice de innovación y emprendimiento con respecto a las variables de Propiedad Intelectual ( $Y_{PI}$ ). Como se puede observar en la Figura 35, el país con el score más alto en este ámbito es Chile, producto de su alto nivel de publicaciones en las más prestigiosas bases de datos documentales de carácter científico como SCI y PASCAL. Por otra parte, Honduras, Guatemala y Nicaragua presentan deficiencias en este aspecto, lo que responde a bajas tasas de autosuficiencia y un débil coeficiente de invención.

Venezuela por su lado, muestra scores bajo los 50 puntos en todas las variables de estudio en  $Y_{PI}$ , provocado por bajos niveles de autosuficiencia y número de publicaciones científicas. Situación que se repite en Bolivia, Perú y El Salvador.

**Figura 35.-** Índice de Innovación y Emprendimiento ( $Y$ ) en relación a las variables de Propiedad Intelectual ( $Y_{PI}$ ).



**Elaboración:** Propia.

En el contexto ecuatoriano en cambio, el bajo coeficiente de invención y el pobre desempeño de la tasa de autosuficiencia, responde al reducido número de individuos residentes en el territorio nacional que solicitan patentes. Por otro lado,

las publicaciones en SCI y en PASCAL muestran una calificación aproximada a 40 (Anexo 5), lo cual demuestra que las publicaciones de documentos científicos por parte de los investigadores ecuatorianos o residentes en nuestro país son relativamente bajas en relación a la de algunos países de la región.

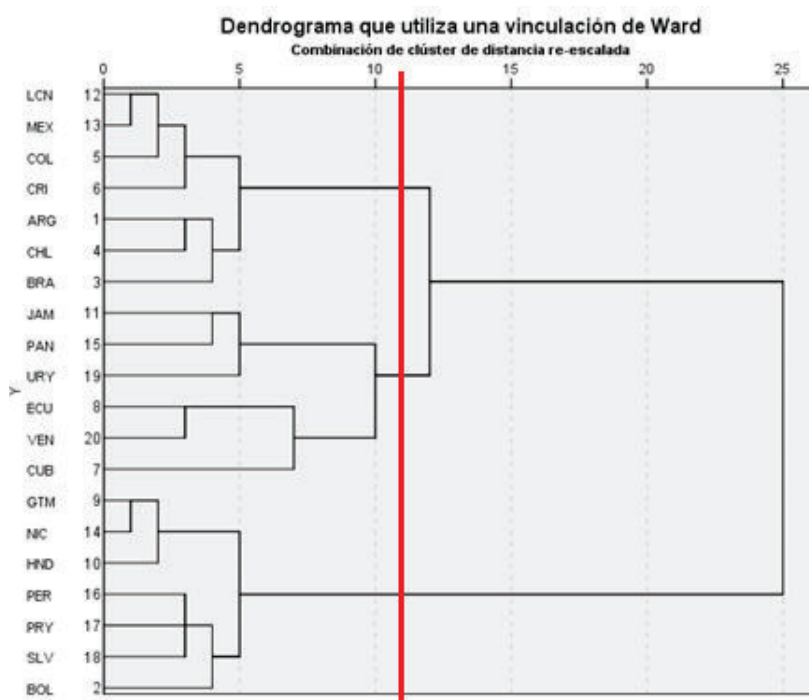
Si se relaciona lo antes expuesto con el sistema educativo ecuatoriano, se puede concluir que las instituciones universitarias en el país a pesar de los avances que han mostrado en los últimos años, aun presentan deficiencias en cuanto a las publicaciones científicas. Cabe acotar que como ya se mencionó en el transcurso de este trabajo de investigación, en la región latinoamericana, la principal fuente de publicaciones o artículos científicos son las universidades.

## **5.2. CLUSTERIZACIÓN**

El objetivo de este apartado, es identificar zonas dentro de Latinoamérica donde el emprendimiento y la innovación tengan un nivel de desarrollo alto, medio y bajo, con respecto a las variables cuantitativas descritas en el capítulo 4. Para lo cual, se hizo uso del método de Ward usando la distancia euclídea. En la Figura 36, se puede observar el dendograma obtenido una vez aplicada la técnica de clusterización descrita en la metodología.

Adicionalmente, la Figura 36 muestra que el valor de agrupamiento se vuelve más significativo a partir de la distancia 10, con lo cual se procede a trazar una línea imaginaria (línea roja) que se ubique por encima de la distancia antes mencionada. Al hacer esto, se observa que existen tres puntos de intersección entre el dendograma y el trazo imaginario, lo que se traduce en el número de conglomerados independientes a estudiar.

**Figura 36.-** Agrupamiento de los países latinoamericanos a través del método de Ward.



**Elaboración:** Propia.

En la Tabla 11, se expone los grupos encontrados mediante la técnica descrita, junto a sus correspondientes elementos.

**Tabla 11.-** Distribución de los países estudiados en los cluster encontrados.

Nro.	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1	Argentina (ARG)	Cuba (CUB)	Bolivia (BOL)
2	Chile (CHL)	Ecuador (ECU)	Perú (PER)
3	Brasil (BRA)	Venezuela (VEN)	Paraguay (PRY)
4	Colombia (COL)	Jamaica (JAM)	El Salvador (SLV)
5	México (MEX)	Panamá (PAN)	Guatemala (GTM)
6	Costa Rica (CRI)	Uruguay (URY)	Nicaragua (NIC)
7	Latinoamérica y el Caribe (LCN)	-	Honduras (HND)
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

**Elaboración:** Propia.

Una vez identificado el número de conglomerados, se desea analizar qué grupo de países muestra altos, medios y bajos niveles de innovación y emprendimiento.

Aunque se presume que el grupo 1 es de alta, el 2 de media y el 3 de bajo nivel de innovación y emprendimiento, el análisis de centroides permitirá analizar con más detalle los datos y brindar el sustento estadístico para determinar que cluster pertenece a cada nivel de innovación y emprendimiento (es importante recordar que se está trabajando con variables normalizadas, cuya normalización esta garantiza por las técnicas expuestas en el capítulo 4).

En la Tabla 12, se puede observar los valores multivariantes de los centros de cada conglomerado o más conocidos como centroides, que no son más que los puntos equidistantes de los objetos pertenecientes a un determinado cluster, en otras palabras, mientras más grande sea el valor del centroide, significa que los valores de la variable de los elementos de este conglomerado, son más altos en relación a los de las observaciones de los cluster restantes.

En nuestro caso, mientras más grande sea el valor del centroide de un determinado cluster, expresa que la variable de los países de este conglomerado, muestran valores más grandes en comparación a los demás grupos, por lo tanto, si un cluster acumula centroides altos, se lo etiquetaría como innovación y emprendimiento alto. Por otra parte, si un grupo reúne centroides con cifras bajas, será etiquetado con innovación y emprendimiento bajo.

**Tabla 12.-** Análisis de centroides de grupo.

Variable	Código	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Número de profesionales con el título de PhD en relación a la población entre 15 y 64 años por cada 10.000 habitantes.	RH1	0,79131	-0,559823	-0,31147
Número de títulos de tercer nivel por cada 100 habitantes.	RH2	0,75617	0,162227	-0,89522
Inscripción escolar de nivel secundario (% bruto).	RH3	0,8151	0,104585	-0,90475
Investigadores por cada 10.000 habitantes de la PEA.	RH4	0,8578	-0,046542	-0,81791
Tasa de finalización de educación primaria (% del grupo etario correspondiente)	RH5	0,43772	0,260148	-0,6607
Gasto en actividades de ciencia y tecnología (ACT) en relación al PIB con datos corrientes.	RE1	0,6588	0,058744	-0,70915
Gasto en I+D en relación al PIB con datos corrientes.	RE2	1,01616	-0,42791	-0,64938
Gasto por alumno a nivel terciario (% del PIB per-cápita).	RE3	-0,03198	0,404856	-0,31503

Usuarios con acceso a internet por cada 100 personas.	RE4	0,78686	0,197978	-0,95656
Gasto público en educación (% del PIB).	RE5	0,26772	0,323942	-0,54538
Densidad de nuevas empresas (registros nuevos por cada 1.000 personas entre 15 y 64 años).	CT1	0,46142	-0,059867	-0,41011
Exportaciones de productos de TIC (% de exportaciones de productos).	CT2	0,63782	-0,397255	-0,29731
Exportaciones de servicios de TIC (% exportaciones de servicios y balanza de pagos).	CT3	0,99457	-0,686441	-0,40619
Promedio del número de procedimientos iniciales para registrar una empresa	CT4	0,0674	-0,055385	-0,01993
Nivel Tecnológico (Productividad de los Factores de Producción).	CT5	0,49679	0,661165	-1,0635
Publicaciones en SCI por cada 100.000 habitantes.	PI1	0,83793	0,247991	-1,05049
Coefficiente de invención.	PI2	1,02419	-0,169197	-0,87917
Tasa de autosuficiencia.	PI3	0,65824	-0,142988	-0,53568
Patentes otorgadas por cada 10.000 habitantes.	PI4	0,77497	-0,044469	-0,73685
Publicaciones en PASCAL por cada 100.000 habitantes.	PI5	0,75106	0,307244	-1,01441

**Elaboración:** Propia.

Según la Tabla 12, en el Cluster 1 es donde se acumulan la mayoría de centroides con los valores más altos principalmente en las variables de Capital Humano y Propiedad Intelectual, junto a centroides con cifras medias en Recursos Económicos y Ciencia Tecnología, por lo que ahora se tiene un sustento estadístico para nombrar a este grupo como el que junta a los países con mayor nivel de innovación y emprendimiento.

Por otro lado, en el Cluster 3 se aglomeran los países con valores de centroides bajos especialmente en las variables de Capital Humano, Recursos Económicos y Propiedad Intelectual, argumento suficiente para clasificar a los países de este grupo como de innovación y emprendimiento baja. Finalmente, el Cluster 2 muestra cifras medias en cuanto a centroides, por lo cual se denomina a este grupo como de innovación y emprendimiento medio.

En la Tabla 13, se puede observar cada cluster con su respectiva etiqueta de acuerdo a su nivel de innovación y emprendimiento.

**Tabla 13.-** Distribución de los países estudiados en los cluster encontrados y por nivel de innovación y emprendimiento.

<b>Nro.</b>	<b>Cluster 1 (Innovación Alta)</b>	<b>Cluster 2 (Innovación Media)</b>	<b>Cluster 3 (Innovación Baja)</b>
<b>1</b>	Argentina (ARG)	Cuba (CUB)	Bolivia (BOL)
<b>2</b>	Chile (CHL)	Ecuador (ECU)	Perú (PER)
<b>3</b>	Brasil (BRA)	Venezuela (VEN)	Paraguay (PRY)
<b>4</b>	Colombia (COL)	Jamaica (JAM)	El Salvador (SLV)
<b>5</b>	México (MEX)	Panamá (PAN)	Guatemala (GTM)
<b>6</b>	Costa Rica (CRI)	Uruguay (URY)	Nicaragua (NIC)
<b>7</b>	Latinoamérica y el Caribe (LCN)	-	Honduras (HND)
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

**Elaboración:** Propia.

Cabe aclarar que, en el Cluster 1 se agrupa la región latinoamericana y el Caribe, debido a la influencia que tienen países como México, Chile y Brasil en cuanto a las variables tomadas en este estudio, lo cual distorsiona el promedio de la región ubicándola dentro del conglomerado de innovación y emprendimiento alto.

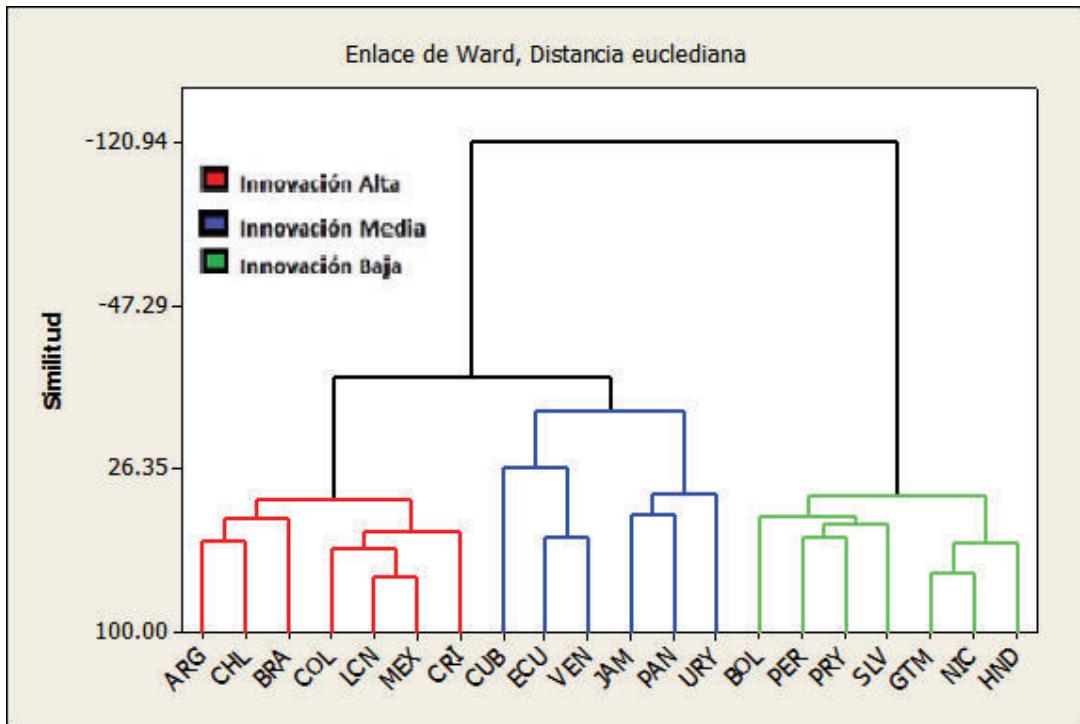
Después de identificar el número de clusters y las zonas de innovación y emprendimiento dentro de la región latinoamericana, se puede representar gráficamente todas estas ideas en forma gráfica a través del siguiente dendograma de la Figura 37.

Además, en la Figura 37 se puede analizar la similitud que existe entre los países de estudio. En el caso de México, se observa que es muy similar con el promedio de Latinoamérica y el Caribe. Comportamiento similar mostrado entre Nicaragua y Guatemala, países con estructuras económicas similares. Argentina y Chile también presentan niveles de similitud parecidos pero en menor medida que los países antes mencionados, al igual que Perú y Paraguay.

En el caso de Ecuador, el país más similar en cuanto a las variables estudiadas, es Venezuela, lo cual es lógico puesto que poseen parecidas formas de gobierno y de distribución de recursos, enfocadas en su mayoría a potenciar el sistema educativo y cambio de matriz productiva.



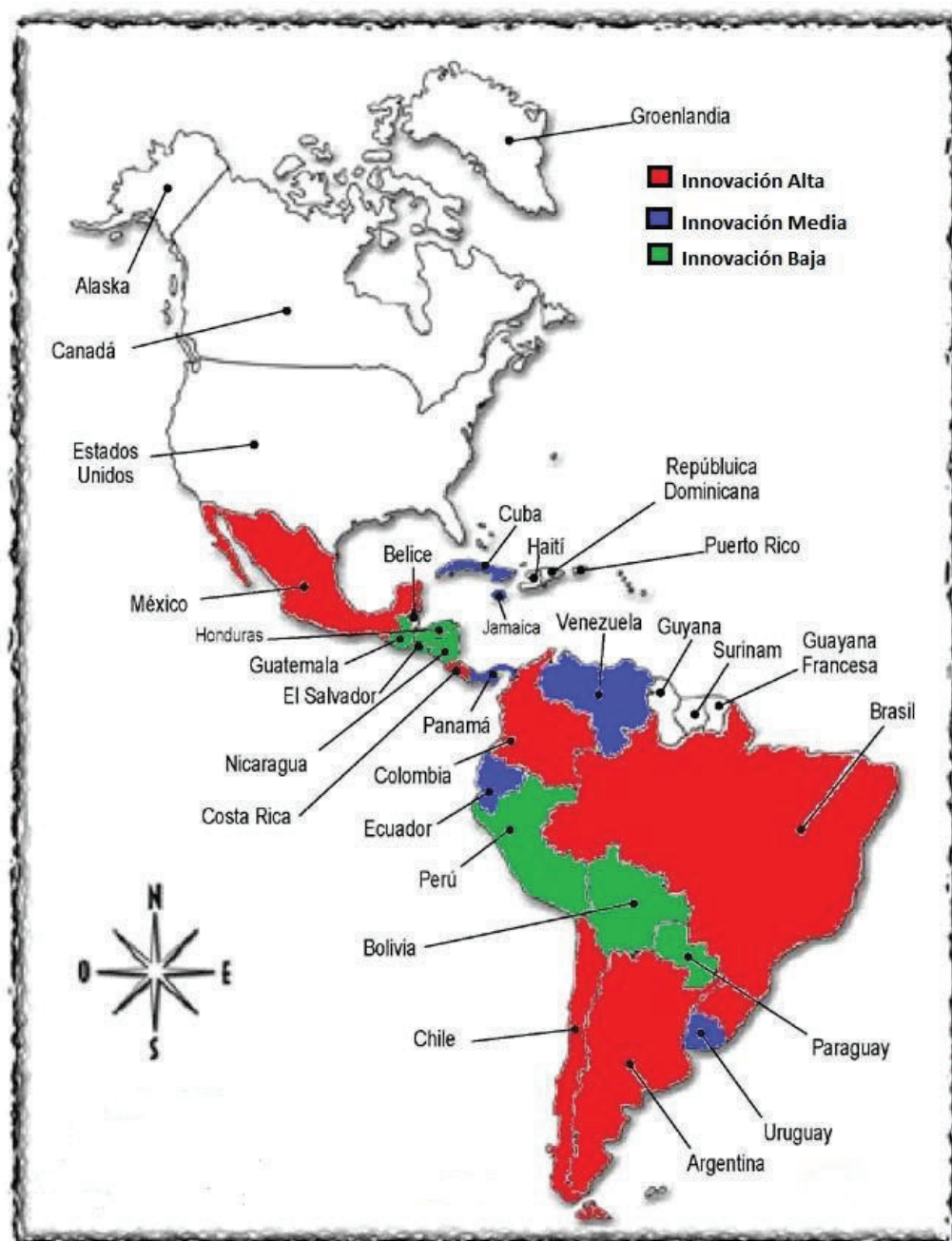
**Figura 37.-** Dendograma de agrupación en relación a los niveles de innovación y emprendimiento.



**Elaboración:** Propia.

La Figura 38 por su parte, muestra de mejor manera las zonas de innovación y emprendimiento en Latinoamérica, en relación a la clusterización realizada.

**Figura 38.-** Zonas dentro de Latinoamérica con altos, medios y bajos niveles de innovación y emprendimiento.

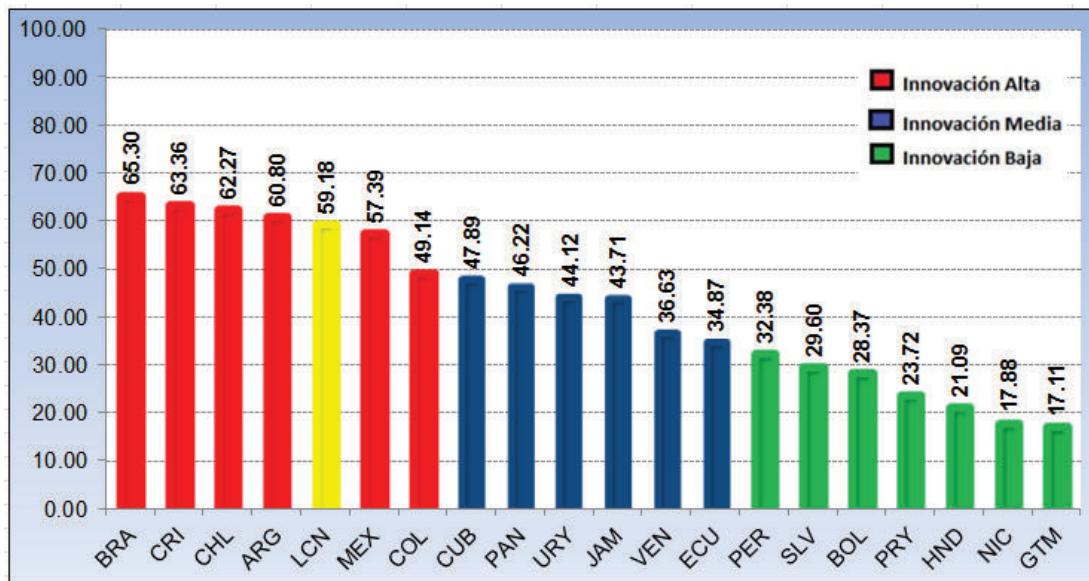


**Elaboración:** Propia.

Como se evidencia en la Figura 38, no es posible mencionar una zona específica en donde la innovación y el emprendimiento sea alta, media o baja, no obstante, en Centroamérica a excepción de Costa Rica y Panamá, esta zona se caracteriza

por ubicarse dentro del grupo de países con bajos niveles de innovación y emprendimiento, lo cual reflejaría problemas en cuanto a la buena gestión de este aspecto.

**Figura 39.-** Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) para el año 2013 en relación al modelo de agrupamiento.



**Elaboración:** Propia.

Finalmente, en la Figura 39 se muestra los cálculos del índice de innovación y emprendimiento (Y), tomando en cuenta los grupos obtenidos después de haber realizado el proceso de agrupamiento. Adicionalmente, en el Anexo 7 se expone el mismo análisis antes descrito, dividido en los sub-índices de innovación y emprendimiento.

### 5.2.1. SIGNIFICANCIA DEL MODELO DE AGRUPACIÓN

Como se menciona en el apartado metodológico de este trabajo, es necesario establecer si las variables de estudio (descritas en el capítulo 4) son estadísticamente significativas con respecto al modelo de clusterización obtenido. Para esto, se hizo uso del Análisis de Varianza (ANOVA). Vale aclarar que es

esencial que las variables a contrastar sigan una distribución normal, pues este es uno de los supuestos más importantes para que el ANOVA funcione.

Sabiendo esto, el objetivo es comprobar que la media entre los grupos encontrados (Cluster 1, 2 y 3) sean iguales ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ), versus la hipótesis alternativa  $H_1: \exists j \text{ tal que } \mu_j \neq \mu_k$ . Sabiendo esto, en el Anexo 6 se exponen los cálculos del modelo ANOVA, donde si se observa el valor de probabilidad o p-valor, este es menor que  $\alpha = 0,05$ , lo que se traduce en la aceptación de la hipótesis nula  $H_0$ , mostrando que todas las variables son estadísticamente significativas en relación al modelo de agrupamiento.

### **5.3. MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO BASADO EN LA GENERACIÓN DE NIVEL TECNOLÓGICO**

Las principales variables del modelo de Romer (1990) son: el capital (**K** medido a través de unidades de bienes de consumo), el trabajo (**L**, medido por el número de individuos), el capital humano (**H**, que mide el efecto acumulativo de la educación, la capacitación laboral y otros aspectos intrínsecos en la formación de los conocimientos de los individuos; es asumido como un bien rival) y el nivel tecnológico (**A**, medido por el número de diseños o proyectos generados y considerado un bien no rival).

Vale aclarar que en este trabajo se considera un modelo formal de economía con tres sectores económicos. El primero, de generación de I+D hace uso de los conocimientos existentes y de capital humano para la producción de nuevo conocimiento. Es decir, el sector I+D genera nuevos diseños que serán usadas en la elaboración de nuevos bienes. El sector intermedio utiliza los diseños creados en el primer sector junto a materias primas para la generación de bienes intermedios. Y, finalmente, el último sector hace uso del trabajo, capital humano y de un conjunto de bienes intermedios para la producción de los bienes finales, que pueden ser consumidos o guardados como nuevo capital.

Por otra parte, para que el modelo que se va a plantear funcione, debe estar sujeto a los siguientes supuestos: a) la población y la oferta laboral es constante en el tiempo; b) la disponibilidad de capital humano,  $H$ , y de trabajo,  $L$  son fijos, en otras palabras, las dotaciones de  $H$  y  $L$  son fijos; y, c) los bienes de capital son producidos en un sector separado en relación a los sectores que generan tecnología.

Con lo antes mencionado, una simple interpretación de la función de producción  $Y$  entendida<sup>18</sup> como una extensión de la función de producción de Cobb-Douglas es:

$$Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha * L^\beta * \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} \quad [25]$$

con  $\alpha, \beta \in (0,1)$

Donde  $H_Y$  es el capital humano dedicado a producir y  $x = \{x_i\}_{i=1}^{\infty}$ , expresado como una función discreta, es un conjunto finito que agrupa todos los bienes intermedios potenciales que ya han sido inventados o diseñados y que van a ser usados en el proceso de producción. Por otro lado, si  $x$  es considerada como una variable continua, la función de producción  $Y$  se comporta de la siguiente manera:

$$Y(H_Y, L, x) = H^\alpha * L^\beta * \int_0^\alpha x(i)^{1-\alpha-\beta} di \quad [26]$$

con  $\alpha, \beta \in (0,1)$

Una vez definida  $Y$ , cabe recordar que la industria de bienes intermedios (necesarios en la creación de bienes finales) necesita de proyectos, los cuales son generados en el sector de I+D. En consecuencia, su creación depende de un

---

<sup>18</sup> Vale aclarar que  $Y$  es una función homogénea de grado 1.

capital de trabajo específico dedicado a estas actividades ( $H_A$ ), los diseños ya inventados o cambios tecnológicos ( $A$ ) y un parámetro de productividad ( $\varphi$ ) así:<sup>19</sup>

$$\dot{A} = \varphi * H_A * A \quad [27]$$

Con esto, la expresión que define el total de capital humano es  $H = H_Y + H_A$ , pues es la suma del capital humano dedicado a la producción y el encargado exclusivamente de la generación de I+D (Romer, 1990).

Finalmente, se enriquece los modelos antes descritos con la utilización de las variables estudiadas por Spolaore & Wacziarg (2013), los cuales afirman que no solo los factores de producción y la generación de I+D influyen en el crecimiento económico. Según estos autores, los factores históricos (cultura, características biológicas y genéticas) y geográficos (ubicación y clima) propios de cada país o región poseen un grado muy alto de influencia en cuanto al desarrollo económico y la productividad.

Tomando en cuenta estos factores, el modelo de producción de bienes intermedios se expresaría de la siguiente manera:

$$\dot{A} = \varphi * H_A * A * E(b, c) \quad [28]$$

Donde  $E$  es una función que depende de los factores históricos ( $b$ ) y geográficos ( $c$ ) así:  $E(b, c)$ .<sup>20</sup>

Por lo antes mencionado, el problema de optimización radica en lo siguiente:

$$Max_{H_Y, L, x} Y = H_Y^\alpha * L^\beta * \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} \quad con \alpha, \beta \in (0,1) \quad [29]$$

---

<sup>19</sup> La demostración de este modelo de crecimiento va más allá de los objetivos de este trabajo de investigación.

<sup>20</sup> La demostración del modelo está fuera del alcance de este trabajo de investigación.

**Sujeto a las siguientes restricciones:**

$x_i = n_i * K$  , con  $n_i \in [0,1]$  que es una proporción de la cantidad de capital ( $K$ )

$$\sum_{i=1}^I x_i = n * K$$

$$\dot{A} = \varphi * H_A * A * E(b, c)$$

$$K = F(\dot{A})$$

$$H_y + H_A = H$$

$$H = \frac{\int_0^{\infty} h * L dh}{L}$$

Para dar solución al problema [29] es necesario definir las formas funcionales o, al menos, definir las propiedades matemáticas de estas funciones. En general, este tipo de problemas se estudia comprobando la existencia de los equilibrios y de las trayectorias de convergencia, donde la herramienta más utilizada es la gráfica, más conocida como diagrama de fases. Lo idóneo sería utilizar alguna técnica que permitiera estudiar todas las restricciones de forma simultánea, pues si se plantea un método de solución donde se analizan a cada restricción de manera individual, según Romer (1986, 1990) y Lucas (1988) esto daría lugar a una solución insuficiente al problema (el problema del planificador central). Adicionalmente, Scheinkman (1983) demuestra la necesidad de la condición de transversalidad para problemas discretos no cóncavos. Por lo expuesto, dar una solución completa al problema [29] está fuera del alcance de este trabajo.

Sin embargo, este no es el objetivo de este trabajo sino, a partir del modelo de Romer (1990), incorporar los resultados expuestos por Spolaore & Wacziarg (2013), los cuales se plantean la pregunta: ¿cómo o en qué forma contribuye este modelo en la mejor estructuración del sistema educativo operacional dentro de un determinado país?

Como ya se mencionó, para que este modelo funcione se asume que en la economía existen tres sectores. Sabiendo esto, el sector intermedio donde se producen los bienes intermedios, sirve de conector entre los dos otros sectores.

En otras palabras, sin este sector los nuevos proyectos creados en el primer sector, jamás podrían ser usados para la generación de bienes terminados (tercer sector). Así también, dentro de la producción de bienes intermedios es donde interactúa el capital humano dedicado a actividades de I+D ( $H_A$ ), personal que debe estar capacitado y entrenado para realizar eficientemente sus funciones.

En este contexto, el sistema educativo juega un papel fundamental en cuanto a la capacitación del capital humano, pues es aquí donde los individuos adquieren y aprenden nuevos conocimientos y potencian sus habilidades. Por esto, la mejor instrucción de los profesores, mayor infraestructura científica dedicada a la investigación, mayores oportunidades para acceder a becas, entre otros aspectos, deberían ser el punto a enfocarse por los tomadores de política pública, pues con esto, según nuestro modelo, la producción de bienes intermedios incrementa y por ende la generación de bienes finales, mismos que dependiendo de la calidad de investigación y desarrollo que se hizo, tendrán alto, medio o bajo valor agregado con la calidad suficiente para competir en el mercado internacional.

Por lo antes expuesto, según nuestro modelo, la operatividad del sistema educacional debería enfocarse en la creación de más recurso humano que se dedique a las actividades de I+D, impulsando la creatividad en etapas tempranas de educación, dando como resultado mayor crecimiento económico en base a la fabricación y exportación de productos elaborados. En el supuesto que los gobiernos se enfoquen en el aumento de capital humano de I+D, los efectos no se podrán apreciar al instante, sino a mediano y largo plazo, dado que debe pasar una generación completa de individuos preparados desde etapas iniciales y ver como estos se desenvuelven en la generación de nuevos conocimientos.

Finalmente, cabe aclarar que con el factor  $E$ , se toma en cuenta variables de difícil y en algunos casos imposibles de controlar por parte del Estado, pero que influyen de manera directa o indirecta dentro de la generación de bienes intermedios, tratando de apegarse más a la realidad, con el objetivo de conocer el



verdadero impacto que tiene el capital humano y por supuesto la educación en la producción de bienes intermedios y en el crecimiento y desarrollo económico.



## **CAPÍTULO 6.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

El índice de innovación calculado para la mayoría de países de Latinoamérica, pone en evidencia el grado de desarrollo y organización que tiene la I+D, el emprendimiento y la innovación en la región, donde las potencias económicas de la zona (Brasil, Costa Rica, Chile, Argentina y México) se mantienen como líderes con los scores más altos por encima o cercanos a los 60 puntos de los 100 posibles, sin embargo, si se observa el análisis por sub-índices, se evidencia que cada país tiene alguna deficiencia en algún aspecto en específico, situación que le ubica en una posición media o baja dependiendo del caso. Además, se pudo notar en relación a los datos recopilados, que existe una brecha significativa entre los países antes mencionados y los demás de la zona Latinoamérica en cuanto a la creación de innovación, efecto que distorsiona el score promedio total de la región, mostrando una puntuación alta que no refleja la realidad.

En el caso de Ecuador, éste se ubica en el puesto 12 de los 19 países analizados en relación al índice de innovación calculado. Los avances realizados en los últimos años en materia de innovación, emprendimiento y I+D, no sólo en Ecuador sino en varios países de la zona, han favorecido que se considere una cuestión que ha recibido mayor atención por parte de los gobiernos. Sobre todo con la finalidad de cambiar las respectivas matrices productivas, las cuales se basan actualmente en la producción y exportación de bienes primarios. Se prevé que los efectos de estas nuevas políticas económicas tengan un impacto a mediano y largo plazo.

Por otra parte, este estudio también refleja deficiencias en la gestión de I+D, innovación y emprendimiento, principalmente en Centroamérica, puesto que a

excepción de Costa Rica y Panamá, los demás países centroamericanos no llegan a los 30 puntos en el índice de innovación.

Con se explicó en el desarrollo de esta investigación, el cálculo del índice de innovación es realizado a través del análisis de 4 grupos de variables (capital humano y educación, recursos económicos, ciencia tecnología e innovación y propiedad intelectual), con el objetivo de que sirva de ayuda en la identificación de los aspectos que más contribuyen en le generación de innovación y emprendimiento, así como para identificar los posibles ámbitos a enfocar, mejorar y potenciar en el caso que se quiera mejorar los sistemas de innovación.

En el caso de los subíndices de capital humano y recursos económicos, Argentina, Costa Rica, Chile, Brasil y Cuba están liderando, lo cual se evidencia en que en algunos de estos países se encuentran los centros de estudios más prestigiosos de la zona, y donde los gobiernos manejan considerables presupuestos destinados a la educación y I+D y ACT, generando capital humano mejor calificado en comparación a los demás. En el caso de Ecuador, la potenciación y canalización de recursos al sistema educativo y a sectores estratégicos por parte del Estado en los últimos años, ha permitido que se ubique en un puesto medio.

El subíndice de ciencia, tecnología e innovación en cambio, arrojo scores no mayores a 54. Por esto, se puede afirmar que este es el sector donde las políticas enfocadas a potenciar la innovación, el emprendimiento y la generación de I+D deben ser aplicadas, claro que esta decisión depende de las características y situaciones propias de cada país. Además, este indicador muestra el grado de producción y exportación de productos de alta tecnología, misma que es deficiente en toda la región. En el caso de Ecuador, este se ubica en el puesto 17, pues el sector secundario y terciario que trabaja en la creación de productos tecnológicos es escaso.

Las publicaciones y patentes medidas a través del subíndice de propiedad intelectual, muestran puntajes altos en las potencias latinoamericanas, no obstante, al igual que en los otros 3 subíndices, es bajo en la zona centroamericana. En Ecuador, las publicaciones en SCI y PASCAL no son numerosas, pero aun así, vale mencionar que estas han presentado un considerable incremento en relación a años atrás.

Por otra parte, el estudio de conglomerados y el análisis de centroides sirvieron de herramienta para identificar las zonas dentro de la región latinoamericana que poseen alto, medio y bajo nivel de innovación y emprendimiento. Donde la zona norteamericana se caracteriza por tener altos niveles de innovación y emprendimiento, mientras que en forma general, Centroamérica muestra índices bajos en este ámbito. En el caso de Sudamérica, esta se encuentra fraccionada donde la parte sur y este (Brasil, Chile y Argentina), presentan altos niveles de innovación y emprendimiento, en cambio, en la zona centro y oeste (Bolivia, Perú y Paraguay) la innovación es baja. Finalmente, Ecuador, Venezuela y Uruguay se ubican dentro del cluster de innovación media.

Lo antes mencionado, evidencia la brecha que existe entre las economías de Latinoamérica, especialmente en Sudamérica, donde la gestión de la innovación y emprendimiento, así como de sus sistemas educativos, son gestionados y potenciados de manera muy diferente de acuerdo a su contexto específico.

Finalmente, con el objetivo de verificar los resultados de las técnicas usadas en esta investigación, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), con el cual no generó grandes cambios en las conclusiones encontradas. Los principales datos del ACP se muestran a detalle en el Anexo 8.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda hacer una estandarización de los conceptos de innovación y emprendimiento en los países de Latinoamérica, pues estas definiciones

varían de acuerdo al país, limitando el análisis y la recopilación de datos para futuros estudios.

- Como ya se mencionó, la principal fuente de recopilación de las variables que influyen en la innovación, emprendimiento y actividades de I+D, proviene de encuestas. Por esto, se sugiera hacer este tipo de estudio con más regularidad. En el caso de Ecuador, la última encuesta se hizo en el año 2009, y, en otros países, ni si quiera se toma en cuenta este tipo de investigaciones, como es el caso de Centroamérica.
- La creación de innovaciones y emprendimientos deben ser potenciados desde los primeros niveles de educación, de modo que se recomienda implementar dentro del sistema educacional básico, varias técnicas o actividades que incrementen la creatividad y la curiosidad de las nuevas generaciones, para que en un futuro contribuyan en la generación de empleo, bienes con mayor valor agregado y con el crecimiento económico del país y de la región en general.
- Se recomienda calcular un índice de innovación y emprendimiento para años futuros, con el objetivo de evidenciar los efectos de las políticas públicas que están siendo implementadas en la actualidad y, así, hacer una comparación de cuál ha sido el efecto de las mismas, y en qué medida éstas contribuyeron en la creación de innovación, emprendimiento e I+D.
- Este trabajo de investigación recopila las variables más importantes y disponibles para el año 2013. Sin embargo, se recomienda hacer nuevos modelos de cálculo del índice de innovación, enriqueciéndolos con nuevas variables que reflejen de mejor manera la situación de la innovación y el emprendimiento. Además, si bien en esta investigación se usa un modelo sencillo para el cálculo del índice de innovación, a través del análisis de subíndices, se recomienda crear modelos más complejos en relación al campo metodológico.

- Finalmente, se recomienda a los responsables de política pública que tomen en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo, dado que evidencian las principales fortalezas y debilidades que tiene cada país en cuando a la creación de innovación y emprendimiento. Esta investigación sirve de guía en la identificación de los puntos a reforzar, en vías a contribuir con el cambio de la matriz productiva y dejar de ser una zona que basa su economía en la exportación de bienes primarios de bajo costo y correlacionados a los precios del mercado internacional.





## REFERENCIAS

- Acs, Z. J., Armington, C., & Ting, Z. (2006). *The Determinants of New-firm Survival across Regional Economies*. Fairfax.
- Adair, J. (1992). *El Reto Gerencial de la Innovación*. Bogotá: Legis.
- Afuah, A. (1999). *La Dinámica de la Innovación Organizacional. El nuevo concepto para lograr ventajas competitivas y rentabilidad*. México: Oxford Press.
- Alonso, C., & Fracchia, E. (2009). *El Emprendedor Schumpeteriano, Aportes a la Teoría Económica Moderna*. Buenos Aires.
- Amit, R., & Muller, E. (1994). *Contrasting attributes and attitudes on entrepreneurs and non-entrepreneurs*. Academy of Management National Meeting, Dallas.
- Arber, G., Barrere, R., & Anlló, G. (2008). *Measuring R&D in Developing Countries: Measurement Priorities and Methodological Issues in Latin America*. Departamento de Estadística de la UNESCO, Montreal.
- Atehortúa Hurtado, F. A., Valencia de los Ríos, J. A., & Bustamante Vélez, R. E. (2013). *Gestión del Conocimiento Organizacional: Un Enfoque Práctico*. Antioquia: Imprenta Universidad de Antioquia.
- Banco Central de Costa Rica. (12 de 04 de 2015). *Banco Central de Costa Rica*. Recuperado el 12 de 04 de 2015, de Banco Central de Costa Rica: [http://www.bccr.fi.cr/indicadores\\_economicos/](http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos/)
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). *Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe: Un compendio estadístico de indicadores*. Washington DC.
- Banco Mundial. (07 de Marzo de 2016). *El Banco Mundial*. Recuperado el 07 de Marzo de 2016, de El Banco Mundial: <http://datos.bancomundial.org/>
- Berger, P., & Luckman, T. (1984). *La Construcción Social de la Realidad*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Callon, M., Courtial, J.-P., & Penan, H. (1995). *Cienciometría: La medición de la actividad científica, De la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Trea.
- Cantillón, R. (1755). *Essai sur la nature du commerce en general*. London: Mcmillan.
- Castillo, A. (1999). *Estado del Arte de la Enseñanza del Emprendimiento, Emprendedores como creadores de riqueza y desarrollo regional*. Santiago: Intec Chile.

- de la Fuente Fernández, S. (2011). *Componentes Principales (ACP)*. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Madrid.
- Delicado, P. (2008). *Curso de Modelos no Paramétricos*. Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Cataluña.
- Drucker, P. (1986). *La Innovación y el Empresario Innovador, Principios y Prácticas*. Buenos Aires: Suramericana.
- empresocial. (25 de Abril de 2015). *empresocial.com*. Recuperado el 25 de Abril de 2015, de <http://empresocial.com/sobre-nosotros/que-es-el-emprendimiento-social/>.
- ESPAE. (2013). *Global Entrepreneurship Monitor*. Guayaquil: SENEFELDER.
- European Commission . (2014). *Innovation Union Scoreboard* . Bélgica: Konradlew.
- Fairlie, R. W. (2014). *Kauffman Index of entrepreneurial activity*. California.
- Formichella, M. M. (2004). *El Concepto de Emprendimiento y su Relación con la Educación, El Empleo y El Desarrollo Local*. Buenos Aires: Tres Arroyos.
- Freire, A. (2011). *Pasión por Emprender, de la idea a la cruda realidad*. Buenos Aires: Santillana.
- Fuentes Pujol, E., & Arguimbau Vivó, L. (2006). *I+D+I: Una Perspectiva Documental*. Barcelona.
- García Delgado, J. L., Alonso, J. A., & Jiménez, J. C. (2013). *El Español Lengua de Comunicación Científica*. Telefónica. Madrid: Ariel S.A.
- Garzón Castrillón, M. A., & Ibarra Mares, A. (2013). Business Innovation, Diffusion, Definitions and Type. A Literature Review. *Dimensión Empresarial*, 11, 45-60.
- González Ramírez, T. (2000). Metodología para la Enseñanza de las Matemáticas a través de la Resolución de Problemas: Un Estudio Evaluativo. *Revista de Investigación Educativa*, 175-199.
- Hamel, G. (2000). *Leading the Revolution*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Harvard Business School. (12 de Octubre de 2014). *Harvard Deusto Business Review*. Recuperado el 08 de Enero de 2016, de Retos Directivos - Liderazgo empresarial: <http://retos-directivos.eae.es/innovacion-incremental-vs-innovacion-radical-ventajas-e-inconvenientes/>

- Henderson, R., & Clark, K. (1990). *Architectural Innovation, The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*. Administrative Science Quarterly.
- Herber, & Link. (1982). *The entrepreneur mainstream views and radical critiques*. New York: Praeger Publishers.
- Hollanders, H., & Tarantola, S. (2011). *Innovation Union Scoreboard 2010 - Methodology report*. Bruselas.
- Hollanders, H., Derbyshire, J., Lewney, R., Tijssen, R., Tarantola, S., & Rivera Leon, L. (2012). *Regional Innovation Scoreboard 2012*. Bruselas.
- Hoselitz, B. F. (1960). *Sociological aspects of Economic Growth*. Glencoe: The Free Press / McGraw-Hill.
- Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual. (12 de 04 de 2015). *Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual*. Recuperado el 12 de 04 de 2015, de <http://www.propiedadintelectual.gob.ec/formularios-2/>
- Jackson, W., Gaster, W., & Gaulden, C. (2001). *The continued saga of searching for the entrepreneur: A historical perspective*. Association for small business and entrepreneurship conference. New Orleans.
- Kuatko, D., & Hoegestts, R. (1992). *Entrepreneurship a Contemporary Aproach*. Illinois: Driden Press.
- Lagos, I. J., & Vargas, J. A. (2003). *Sistema de Familias de Distribuciones de Johnson, una alternativa para el manejo de datos no normales en cartas de control*. Bogotá.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S., & Rigolini, J. (2014). *El Emprendimiento en América Latina: Muchas Empresas y poca Innovación*. Washington, DC.
- Manual de Oslo. (2006). *Guía para la Recolección e Interpretación de datos de Innovación*. OECD, México.
- Massón-Guerra, J. L. (2008). *The Innovation and Entrepreneurship Latinamerican Scoreborard: The impact of University-Industry Cooperation in Ecuador*. Barcelona.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (19 de 05 de 2015). *Ministerio de Educación*. Recuperado el 04 de 05 de 2016, de <http://educacion.gob.ec/ministro-augusto-espinosa-presenta-los-avances-en-el-sistema-educativo-ecuadoriano-en-el-foro-mundial-sobre-educacion-2015/>

- Molina, F. J., & Munuera, J. L. (2008). Efectos de la Novedad y de la Calidad del Producto en el Resultado a Corto Plazo en las Empresas Innovadoras Españolas. *Universia Business Review*, 20, 68-83.
- Montoya Suárez, O. (2004). *Schumpeter, Innovación y Determinismo Tecnológico*. Pereira. Organización de las Naciones Unidas. (1968). *Educación, Recursos Humanos y Desarrollo en America Latina*. PNUD.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2010). *Medición de la Investigación y el Desarrollo (I+D): Desafíos enfrentados por los países en desarrollo*. Instituto de Estadística de la UNESCO. Montreal: ICAO.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2003). *Manual de Frascati 2002: Propuesta de norma práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo*. Paris: FECYT.
- Peña Sanchez de Rivera, D., & Peña Sanchez de Rivera, J. I. (1986). *Un contraste de normalidad basado en la transformación Box-Cox*. Madrid.
- Peña, D. (2010). *Análisis de Datos Multivariantes*. Madrid: McGrawHill.
- Pértegas Díaz , S., & Pita Fernández , S. (2001). *La Distribución Normal*. Coruña.
- Pinchot, G. (1999). *Intrapreneuring in Action*. San Francisco: Berrett-Koehler Publisher.
- Rodríguez, R. A. (2009). *Nuevas Perspectivas para entender el emprendimiento empresarial*. Barranquilla.
- Romer, P. (1990). *Endogenous Technological Change*. Chicago University, Journal of Political Economy, Chicago.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2000). *Economía*. New Haven: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical Historical and Statistical Analysis of Capitalist Process*. New York.: McGraw Hill.
- Selstad, T., & Sjøholt, P. (1990). *The Rise of the Quaternary Sector. The Regional Dimension of Knowledge-Based Services in Norway, 1970 - 1985*. Oslo.
- Sen, A. (1999). *Desarrollo y Libertad*. Barcelona, España: Planeta.
- Sierra Bravo, R. (1998). *Tesis Doctorales Trabajos de Investigación Científica*. Madrid: Paraninfo.
- Sioli de Torres Carbonel, S. (1988). sklkl., (pág. 9).
- Sledzik, K. (2013). *Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship*. Gdansk.

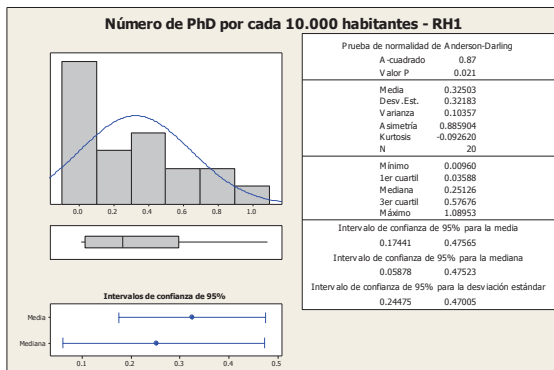
- Spolaore, E., & Wacziarg, R. (2013). *How Deep Are the Roots of Economic Development?* Journal of Economic Literature, Los Angeles.
- Swedberg, R. (2007). *Rebuilding Schumpeter's Theory of Entrepreneurship, Conference on Marshall, Schumpeter and Social Science*. Hitotsubashi University, Hitotsubashi.
- Tushman, M. L., & Anderson, P. (1986). Technological Discontinuities and Organizational Environments. *Administrative Science Quarterly*, 439 - 465.
- Universidad Autónoma de México. (2006). *Análisis Estadístico. Un enfoque no Paramétrico*. Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza, Zaragoza.
- Universidad Jiao Tong de Shanghai . (s.f.). *Academic Ranking of World Universities* . Recuperado el 31 de 03 de 2016, de <http://www.shanghairanking.com/es/ARWU2015.html>
- Vérin, H. (1982). *Avant-propos. In Entrepreneurs, entreprise, histoire d'une idée*. Paris: PUF.
- Vesga, R. (2007). *Emprendimiento e Innovación en Colombia - ¿Qué nos está haciendo falta?* Bogotá.
- Vincés Otero, J., Herrarte Sánchez, A., & Medina Moral, E. (2005). *Análisis de la Varianza (ANOVA)*. Madrid.
- Winter, S. (1967). *Toward a Neo-Schumpeterian Theory of the Firm*. California Institute of Technology, California.
- World Economic Forum. (2014). *The Global Competitiveness Report*. Ginebra.



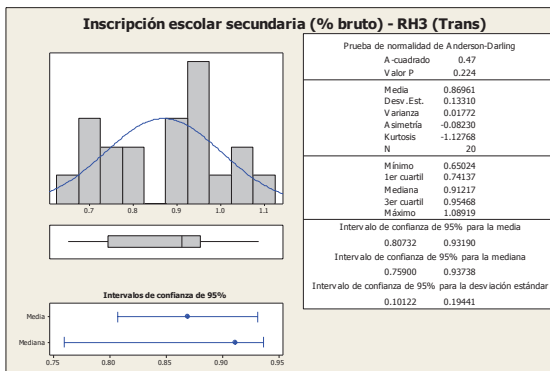
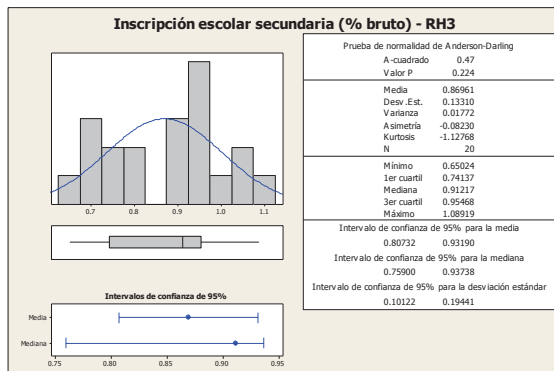
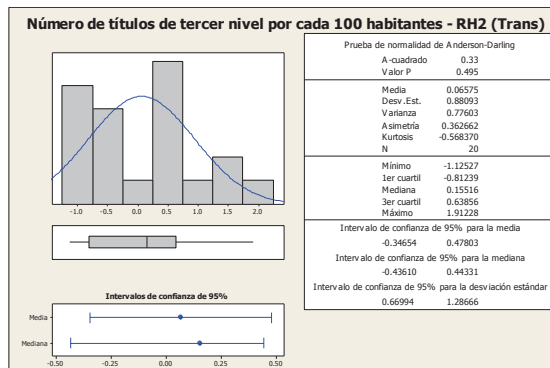
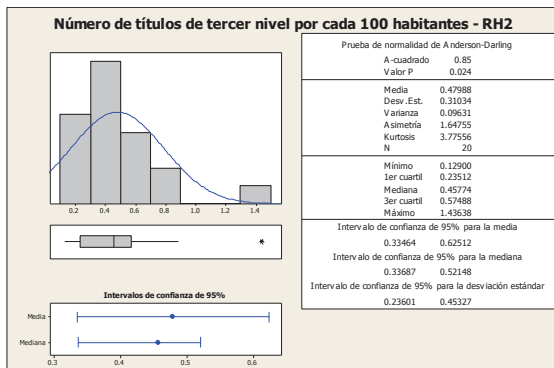
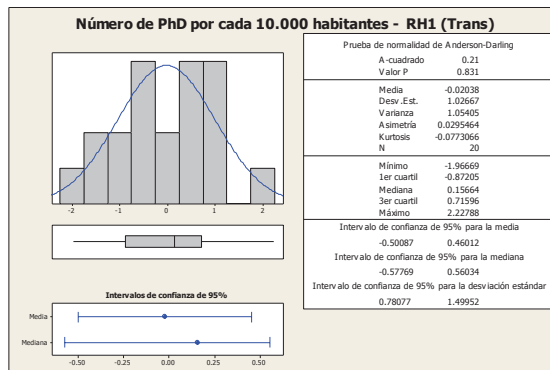
## ANEXOS

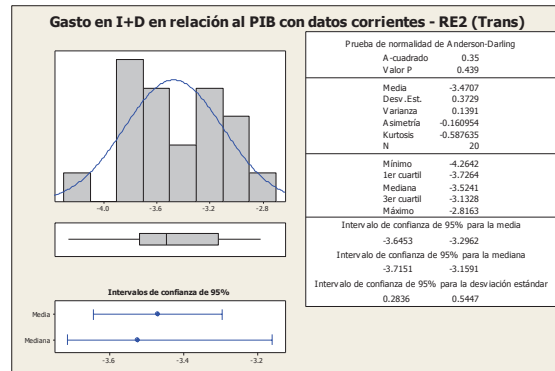
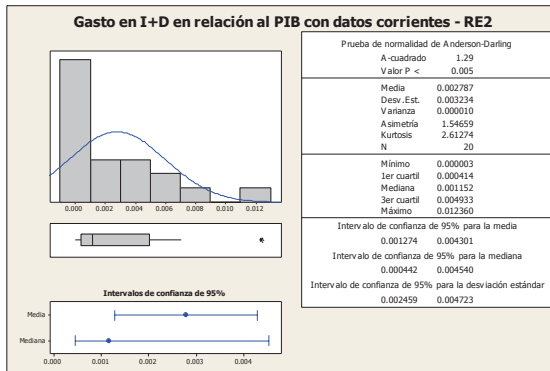
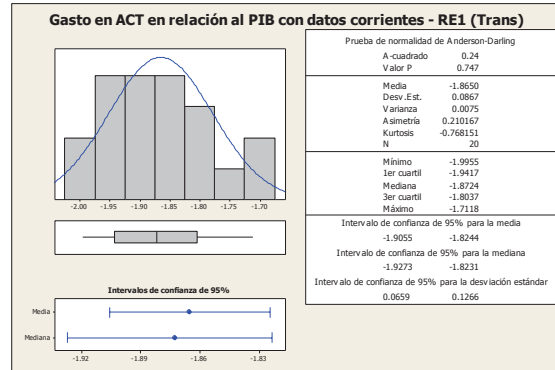
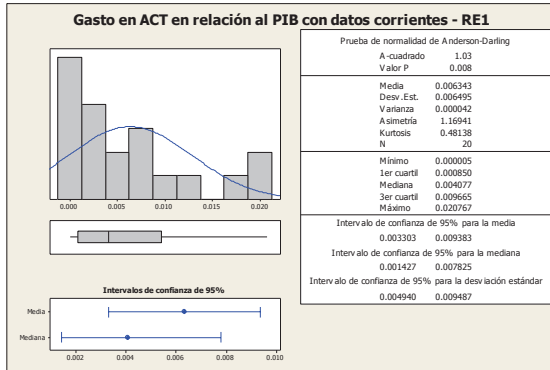
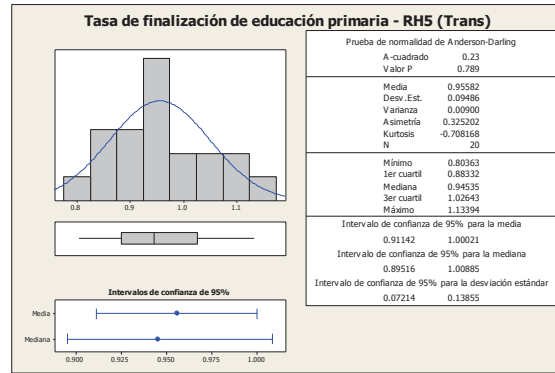
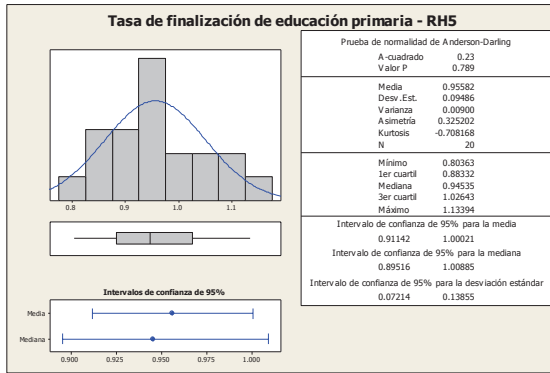
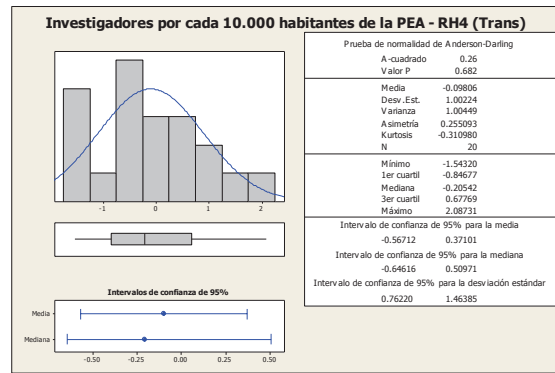
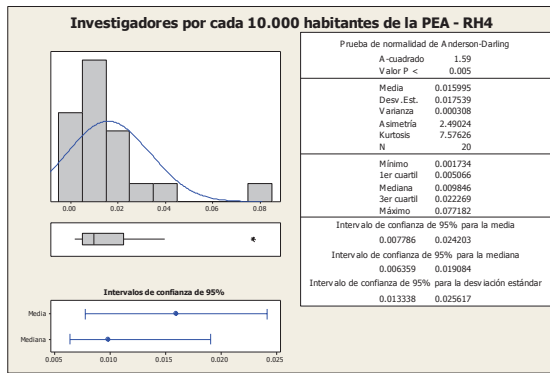
## Anexo 1.- Resumen estadístico de variable

## Datos No Transformados

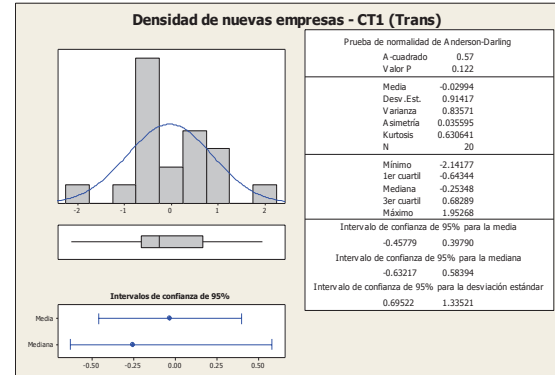
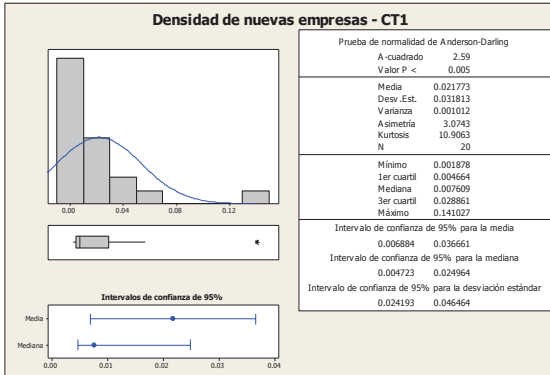
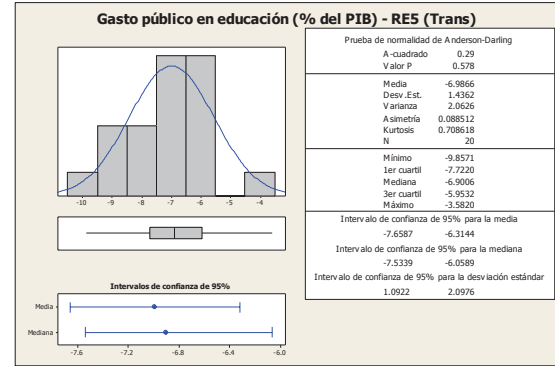
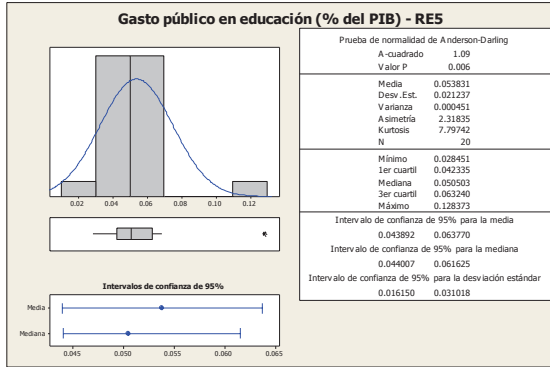
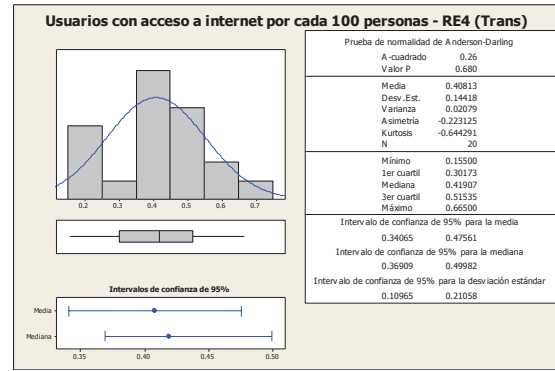
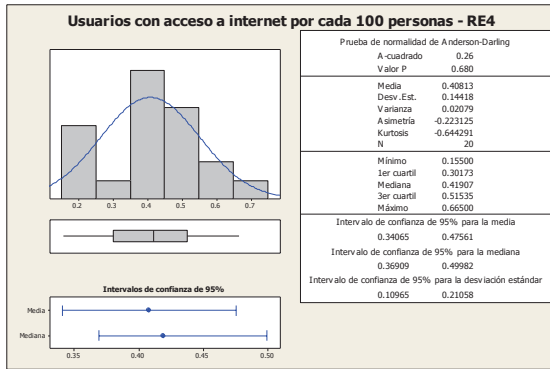
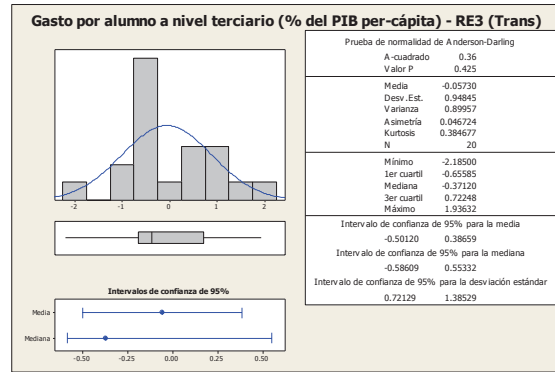
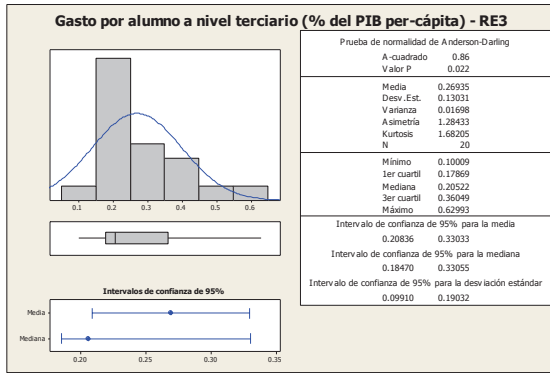


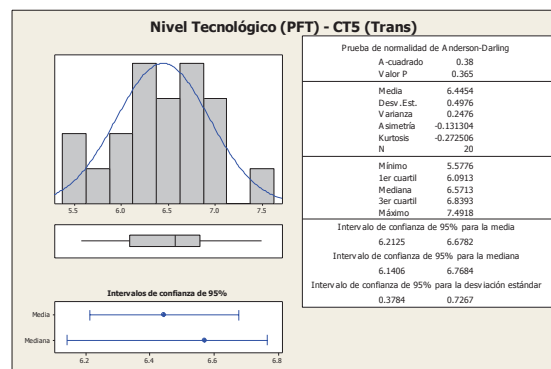
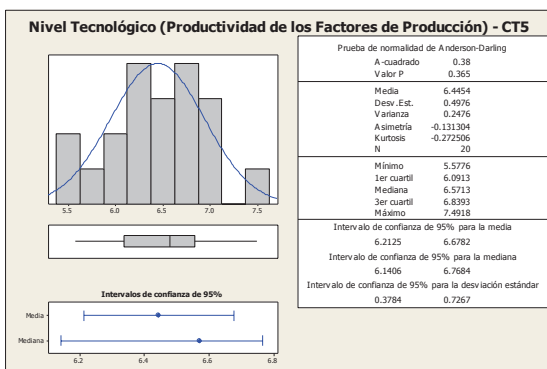
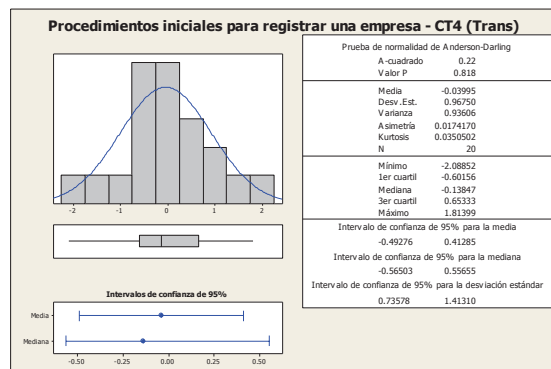
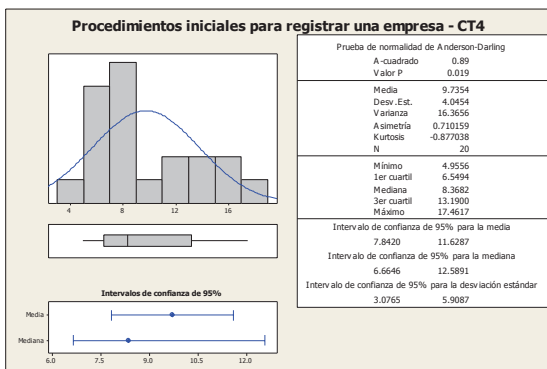
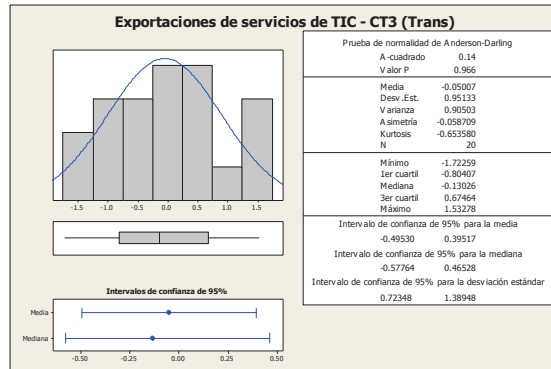
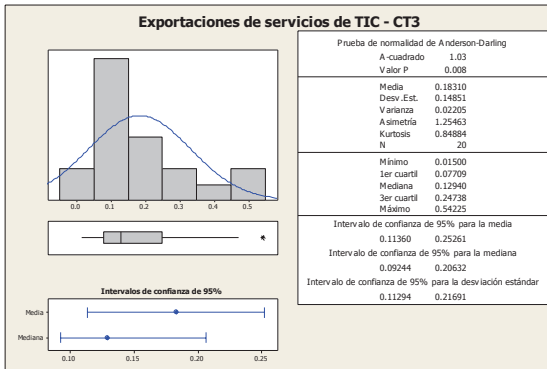
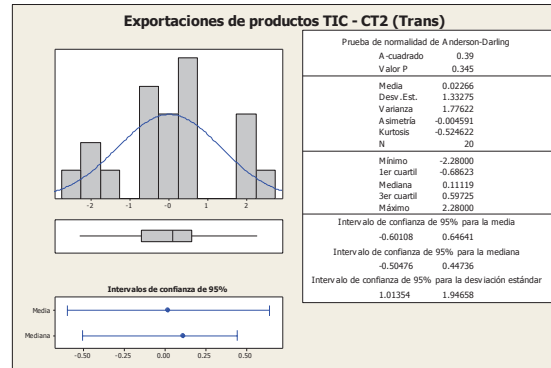
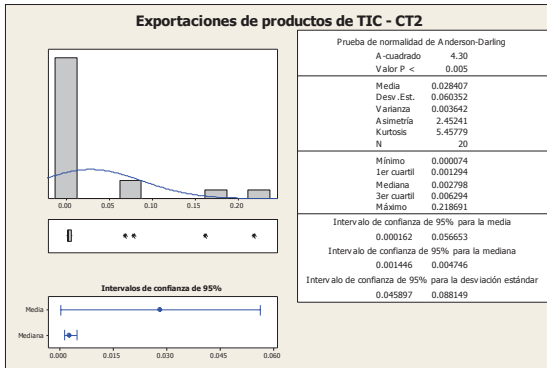
## Datos Transformados

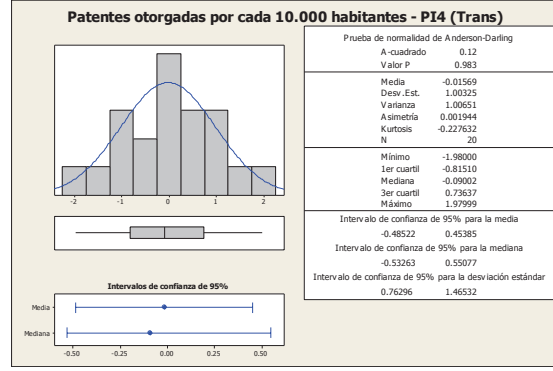
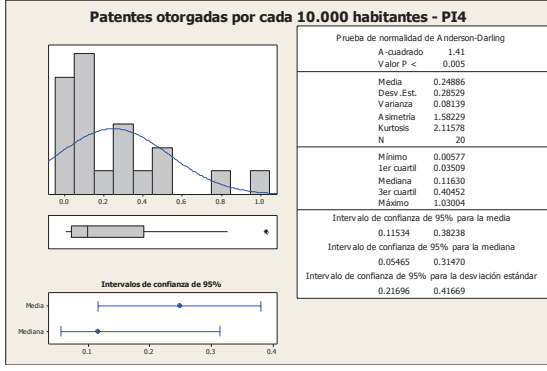
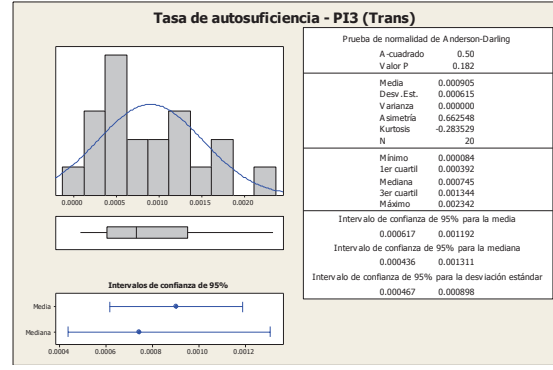
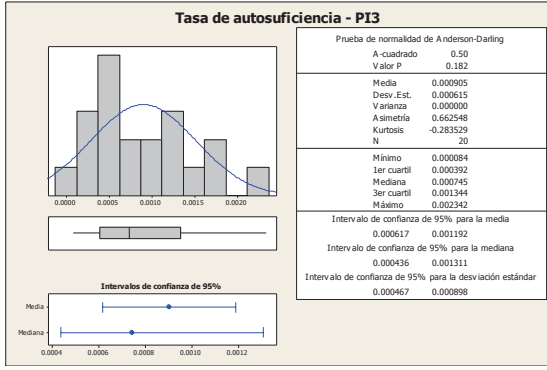
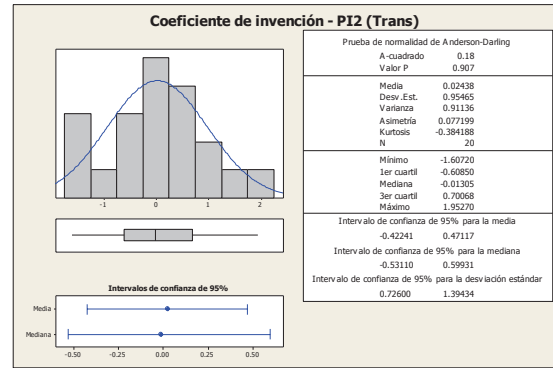
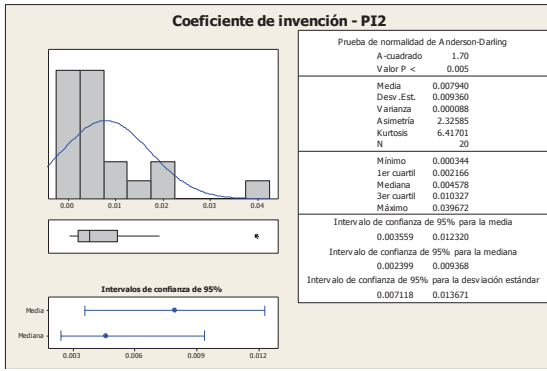
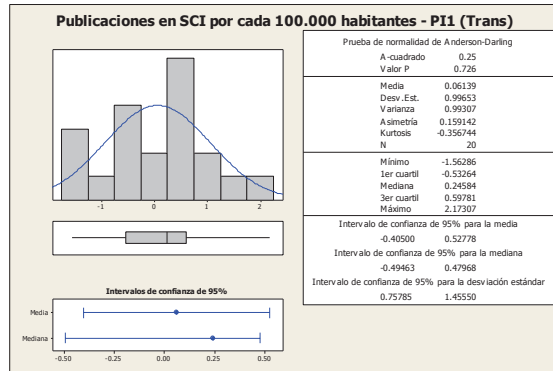
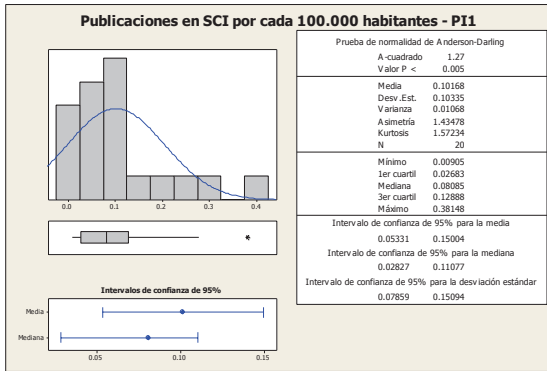


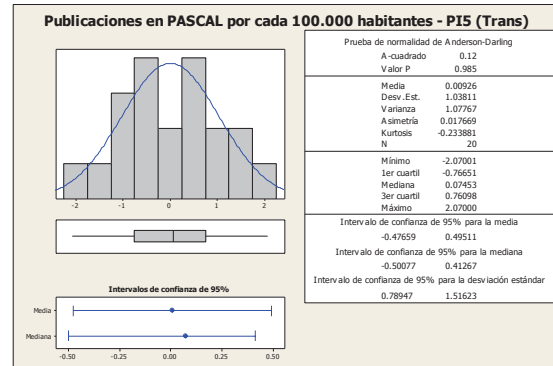
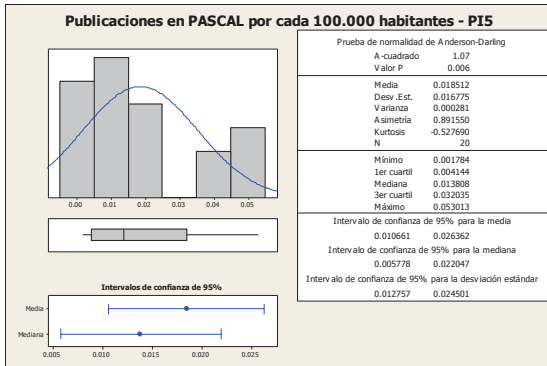




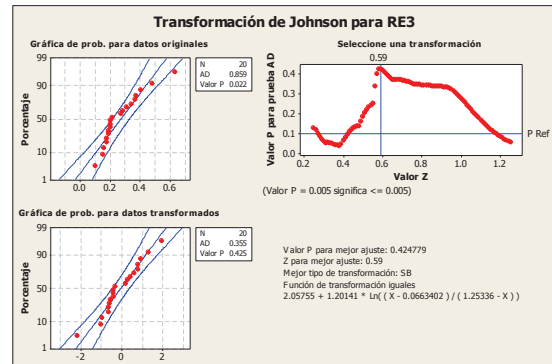
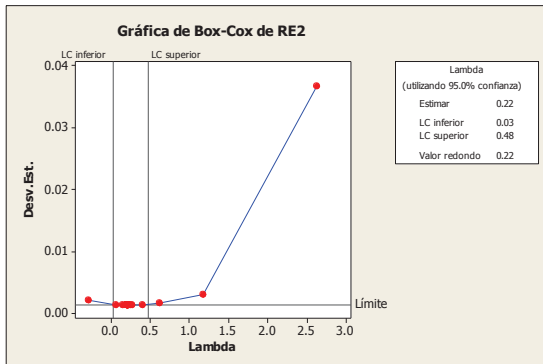
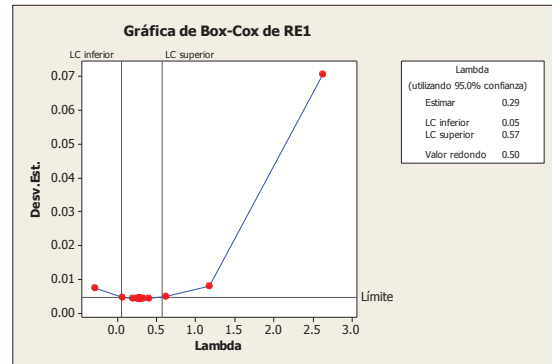
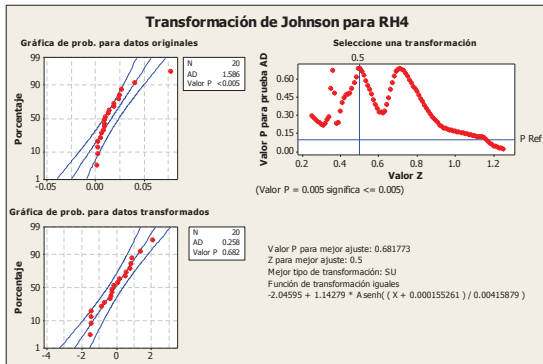
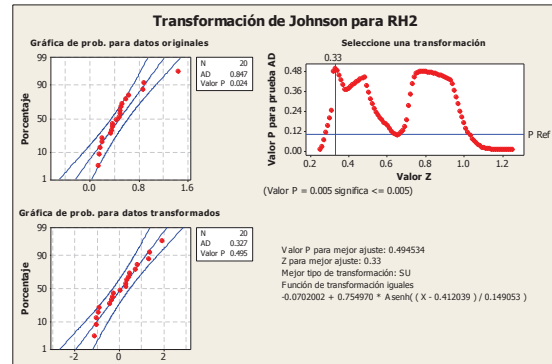
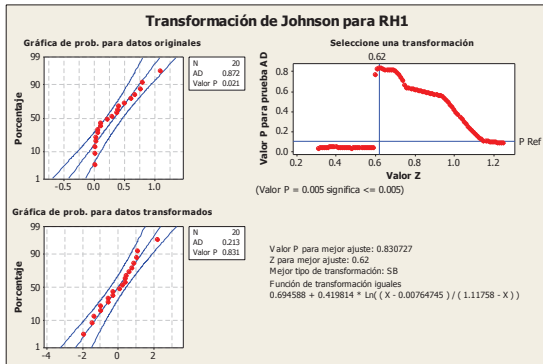


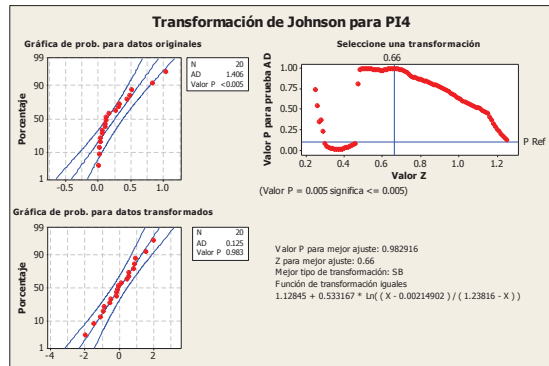
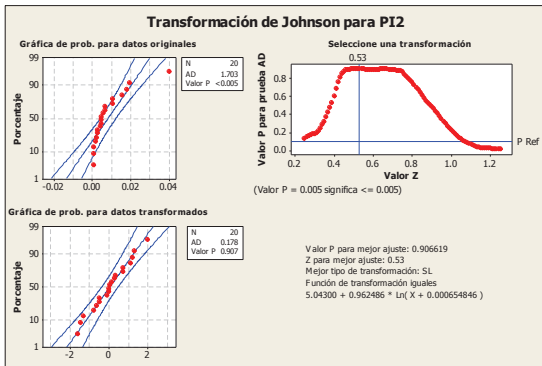
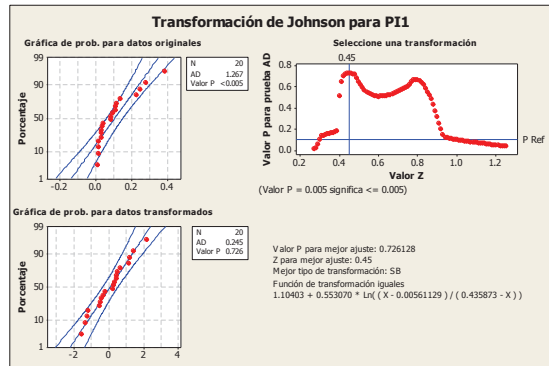
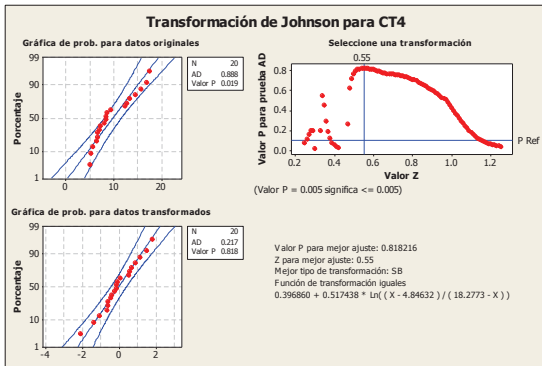
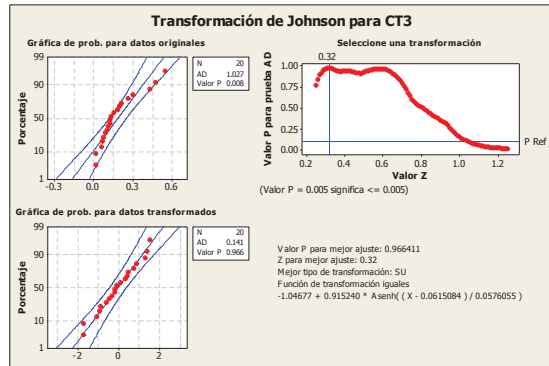
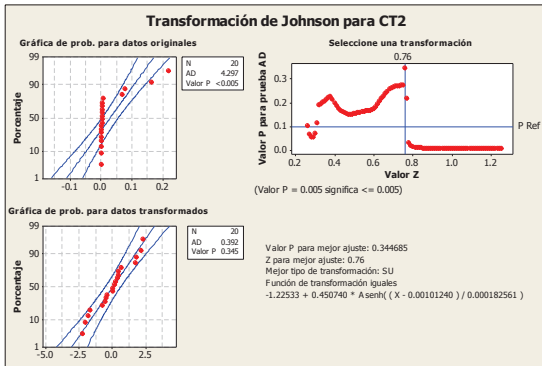
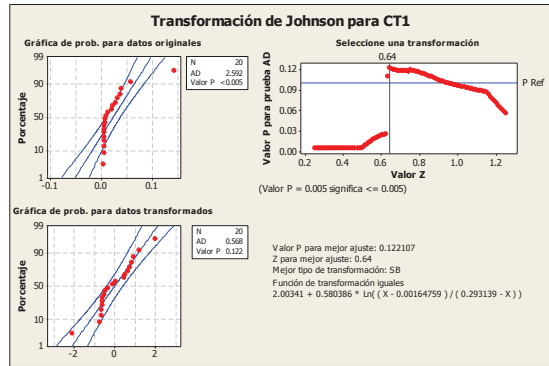
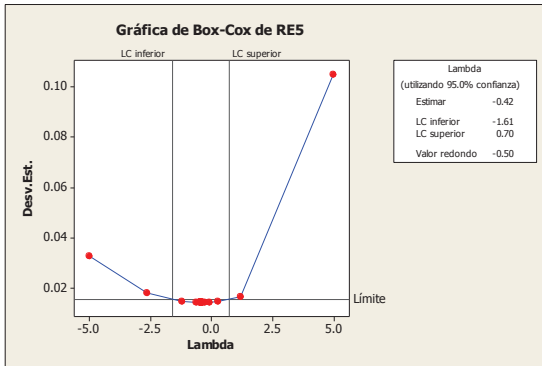


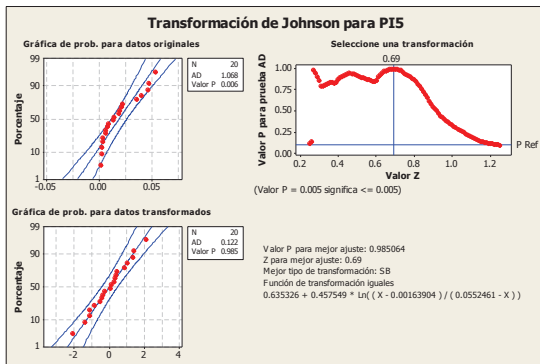




## Anexo 2.- Determinación de los parámetros de Normalización







**Anexo 3.- Matriz de proximidades en base a la distancia euclídea.**

**Matriz de proximidades**

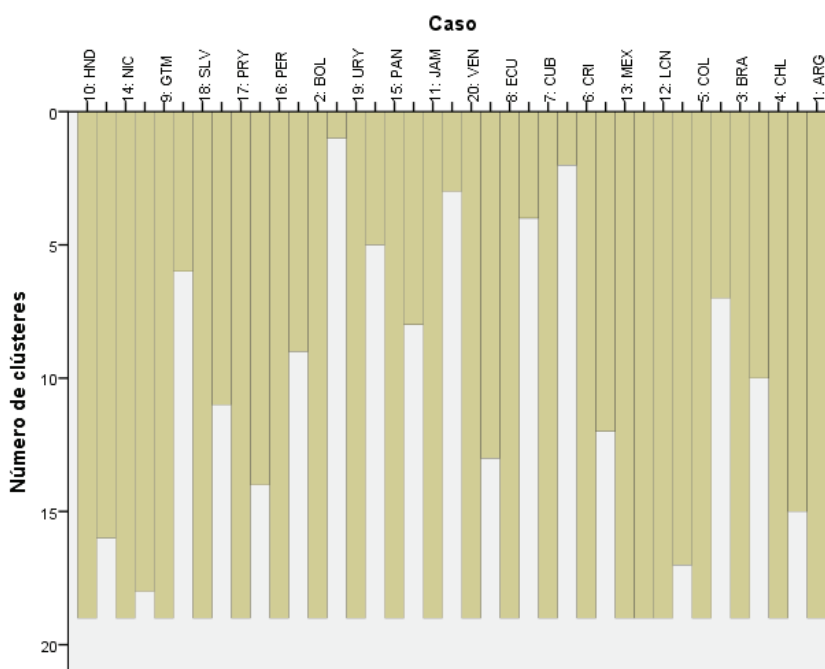
Caso	Distancia euclídea																			
	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	CUB	ECU	GTM	HND	JAM	LCN	MEX	NIC	PAN	PER	PRY	SLV	URY	VEN
ARG	,000	7,507	4,645	4,038	4,303	5,269	7,004	6,256	9,188	9,154	7,575	3,934	4,700	9,002	7,206	6,499	7,837	7,648	5,773	6,441
BOL	7,507	,000	7,569	7,946	5,513	7,391	6,308	4,621	5,324	4,014	6,051	6,099	6,614	5,034	7,105	5,565	4,147	4,913	6,708	5,334
BRA	4,645	7,569	,000	4,860	5,942	4,456	6,670	8,048	9,681	9,409	7,298	3,531	5,081	9,282	7,639	7,507	8,085	8,154	7,733	7,625
CHL	4,038	7,946	4,860	,000	4,377	4,612	7,845	6,889	8,991	9,443	6,721	3,795	4,490	8,923	5,093	5,979	7,828	7,724	5,054	7,064
COL	4,303	5,513	5,942	4,377	,000	5,011	6,429	3,864	6,685	6,331	5,345	3,242	3,545	6,614	4,480	4,383	5,697	4,668	4,793	5,080
CRI	5,269	7,391	4,456	4,612	5,011	,000	6,262	6,666	8,820	8,318	6,963	3,347	3,631	8,422	6,021	6,817	7,701	7,198	7,184	6,328
CUB	7,004	6,308	6,670	7,845	6,429	6,262	,000	6,379	8,860	6,987	6,657	5,765	5,929	8,006	8,239	8,248	6,620	7,175	8,584	6,486
ECU	6,256	4,621	8,048	6,889	3,864	6,666	6,379	,000	6,050	5,519	6,603	5,818	5,958	6,111	6,381	4,822	4,606	4,859	5,749	4,214
GTM	9,188	5,324	9,681	8,991	6,685	8,820	8,860	6,050	,000	3,888	6,455	7,826	7,215	2,591	6,709	4,492	4,481	4,080	7,017	7,397
HND	9,154	4,014	9,409	9,443	6,331	8,318	6,987	5,519	3,888	,000	6,249	7,464	6,844	3,290	7,254	6,016	4,485	4,470	7,661	6,641
JAM	7,575	6,051	7,298	6,721	5,345	6,963	6,657	6,603	6,455	6,249	,000	5,456	5,104	6,449	5,130	6,116	5,903	5,212	5,937	7,061
LCN	3,934	6,099	3,531	3,795	3,242	3,347	5,765	5,818	7,826	7,464	5,456	,000	2,496	7,660	4,911	5,672	6,663	5,818	6,037	6,333
MEX	4,700	6,614	5,081	4,490	3,545	3,631	5,929	5,958	7,215	6,844	5,104	2,496	,000	7,138	4,560	5,954	6,812	5,586	5,944	6,655
NIC	9,002	5,034	9,282	8,923	6,614	8,422	8,006	6,111	2,591	3,290	6,449	7,660	7,138	,000	6,858	4,479	3,546	4,534	6,987	7,041
PAN	7,206	7,105	7,639	5,093	4,480	6,021	8,239	6,381	6,709	7,254	5,130	4,911	4,560	6,858	,000	5,199	6,721	5,342	5,737	7,307
PER	6,499	5,565	7,507	5,979	4,383	6,817	8,248	4,822	4,492	6,016	6,116	5,672	5,954	4,479	5,199	,000	4,143	4,572	4,669	6,120
PRY	7,837	4,147	8,085	7,828	5,697	7,701	6,620	4,606	4,481	4,485	5,903	6,663	6,812	3,546	6,721	4,143	,000	4,608	6,117	5,345
SLV	7,648	4,913	8,154	7,724	4,668	7,198	7,175	4,859	4,080	4,470	5,212	5,818	5,586	4,534	5,342	4,572	4,608	,000	6,873	5,641
URY	5,773	6,708	7,733	5,054	4,793	7,184	8,584	5,749	7,017	7,661	5,937	6,037	5,944	6,987	5,737	4,669	6,117	6,873	,000	6,435
VEN	6,441	5,334	7,625	7,064	5,080	6,328	6,486	4,214	7,397	6,641	7,061	6,333	6,655	7,041	7,307	6,120	5,345	5,641	6,435	,000

Esto es una matriz de disimilitud.

#### Anexo 4.- Historial de conglomeración a través del método de Ward.

##### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	12	13	1,248	0	0	3
2	9	14	2,544	0	0	4
3	5	12	4,390	0	1	8
4	9	10	6,351	2	0	14
5	1	4	8,370	0	0	10
6	16	17	10,441	0	0	9
7	8	20	12,549	0	0	16
8	5	6	14,772	3	0	13
9	16	18	17,141	6	0	11
10	1	3	19,637	5	0	13
11	2	16	22,183	0	9	14
12	11	15	24,748	0	0	15
13	1	5	27,673	10	8	18
14	2	9	30,669	11	4	19
15	11	19	33,705	12	0	17
16	7	8	37,291	0	7	17
17	7	11	42,147	16	15	18
18	1	7	47,702	13	17	19
19	1	2	58,397	18	14	0



## Anexo 5.- Puntajes parciales y generales del Índice de innovación y emprendimiento.

	RH1	RH2	RH3	RH4	RH5	Total RH	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5	Total RE
ARG	71,26	38,30	96,29	100,00	90,36	79,24	55,89	83,33	29,35	87,06	48,34	60,79
BOL	14,48	-	34,19	31,38	27,23	21,46	20,05	47,62	71,54	42,04	63,33	48,92
BRA	100,00	60,05	70,49	79,38	10,04	63,99	89,26	100,00	59,55	69,69	62,44	76,19
CHL	61,10	80,54	77,47	56,07	49,33	64,90	40,55	73,08	27,80	100,00	39,60	56,21
COL	39,62	46,89	63,64	35,60	100,00	57,15	49,49	64,99	42,78	70,98	45,36	54,72
CRI	56,28	100,00	100,00	66,43	29,27	70,40	98,33	80,97	67,57	59,73	67,32	74,78
CUB	72,69	81,30	61,68	56,69	38,73	62,22	61,11	77,33	100,00	24,37	100,00	72,56
ECU	11,81	46,01	86,95	38,10	91,50	54,87	38,93	67,07	62,77	48,73	33,06	50,11
GTM	33,06	2,04	-	-	15,90	10,20	1,60	37,28	38,67	8,24	-	17,16
HND	33,28	5,27	13,55	1,42	38,42	18,39	8,46	28,62	84,42	4,51	57,27	36,66
JAM	39,43	2,44	29,10	2,69	23,09	19,35	45,38	37,10	75,67	42,35	61,53	52,41
LCN	64,91	52,12	63,53	62,67	62,36	61,12	69,78	86,06	56,93	60,87	51,59	65,04
MEX	67,22	50,08	51,44	44,25	69,15	56,43	59,64	78,42	72,26	54,82	48,46	62,72
NIC	52,75	6,37	8,85	18,03	-	17,20	10,70	26,97	36,58	-	36,91	22,23
PAN	23,77	47,70	19,86	22,66	48,49	32,50	41,37	54,62	43,07	55,94	19,57	42,91
PER	56,66	28,13	65,96	34,95	36,75	44,49	18,58	40,03	-	46,47	12,89	23,59
PRY	57,46	24,60	23,45	33,38	10,04	29,78	37,02	44,60	42,84	41,96	45,89	42,46
SLV	23,75	26,33	11,79	1,42	61,37	24,93	73,90	41,42	36,58	14,92	16,55	36,67
URY	48,49	22,10	57,66	64,52	72,38	53,03	-	-	39,19	82,73	37,39	31,86
VEN	-	63,94	63,63	46,47	47,08	44,22	100,00	26,57	44,95	77,25	67,40	63,23

	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	Total CT	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	Total PI	Score Total
ARG	36,55	40,05	95,54	75,96	67,94	32,83	74,24	75,26	55,95	63,34	82,87	70,33	60,80
BOL	40,57	50,97	38,98	82,39	-	9,63	27,35	45,47	55,32	-	39,30	33,49	28,37
BRA	64,29	60,04	100,00	66,35	51,67	41,93	71,49	100,00	100,00	52,88	71,14	79,10	65,30
CHL	80,63	57,54	75,65	42,70	68,97	48,02	100,00	80,84	45,29	73,69	100,00	79,96	62,27
COL	62,97	40,83	56,30	50,97	41,59	30,14	48,81	48,40	51,14	72,27	52,18	54,56	49,14
CRI	72,46	100,00	92,30	54,69	55,09	53,03	53,55	64,91	27,49	70,10	60,10	55,23	63,36
CUB	-	64,12	-	92,35	67,11	7,77	50,38	30,33	67,45	45,51	51,42	49,02	47,89
ECU	43,24	10,21	23,96	70,94	31,69	7,63	32,40	23,23	13,12	21,97	43,57	26,86	34,87
GTM	39,02	50,96	65,91	38,07	26,21	28,81	10,08	3,07	4,95	27,07	16,25	12,28	17,11
HND	33,53	53,91	43,13	68,22	8,14	14,10	4,71	8,27	17,36	45,74	-	15,22	21,09
JAM	53,17	55,53	26,29	-	100,00	47,00	48,02	44,09	71,13	60,89	56,30	56,09	43,71
LCN	67,27	88,45	62,71	50,26	54,19	44,47	58,81	79,08	68,94	64,08	59,54	66,09	59,18
MEX	48,99	97,06	80,59	38,21	68,29	51,35	53,89	64,59	31,00	88,31	57,57	59,07	57,39
NIC	36,02	38,59	46,41	41,73	2,34	16,32	8,09	-	-	47,48	23,19	15,75	17,88
PAN	100,00	89,82	19,82	25,88	61,83	49,12	54,91	53,52	18,17	100,00	75,14	60,35	46,22
PER	73,75	33,74	47,60	36,58	28,71	29,44	29,71	30,20	21,80	36,46	41,70	31,97	32,38
PRY	36,73	5,42	0,53	47,33	16,79	2,43	28,25	27,34	10,01	11,83	23,58	20,20	23,72
SLV	37,33	59,06	34,00	49,68	41,63	24,47	-	41,44	42,79	47,98	29,49	32,34	29,60
URY	69,56	13,64	67,61	17,55	62,32	39,12	79,40	52,73	9,72	36,84	83,67	52,47	44,12
VEN	35,47	-	50,23	100,00	52,16	7,57	35,44	43,87	15,04	25,66	37,47	31,50	36,63

## Anexo 6.- Significancia de las variables por ANOVA con respecto a la clusterización.

### Modelo lineal general (ANOVA): RH1, RH2, ... vs. Cluster

Análisis de varianza para RH1, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	6.9427	6.9427	3.4714	4.89	0.021
Error	17	12.0573	12.0573	0.7093		
Total	19	19.0000				

Análisis de varianza para RH2, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	9.7705	9.7705	4.8852	9.00	0.002
Error	17	9.2295	9.2295	0.5429		
Total	19	19.0000				



Análisis de varianza para RH3, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	10.4464		10.4464	5.2232	10.38	0.001
Error	17	8.5536		8.5536	0.5032		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RH4, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	9.8466		9.8466	4.9233	9.14	0.002
Error	17	9.1534		9.1534	0.5384		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RH5, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	10.8029		10.8029	5.4015	8.88	0.008
Error	17	8.1971		8.1971	0.4351		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RE1, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	6.5791		6.5791	3.2895	4.50	0.027
Error	17	12.4209		12.4209	0.7306		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RE2, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	11.2785		11.2785	5.6392	12.42	0.000
Error	17	7.7215		7.7215	0.4542		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RE3, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	6.685		6.685	2.843	3.83	0.045
Error	17	12.315		12.315	0.719		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RE4, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	10.9742		10.9742	5.4871	11.62	0.001
Error	17	8.0258		8.0258	0.4721		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para RE5, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	6.2134		6.2134	3.6067	4.73	0.020
Error	17	12.7866		12.7866	0.9286		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para CT1, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	6.6892		6.6892	3.3446	4.40	0.027
Error	17	12.3108		12.3108	0.9595		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para CT2, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	9.4133		8.4133	4.2067	5.57	0.010
Error	17	6.5867		6.5867	0.4580		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para CT3, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2	10.9063		10.9063	5.4531	11.45	0.001
Error	17	8.0937		8.0937	0.4761		
Total	19	19.0000					

Análisis de varianza para CT4, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		0.053	0.053	0.026	0.02	0.000
Error	17		18.947	18.947	1.115		
Total	19		19.000				

Análisis de varianza para CT5, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		0.0677	0.0677	0.133	0.09	0.000
Error	17		18.7323	18.7323	1.396		
Total	19		19.0000				

Análisis de varianza para PI1, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		13.0086	13.0086	6.5043	18.46	0.000
Error	17		5.9914	5.9914	0.3524		
Total	19		19.0000				

Análisis de varianza para PI2, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		12.9250	12.9250	6.4625	18.08	0.000
Error	17		6.0750	6.0750	0.3574		
Total	19		19.0000				

Análisis de varianza para PI3, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		5.1642	5.1642	2.5821	3.17	0.046
Error	17		13.8358	13.8358	0.8139		
Total	19		19.0000				

Análisis de varianza para PI4, utilizando SC ajustada para pruebas

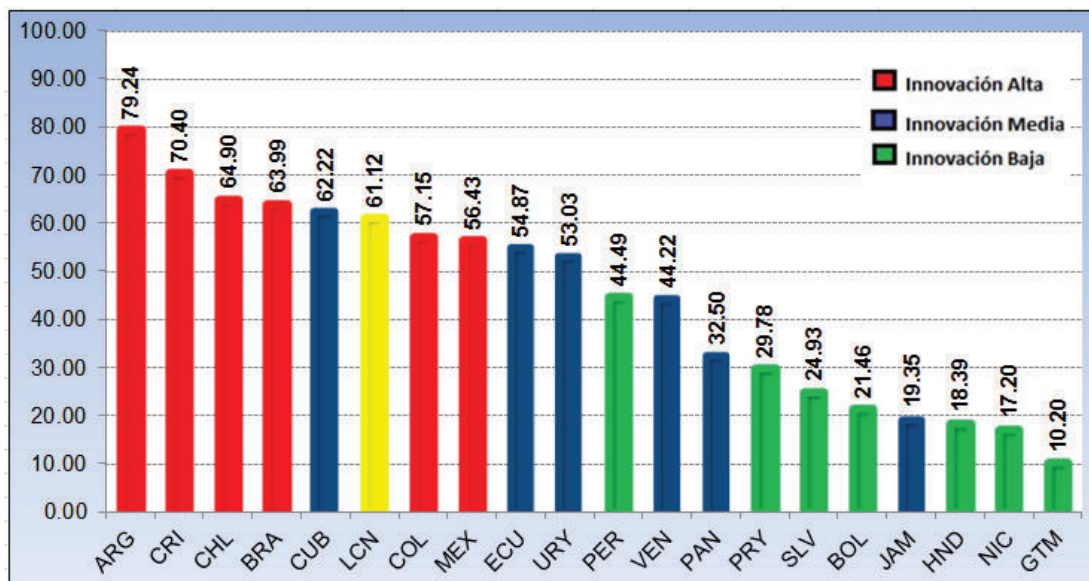
Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		8.0166	8.0166	4.0083	6.20	0.009
Error	17		10.9834	10.9834	0.6461		
Total	19		19.0000				

Análisis de varianza para PI5, utilizando SC ajustada para pruebas

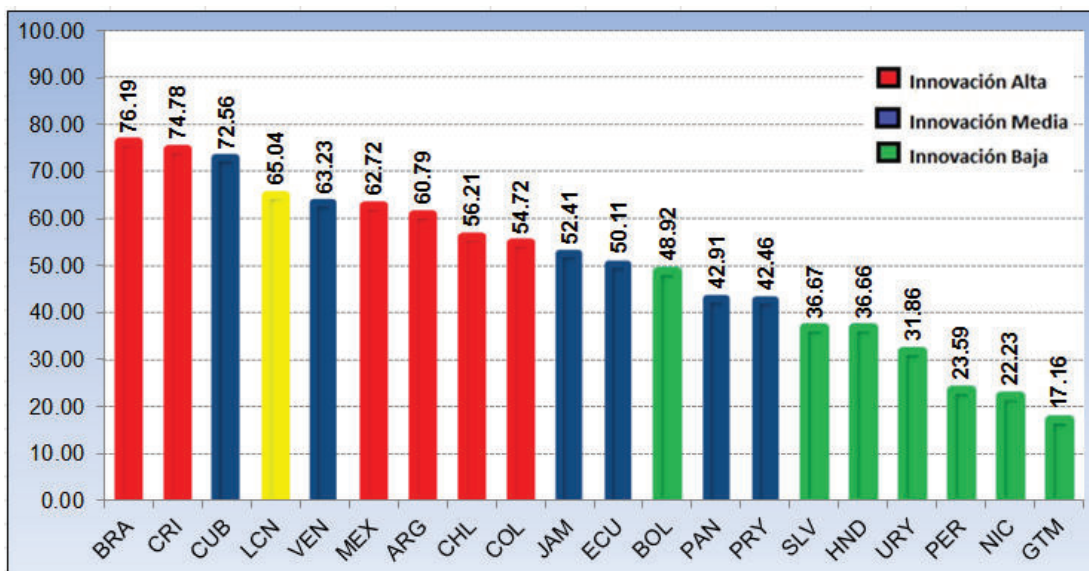
Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Cluster	2		11.7183	11.7183	5.8591	13.68	0.000
Error	17		7.2817	7.2817	0.4283		
Total	19		19.0000				

**Anexo 7.-** Sub-índices de Innovación y Emprendimiento con respecto a la clusterización.

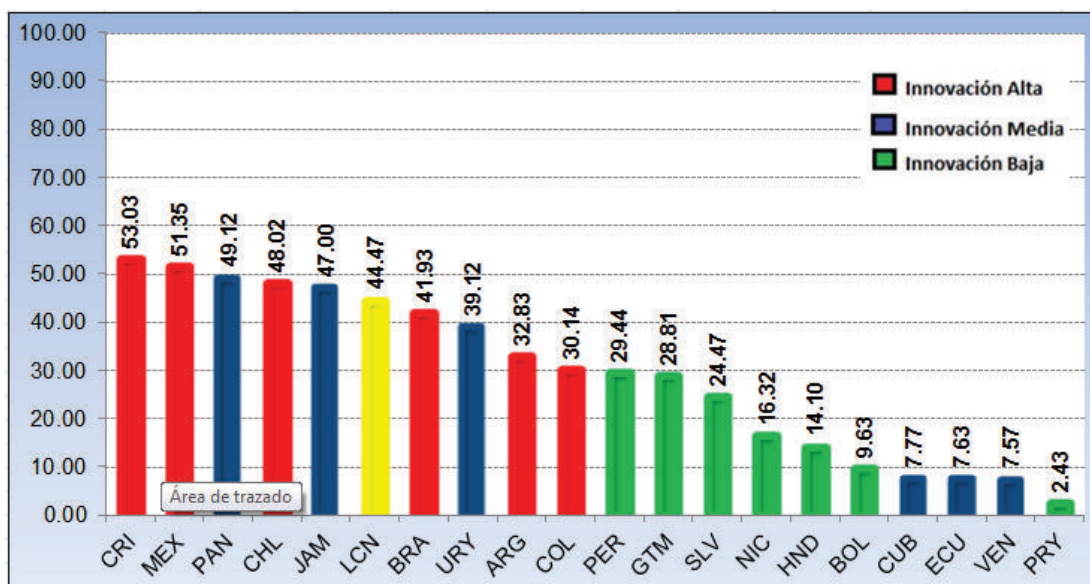
**Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Capital Humano y Educación ( $Y_{RH}$ ) y al modelo de clusterización.**



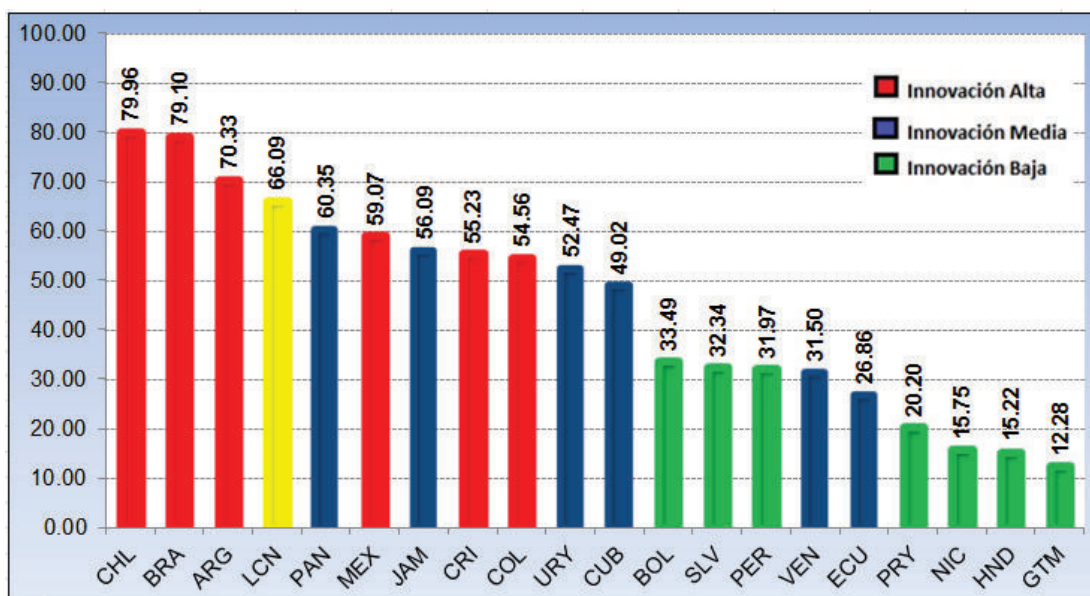
**Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Recursos Económicos ( $Y_{RE}$ ) y al modelo de clusterización.**



Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Ciencia, Tecnología e Innovación ( $Y_{CT}$ ) y al modelo de clusterización.



Índice de Innovación y Emprendimiento (Y) en relación a las variables de Propiedad Intelectual ( $Y_{PI}$ ) y al modelo de clusterización.



## Anexo 8.- Principales datos del ACP.

### Análisis de componente principales: RH1, RH2.....PI4, PI5

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3.2701	1.2708	0.8976	0.1699	0.1461	0.1293	0.0923	0.0584
Proporción	0.514	0.264	0.135	0.069	0.006	0.004	0.003	0.002
Acumulada	0.514	0.778	0.913	0.982	0.988	0.992	0.995	0.997

Valor propio	0.0409	0.0051	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Proporción	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Acumulada	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Valor propio	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Proporción	0.001	0.000	0.000	0.000
Acumulada	1.000	1.000	1.000	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
RH1	0.196	0.043	-0.189	-0.517	-0.179	0.130	0.304	0.360	0.053
RH2	0.263	0.135	0.047	0.145	0.281	-0.357	0.340	0.149	-0.085
RH3	0.275	0.074	0.294	0.012	0.093	0.040	0.177	-0.011	-0.052
RH4	0.286	0.080	0.252	-0.225	-0.052	0.061	0.189	-0.014	0.009
RH5	0.129	-0.096	0.254	0.445	0.171	0.662	-0.021	0.076	-0.012
RE1	0.215	0.236	-0.031	0.154	0.306	-0.382	-0.310	0.194	0.335
RE2	0.254	0.184	-0.144	-0.139	0.275	0.184	-0.052	0.239	-0.358
RE3	0.012	0.398	-0.265	0.249	-0.196	0.135	0.148	-0.426	-0.070
RE4	0.281	-0.149	0.286	0.084	-0.115	-0.110	-0.117	-0.144	-0.041
RE5	0.128	0.435	-0.024	0.091	-0.302	-0.132	0.140	-0.263	0.049
CT1	0.145	-0.412	-0.088	0.018	0.128	-0.288	-0.108	-0.284	-0.373
CT2	0.139	0.010	-0.528	0.016	0.276	0.095	0.081	-0.235	-0.113
CT3	0.200	-0.126	0.033	-0.382	0.237	0.195	-0.045	-0.468	0.569
CT4	0.025	0.428	0.301	-0.038	0.270	0.043	-0.059	-0.093	-0.097
CT5	0.242	-0.076	-0.148	0.353	-0.291	-0.049	-0.013	0.253	0.424
PI1	0.308	-0.120	0.073	0.006	-0.297	-0.024	0.144	-0.091	-0.126
PI2	0.320	-0.040	-0.026	-0.079	-0.022	-0.048	-0.355	-0.125	-0.033
PI3	0.210	0.203	-0.194	-0.109	-0.231	0.189	-0.591	0.137	-0.137
PI4	0.202	-0.183	-0.357	0.215	0.195	0.111	0.223	0.076	0.131
PI5	0.300	-0.185	0.048	0.071	-0.223	-0.011	0.035	-0.013	-0.141

Variable	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17
RH1	0.021	0.299	0.149	0.005	-0.253	-0.001	-0.170	0.212
RH2	0.015	-0.107	-0.097	-0.076	-0.601	-0.007	0.105	-0.163
RH3	0.578	0.036	-0.378	0.177	0.196	-0.029	0.011	0.397
RH4	-0.114	0.019	0.260	0.414	0.299	0.288	-0.157	-0.442
RH5	0.023	0.250	0.147	0.131	-0.258	-0.050	0.024	-0.104
RE1	0.076	0.183	0.272	0.093	0.096	0.107	0.177	-0.090
RE2	0.191	-0.207	0.143	-0.431	0.380	-0.120	0.087	-0.129
RE3	0.253	-0.045	0.343	-0.210	-0.099	0.351	-0.047	0.081
RE4	-0.095	0.090	0.118	-0.278	0.073	-0.471	-0.153	-0.076
RE5	-0.091	0.413	-0.222	0.074	0.152	-0.295	0.163	-0.096
CT1	0.186	0.299	-0.077	0.015	-0.022	0.312	-0.335	-0.098
CT2	-0.076	-0.249	-0.029	0.493	-0.006	-0.412	-0.120	-0.054
CT3	0.099	-0.117	-0.135	-0.220	-0.122	0.055	0.116	-0.122
CT4	-0.476	-0.173	-0.212	-0.060	-0.012	0.184	-0.411	0.248
CT5	0.126	-0.337	-0.080	0.000	0.095	0.026	-0.475	0.026
PI1	-0.149	-0.159	0.027	-0.239	-0.113	-0.085	-0.026	-0.159
PI2	-0.134	0.065	0.375	0.104	-0.126	-0.091	0.009	0.546
PI3	0.038	0.071	-0.428	0.034	-0.231	0.137	0.011	-0.247
PI4	-0.386	0.353	-0.235	-0.242	0.278	0.198	0.055	0.128
PI5	-0.211	-0.332	-0.068	0.174	0.063	0.278	0.553	0.169

Variable	PC18	PC19	PC20
RH1	-0.264	-0.234	-0.096
RH2	0.008	0.254	0.219
RH3	0.092	0.126	-0.237
RH4	0.074	0.316	0.070
RH5	-0.002	-0.221	0.078
RE1	-0.035	-0.279	-0.355
RE2	0.034	-0.130	0.279
RE3	-0.168	0.141	-0.161
RE4	-0.529	0.256	-0.197
RE5	0.063	-0.260	0.368
CT1	-0.072	-0.299	0.161
CT2	-0.078	-0.052	-0.188
CT3	-0.020	-0.082	0.122
CT4	-0.098	-0.214	-0.054
CT5	-0.025	-0.098	0.276
PI1	0.569	-0.270	-0.451
PI2	0.333	0.229	0.290
PI3	-0.030	0.227	-0.114
PI4	0.071	0.298	-0.110
PI5	-0.373	-0.223	0.058

