



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

“Modelo comparativo de factores internos y externos para la creación de emprendimientos de base científica tecnológica en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Miguel Andrés Sarmiento Tito

CI: 0106027618

Correo electrónico: miguelst1997@gmail.com

Director:

Ing. Paola Fernanda Vintimilla Álvarez, Mgt

CI: 0105097570

Cuenca, Ecuador

20-enero-2022



Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo para comparar la madurez de los proyectos de investigación, intención emprendedora de los investigadores y el nivel de madurez del entorno de las Instituciones de Educación Superior del Ecuador para la creación de emprendimiento de base científica-tecnológica. Este modelo se basa en variables y sub variables de estudio adaptadas a partir de bibliografía, que responde a estudios previos del proyecto “Hacia un modelo sistémico para la creación de emprendimientos de base científico tecnológico en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador” y que han sido insumos para este modelo. Para la asignación y validación de pesos de las distintas sub variables se utilizó el método Delphi a cargo de expertos del emprendimiento que laboran en diferentes Universidades del Ecuador. Para el procesamiento de datos se optó por utilizar la metodología de Análisis de Decisión Multicriterio la cual utiliza matrices y cálculos algebraicos para obtener una calificación objetiva y numérica. Una vez establecidas los componentes de estudio y las variables a analizar, se diseñó un instrumento que permita unificar toda la información y evaluar las instituciones de manera simultánea y comparativa bajo los mismos parámetros. En la validación del modelo con tres Instituciones de Educación Superior del país se determinaron correlaciones entre subvariables y se identificaron los factores claves necesarios para tener un entorno beneficioso en la creación de emprendimientos de base científica-tecnológica. Se ha determinado que un entorno o ecosistema emprendedor favorable para las IES fomenta una mejor intención emprendedora de sus investigadores, dando como resultado proyectos de investigación con mayor nivel de madurez para la creación de emprendimientos de base científica tecnológica en el Ecuador.

Palabras clave

Análisis multicriterio. Ecosistema emprendedor. Intención emprendedora. Modelo comparativo. Nivel de madurez.



Abstract

The objective of this work is to design a model to compare the maturity of research projects, entrepreneurial intention of researchers, and the maturity level of the environment of Higher Education Institutions (HEI) of Ecuador to create scientific technological based ventures. This model is based on variables and sub variables adapted from bibliography as inputs for this model, which reply to previous studies of the project "Towards a systemic model for the creation of scientific-technological-based ventures in Higher Education Institutions of Ecuador". To validate the variables and sub variables weights, the Delphi method has been used with experts from different Ecuadorian. The Multicriteria Decision Analysis methodology, which uses matrices and algebraic calculations to obtain an objective and numerical rating was used to data processing. Once the components and variables had been established, an instrument was designed to unify all the information and to evaluate the institutions simultaneously and comparatively under the same parameters. The validation was done with three Higher Education Institutions of the country; correlations between sub variables were determined, and the key factors for beneficial environment in the creation of science-technology-based ventures were identified. The model helped to determine that a favorable entrepreneurial environment or ecosystem for HEIs promotes a better entrepreneurial intention of the researchers; as a result, there would be research projects with a higher maturity level for the creation of technology-scientific-based ventures in Ecuador.

Keywords

Multi-criteria analysis. Entrepreneurial ecosystem. Entrepreneurial intention. Comparative model. Maturity level.



Contenido

1. Introducción	9
2. Materiales y métodos	12
2.1 Población de estudio	13
2.2 Delimitación de componentes del modelo comparativo	14
2.2.1 Evaluación intención emprendedora	14
2.2.2 Evaluación nivel de madurez de los proyectos de investigación	15
2.2.3 Evaluación nivel de madurez del ecosistema de emprendimiento e innovación de las IES.	17
2.3 Validación de pesos y variables del modelo comparativo	18
2.4 Procesamiento de datos mediante análisis de decisión multicriterio	18
2.5 Análisis de correlación de variables	21
2.6 Correlación de variables.	22
2.6.1 Correlación de variables Intención emprendedora de los investigadores.	23
2.6.2 Correlación de variables nivel de madurez de proyectos de investigación.	23
2.6.3 Correlación de variables nivel de madurez del ecosistema de emprendimiento	24
2.7 Delimitación de factores claves	25
3 Resultados y discusiones	25
3.2 Modelo comparativo	28
3.3 Validación del modelo	29
4 Conclusiones:	29
5 Agradecimiento	31
6 Referencias	32
7 Anexos	34



Listado de tablas

Tabla 1. Variables y pesos nivel de intención emprendedora..... 15

Tabla 2. Variables y pesos nivel de madurez de proyectos de investigación. 17

Tabla 3. Variables y pesos nivel de madurez del entorno de las IES 18

Tabla 4. Matriz de decisión típica..... 19

Tabla 5. Ejemplo escala de Likert..... 19

Tabla 6. Matriz de decisión típica con ejemplo de categoría Beneficioso-No beneficioso. 20

Tabla 7. Ejemplo de matriz de decisión típica con ponderación de peso. 21

Tabla 8. Categoría según coeficiente de correlación r..... 22

Listado de figuras

Figura 1. Índice TEA en el Ecuador a partir del año 2012. 9

Figura 2. Grado académico de los emprendedores en el Ecuador. 10

Figura 3. Número de publicaciones científicas ecuatorianas y su contribución porcentual en Latinoamérica. 11

Figura 4. Esquema metodológico propuesto..... 12

Figura 5. Curva S como representación de ciclos de vida de proyectos..... 15

Figura 6. Guía ilustrativa de metodología Technology Readiness Levels – TRL. 16

Figura 7. Diagrama de relación variables intención emprendedora. 23

Figura 8. Diagrama de relación variables nivel de madurez proyectos de investigación..... 24

Figura 9. Diagrama de relación de variables nivel de madurez entorno de las IES. 24

Figura 10. Base del modelo comparativo. 26

Figura 11. Sub variables dentro del modelo comparativo. 26

Figura 12. Disposición de subvariables en el modelo comparativo..... 27

Figura 13. Barras de calificación de sub variables del modelo comparativo..... 28

Figura 14. Modelo comparativo propuesto para medir el nivel de madurez de los proyectos de investigación, intención emprendedora de los investigadores y nivel de madurez del entorno.. 28



Listado de ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo de valor No Beneficioso AMC	20
Ecuación 2. Cálculo de valor Beneficioso AMC	20
Ecuación 3. Ecuación de selección de mejor alternativa en base a la suma producto de las opciones.	21
Ecuación 4. Coeficiente de correlación de Pearson.	22



Cláusula de Propiedad Intelectual

Miguel Andrés Sarmiento Tito, autor del trabajo de titulación “Modelo comparativo de factores internos y externos para la creación de emprendimientos de base científica tecnológica en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 20 de enero de 2022

Miguel Andrés Sarmiento Tito

C.I: 0106027618



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Miguel Andrés Sarmiento Tito en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Modelo comparativo de factores internos y externos para la creación de emprendimientos de base científica tecnológica en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 20 de enero de 2022

Miguel Andrés Sarmiento Tito

C.I: 0106027618

1. Introducción

El emprendimiento es un componente fundamental de la estructura económica latinoamericana, generalmente es la respuesta a la alta tasa de desempleo que enfrenta la región. En consecuencia, el trabajo por cuenta propia se convierte en un método alternativo para obtener ingresos. En Latinoamérica el 28,7% de la población económicamente activa son emprendedores (Corporación Andina de Fomento, 2013).

Ecuador es el país latinoamericano con mayor tasa de creación de empresas de la región. Como se puede observar en la figura 1 el Índice de Actividad de Emprendimiento Temprano (TEA) para el país ha sido del 36,2% en el 2019, lo que significa que aproximadamente un tercio de los adultos administran la propiedad de una empresa durante al menos 3,5 años (Cámara ecuatoriana del comercio electrónico, 2020).



Figura 1. Índice TEA en el Ecuador a partir del año 2012. Fuente: (Cámara Ecuatoriana del comercio electrónico, 2020)

Adicional, en el país el comportamiento del indicador no ha variado de manera significativa en los últimos años lo cual significa que a pesar del paso del tiempo se tiene una fuerte cultura emprendedora (Zamora, 2018).

El emprendimiento ecuatoriano se orienta principalmente a actividades comerciales, productos y servicios vendidos en el mercado interno. Sin embargo, se tiene como dato que en el país la tasa de fracaso de emprendimientos es del 80% (NotiMundo, 2019).

A la par, diversos estudios han posicionado al Ecuador como uno de los países con mayor diversidad de tipos de emprendimientos, pero la falta de conocimiento y administración no permiten que prospere dichos negocios. Lo anteriormente mencionado es debido a que, en el país la mayoría de emprendimientos son creados por necesidad o falta de recursos económicos mas no por oportunidad. Todo esto refleja en el emprendimiento ecuatoriano un bajo nivel de innovación y altas tasas de fracaso. (Erazo, 2014).

El informe Global Entrepreneurship Monitor (GEM) realizado al Ecuador en el año 2012 (figura 2), muestra como resultado que más del 60% de los emprendedores ecuatorianos tienen un nivel educativo entre secundaria y universidad incompleta. Con respecto a títulos de tercer nivel sólo el 10% de los emprendedores tiene formación universitario completa; la participación de la población con posgrado es despreciable. (Landsale & Abad, 2012).

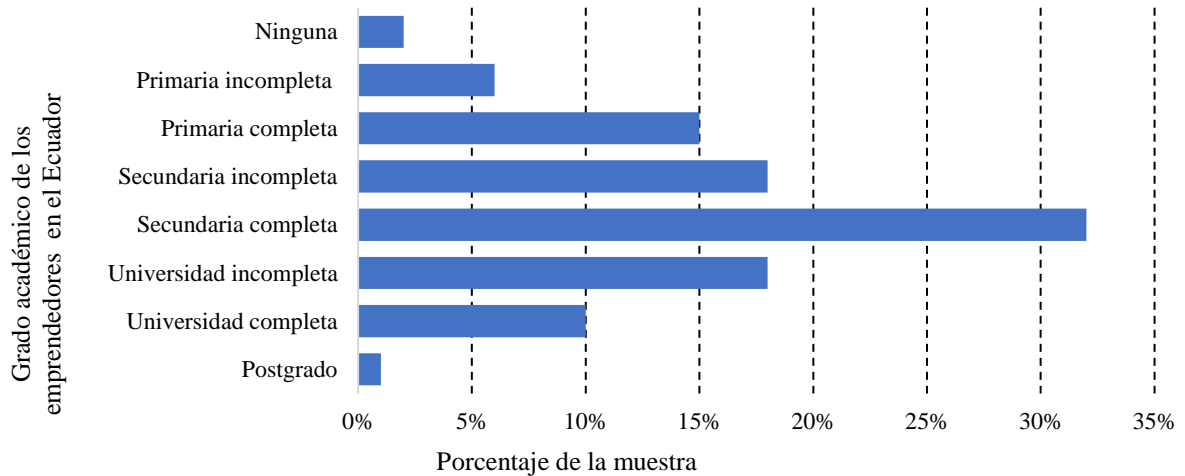


Figura 2. Grado académico de los emprendedores en el Ecuador. Fuente: (Landsale & Abad, 2012)

A pesar de ser despreciable la cantidad de emprendedores con título de posgrado, en el Ecuador, dentro de sus Instituciones de Educación Superior (IES) existe un incremento constante de la cantidad de investigadores académicos; entre los años 2005 y 2015 el país se tuvo un incremento del 89% de profesionales con título de tipo doctorado (Minalla, 2011).

Para Camino (2017) a partir del año 2008, el modelo académico de educación superior del país ha tenido un impacto positivo en el desarrollo de científicos universitarios activos debido a las reformas institucionales que apoyan a la investigación científica nacional.

Como se observa en la figura 3, el incremento de publicaciones científicas ecuatorianas tiene un comportamiento creciente desde el año 2011, significando un aumento porcentual en la participación de publicaciones latinoamericanas, aproximadamente tres veces más en menos de diez años (Castillo & Powell, 2018).

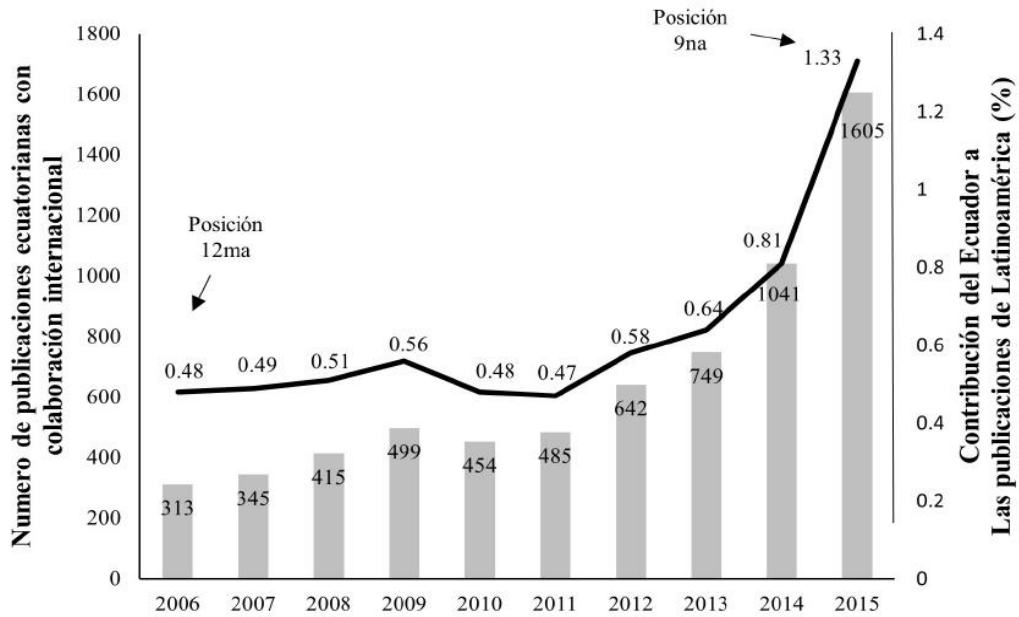


Figura 3. Número de publicaciones científicas ecuatorianas y su contribución porcentual en Latinoamérica. Fuente: (Castillo & Powell, 2018)

Los proyectos de investigación del país en su gran mayoría se realizan únicamente de manera investigativa, careciendo de estrategias que permita incorporar los resultados al mercado laboral. Es decir, se cuenta con una cantidad alta de investigadores con título PhD, pero escasos productos y servicios que otorguen beneficios para la sociedad local (Villavicencio, 2018)

Para Milia (2014) el papel de la educación superior en el desarrollo de la investigación, tecnología e innovación deben enfocarse en satisfacer las necesidades de las comunidades mediante el uso de emprendimientos de base tecnológica científica.

Gómez (2019) define el término Emprendimiento de Base Tecnológica (EBT) como aquellas organizaciones basadas en la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, con la utilización de técnicas modernas de administración de negocios para la creación de productos y servicios donde la tecnología se considera nueva o innovadora. Adicional incluye en la definición a aquellas empresas que generan su propia tecnología, el valor agregado al producto por el contenido tecnológico es muy elevado, por lo cual puede manejar más ágilmente la tecnología y monitorear mejor al cliente.

Sin embargo, en la última década los proyectos de emprendimiento de base científica tecnológica quedan únicamente investigaciones o planes de acción que buscan resolver una problemática identificada sin finalmente ser realizados. Debido a la falta de apoyo económico y administrativo no se desarrollan en su totalidad por lo que tienen un impacto poco significativo en la población en general y sus miembros de la comunidad (Espinoza, 2012).

El gobierno ecuatoriano ha intentado recurridas veces impulsar los emprendimientos de base científica tecnológica. Dentro de sus propuestas presentó en el año 2015 un decreto para la construcción de un fondo de capital de riesgo que permita impulsar ideas innovadoras a través de un fideicomiso constituido por fondos de inversión públicos y privados. Sin embargo, no se han generados emprendimientos sostenibles a largo plazo. (MCPEC, 2015)

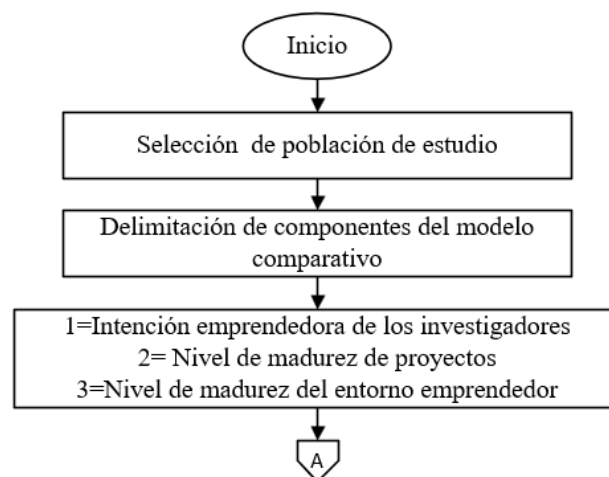
Hasta el momento no existen estudios que midan el nivel de éxito de los proyectos de investigación en el Ecuador ni mucho menos alguna metodología que compare dichos proyectos entre ellos, únicamente se tiene registro de casos de éxito por parte de emprendimientos sociales y empresariales con un enfoque de innovación y desarrollo (Donoso, 2016).

Dentro del proyecto “Hacia un modelo sistémico para la creación de emprendimientos de base científico-tecnológico en las IES del Ecuador” se busca realizar un análisis de la situación actual de los proyectos de investigación y proponer una hoja de ruta para impulsar el desarrollo de dichos emprendimientos y transferirlos a la comunidad para su beneficio.

Este trabajo propone crear un modelo comparativo el cual permita realizar un diagnóstico de la situación actual de las Instituciones de Educación Superior del Ecuador para la creación de emprendimientos de base científica-tecnología analizando la madurez de proyectos de investigación, intención emprendedora de los investigadores y el nivel de madurez de los ecosistemas de las IES.

2. Materiales y métodos

Basado en Hernández, Fernández & Baptista (2010) el estudio en cuestión debe realizarse con un enfoque correlacional-explicativo en base a un análisis cuantitativo. Por lo cual se propone seguir la metodología planteada en la figura 4 con la finalidad de comparar distintas entidades bajo los mismos parámetros, y así contrastar diferencias significativas.



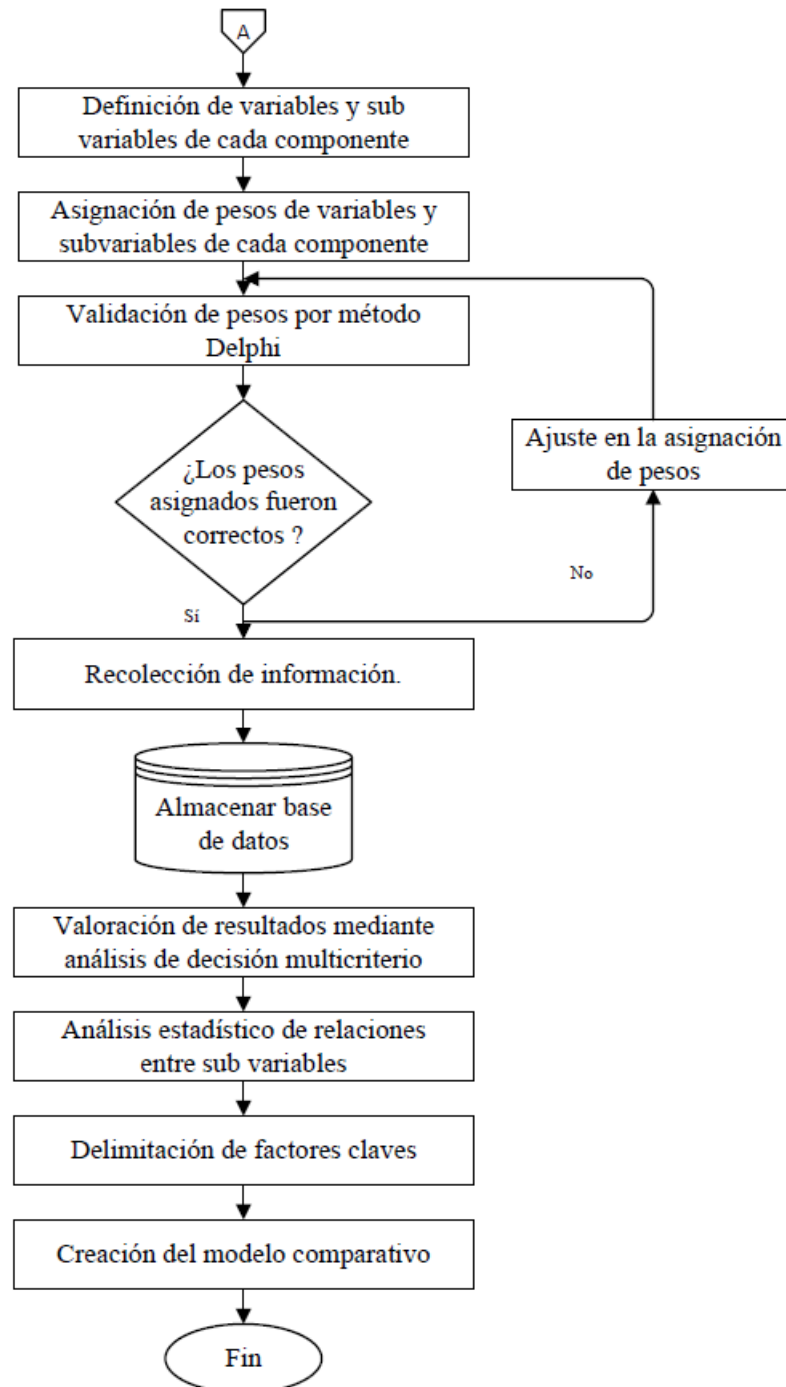


Figura 4. Esquema metodológico propuesto. Fuente: Elaboración propia.

2.1 Población de estudio

La población para el presente estudio está conformada por Instituciones de Educación Superior de distintas provincias del Ecuador y sus investigadores. Los participantes se seleccionaron mediante muestreo no probabilístico por conveniencia; es decir por la accesibilidad para la recopilación de información necesaria.



2.2 *Delimitación de componentes del modelo comparativo.*

Como se mencionó previamente, el presente ensayo académico surge a partir del proyecto “Hacia un modelo sistémico para la creación de emprendimientos de base científico-tecnológico en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador” donde se delimitó los componentes que influyen en dichos emprendimientos. Se tiene componentes externos: como el nivel de madurez del ecosistema emprendedor e interno como el nivel de madurez de los proyectos de investigación y la intención emprendedora de los investigadores. La propuesta del modelo es unificar la información recopilada previamente por el proyecto, tomando las variables y datos obtenidos en diferentes investigaciones que forman parte del mismo.

2.2.1 *Evaluación intención emprendedora*

La intención emprendedora se define como el deseo de iniciar un negocio propio influenciado principalmente por factores como el núcleo familiar, experiencia laboral y educación en la administración de negocios comerciales. El objetivo de conocer el nivel de intención emprendedora es dirigir el enfoque y experiencia del individuo hacia un comportamiento empresarial planificado y ejecución de negocios rentables (Hernán, 2019).

El presente ensayo académico, se basó en variables definidas y datos obtenidos por parte del proyecto de investigación las cuales están relacionadas con la intención emprendedora tomando como referencia el perfil de un científico-emprendedor propuesto por Mejía (2012).

- Perfil demográfico: orientado a la recopilación de información general del investigador como edad y género.
- Perfil científico: orientado a la recopilación de información de formación académica, preparación profesional y desempeño laboral.
- Perfil emprendedor: orientado a la recopilación de información de aspectos que influyen directamente en la aptitud y actitud del investigador en el ámbito del emprendimiento, experiencia en la creación de empresas, y disponibilidad de recursos.

Las variables a utilizar y los pesos a utilizar en el modelo se puede ver en la tabla 1.

Tabla I Variables y pesos nivel de intención emprendedora.

Variable	Sub variable	Peso sub variable	Peso variable
Perfil Demográfico	Edad	2%	2%
	Género	0%	
Perfil Emprendedor	Competencias emprendedoras	9%	55%
	Barreras	9%	
	Entorno familiar	3%	
	Motivaciones	8%	
	Recursos disponibles	12%	
	Percepción del riesgo	6%	
	Visión emprendedora	8%	
Perfil científico	Antecedentes laborales	7%	43%
	Calidad científica	4%	
	Categoría del investigador en las IES	5%	
	Experiencia emprendedora en la IES	6%	
	Experiencia en Investigación y Desarrollo	5%	
	Experiencia en la creación de empresas	6%	
	Formación académica	6%	
	Pertenencia a grupos de investigación	4%	

Fuente: Elaboración propia basado en Mejía (2012)

2.2.2 Evaluación nivel de madurez de los proyectos de investigación

El nivel de madurez de un proyecto independientemente de la naturaleza del mismo, tiende a compartir un ciclo de vida común denominado “curva S”. Como se puede observar en la figura 5, la trayectoria abarca cuatro momentos: introducción, crecimiento, madurez y declive. La madurez de los proyectos de investigación tiene un enfoque tecnológico. (Ortero, 2017).

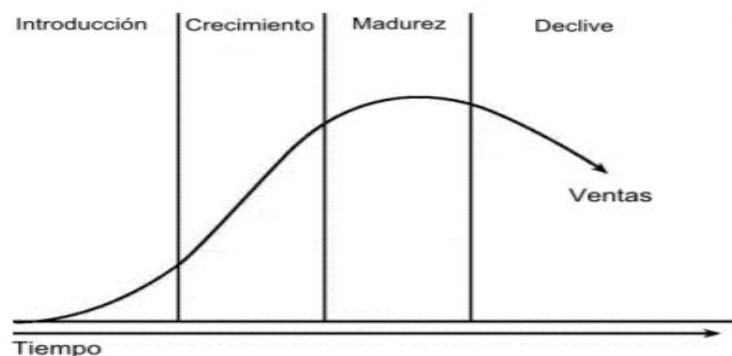


Figura 5. Curva S como representación de ciclos de vida de proyectos. Fuente: (Ortero, 2017)

Dentro del proyecto donde se desarrolló el presente ensayo académico, se creó un modelo basado en la metodología Technology Readiness Level (TRL) para medir el nivel de madurez de los proyectos de investigación que pueden convertirse en spinoffs en las IES. El modelo mencionado permite calificar de manera cuantitativa proyectos de carácter técnico y social, incluyendo la percepción del director del proyecto de investigación. (Pérez, 2021)

Como resultado cada proyecto analizado se categoriza dentro de 9 niveles preestablecidos como se puede observar en la figura 6 (Zambrano, 2014).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Principios básicos observados y reportados	Se formulan conceptos de la aplicación de la tecnología	Se ha probado el concepto y las funciones críticas	Prueba de componentes y montajes para validar en un laboratorio	Prueba de componentes y montajes para validar en un entorno real	Prototipo para demostrar la tecnología / Solución	Prototipo Funcional para asegurar solución confiable	Sistema completo	Sistema completo desarrollado e integrado a otros sistemas
Se identifica que algún tipo de investigación científica se puede aplicar	La aplicación práctica de la tecnología no ha sido probada a nivel experimental	Se han montado pruebas de laboratorio en contexto y escala apropiado para validar predicciones analíticas	Se montan los elementos de la tecnología y otros sub-sistemas en el laboratorio	Se montan los elementos de la tecnología y la solución completa para probarla en un entorno real o muy bien simulado	Demostrar la tecnología en un ambiente real	Asegurar calidad y funcionalidad de todo el sistema	Integración completa de todo el sistema de tecnologías y otros elementos que componen la solución completa	Resolver últimos problemas o 'bugs' para afinar y optimizar el desempeño integral de la solución.

Figura 6 Guía ilustrativa de metodología Technology Readiness Levels – TRL. Fuente: (Zambrano, 2014)

Para el presente ensayo académico se ha utilizado las variables, subvariables y sus pesos obtenidos por parte de estudio de Pérez (2021) para la creación de su modelo de nivel de madurez, dando como resultado la tabla 2.

Tabla 2. Variables y pesos nivel de madurez de proyectos de investigación.

Variables	Sub variable	Peso sub variable	Peso variable
<i>Elementos técnicos</i>	Calidad	5%	
	Componentes	7%	
	Desarrollo de la solución	9%	
	Diseño de la solución	6%	
	Documentación	3%	
	Estado del arte	6%	59%
	Experimentación	12%	
	Limitaciones / fallas	4%	
	Prototipado	3%	
	Riesgos	2%	
	Tramites de acreditación	2%	
<i>Recursos disponibles</i>	Capacitación	10%	
	Recursos	2%	12%
<i>Modelo de negocio</i>	Beneficiarios	13%	
	Comercialización	2%	
	Costos	3%	
	Inversión	3%	29%
	Propuesta de valor	3%	
	Transferencia	5%	

Fuente: Elaboración propia basado en Pérez (2021).

2.2.3 Evaluación nivel de madurez del ecosistema de emprendimiento e innovación de las IES.

En el entorno emprendedor-empresarial se conoce la interacción de factores o variables que contribuyen al crecimiento económico y la formación de productos o servicios. Estas relaciones dependen, principalmente, de las condiciones específicas del entorno a nivel nacional. El contexto del emprendedor está en constante evolución desde su concepción, y puede ser analizado desde diferentes perspectivas. Los factores institucionales adquieren una gran relevancia ya que deben estar enfocados en la actividad emprendedora, la competitividad de los países y su nivel de desarrollo (Martínez, 2015).

Para el presente ensayo académico se utilizará la información recolectada por parte del proyecto CEPRA-CEDIA “Hacia un modelo sistémico para la creación de emprendimientos de base científico tecnológico en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador”. Dicha información mencionada previamente ha sido delimitada con el estudio de Markuerkiaga (2017), el cual realizó un modelo de madurez de emprendimiento académico (Para facultades tecnológicas) llamado UNEK analizando las actividades que contribuyen al entorno emprendedor. Las variables y sub variables a utilizar con sus respectivos pesos se detallan en la tabla 3.



Tabla 3. Variables y pesos nivel de madurez del entorno de las IES

Variable	Sub variable	Peso sub variable	Total sub variable
<i>Entorno de las IES</i>	Entorno Institucional	13%	19%
	Entorno Industrial	6%	
<i>Recursos de las IES</i>	Capital Emprendedor	9%	19%
	Desarrollo de los actores clave	5%	
	Presencia de organizaciones empresariales	5%	
<i>Procesos de las IES</i>	Apoyo a la gestión	8%	62%
	Apoyo universitario del proceso de emprendimiento	6%	
	Diseño organizativo	8%	
	Educación emprendedora	5%	
	Internacionalización	6%	
	Metodologías de enseñanza activa	2%	
	Misión y estrategia	18%	
	Políticas universitarias	9%	

Fuente: Elaboración propia basado en Markuerkiaga (2017).

2.3 Validación de pesos y variables utilizados en el modelo comparativo.

Para la validación de las variables y sus pesos seleccionados en la creación del modelo comparativo se utilizó el método Delphi a cargo de expertos en la creación de emprendimientos, proyectos de investigación y el entorno emprendedor en el país. A través de varias sesiones participaron profesionales en áreas como: vicerrectorado de investigación, centros de emprendimiento e innovación, planificación, transferencia, administrativos, docentes e investigadores pertenecientes a distintas IES del Ecuador.

2.4 Procesamiento de datos mediante análisis de decisión multicriterio

Para Romero (2006) el Análisis de Decisión Multicriterio (ADMC) es una herramienta racional y objetiva que no solo puede mejorar la comprensión del proceso de toma de decisiones basado en la selección de diversas opciones, sino que también aborda de manera comparativa todas las opciones posibles para optar por aquella que otorgue un mayor beneficio según un cálculo matemático.

En el presente ensayo académico se optó por utilizar la metodología de Triantaphyllou (1998) para realizar un AMC a cada dimensión de intención emprendedora, nivel de madurez y ecosistema de proyectos de investigación de las IES participantes. La metodología ha seguido los siguientes pasos:

1) Se ha creado una matriz (Tabla 4) donde las filas representen las Instituciones de Educación Superior y las columnas las variables a comparar que fueron previamente establecidas.

Tabla 4. Matriz de decisión típica.

Alt	C_1	C_2	C_3	...	C_N
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1N}
A_1	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2N}
A_1	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3N}
.
.
.
A_M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	...	a_{MN}

Fuente: Elaboración propia.

2) Se han utilizado valores únicamente cuantitativos, en caso de existir datos cualitativos o información subjetiva, esta información fue transformada a valores numéricos mediante una escala de Likert como ejemplo la Tabla 5.

Tabla 5. Ejemplo escala de Likert

Variable cualitativa	Valor
Totalmente desacuerdo	1
Parcial desacuerdo	2
Indiferente	3
Parcial acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente: Elaboración propia

3) Posteriormente se ha clasificado cada columna en dos categorías: categoría beneficioso y no beneficioso (Tabla 6), si el valor numérico de una columna es directamente proporcional al valor del criterio se categoriza beneficioso, en caso de ser inversamente proporcional se categoriza como no beneficioso. Por ejemplo, tener cursos con relación al emprendimiento es un valor beneficioso debido a que teóricamente tener un mayor número contribuye al desarrollo emprendedor, mientras que, el número de problemas al realizar el prototipo del proyecto es un valor no beneficioso debido a que este debería ser el mínimo posible.

Tabla 6. Matriz de decisión típica con ejemplo de categoría Beneficioso-No beneficioso.

	No Beneficioso	Beneficioso		
Alt	Número de problemas al realizar un prototipo	Cursos realizados de emprendimiento	...	C_N
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1N}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2N}
A_3	a_{31}	a_{23}	...	a_{3N}
.
.
.
A_M	a_{M1}	a_{M2}	...	a_{MN}

Fuente: Elaboración propia

4) Cada columna ha sido sometida a una operación aritmética obtenida de la bibliografía según su clasificación previa, en caso de tener un beneficio inversamente proporcional según su puntaje se usó la ecuación 1 o en caso de tener un beneficio directamente proporcional se usó la ecuación 2

Ecuación 1. Cálculo de valor No Beneficioso AMC

$$\text{Valor No Beneficioso} = \frac{\text{Min}(X_{ij})}{X_{ije}}$$

Fuente: (Triantaphyllou, 1998)

Ecuación 2. Cálculo de valor Beneficioso AMC

$$\text{Valor Beneficioso} = \frac{X_{ij}}{\text{Max}(X_{ij})}$$

Fuente: (Triantaphyllou, 1998)

5) Posteriormente se ha otorgado un peso específico a cada variable analizada, la sumatoria de dichos pesos representa una sumatoria de 100% (Tabla 7).

Tabla 7. Ejemplo de matriz de decisión típica con ponderación de peso.

Peso	$W_{75\%}$	$W_{10\%}$	$W_{5\%}$		$W_{100\%}$
Alt	C_1	C_2	C_3	...	C_N
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1N}
A_1	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2N}
A_1	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3N}
.
.
.
A_M	a_{M1}	a_{M1}	a_{M1}	...	a_{MN}

Fuente: Elaboración propia

- 6) Finalmente se ha aplicado una mutilación tipo suma producto (Ecuación 3) de cada alternativa con su peso respectivo, obteniendo un valor de desempeño en unidad de porcentaje.

Ecuación 3. Ecuación de selección de mejor alternativa con base a la suma producto de las opciones.

$$A_{\text{suma producto}} = \sum_{j=1}^N q_{ij} w_{ij}, \quad \text{Para } i = 1, 2, 3, \dots, M.$$

Fuente: (Triantaphyllou, 1998)

2.5 Análisis de correlación de variables

Para Selvanathan (2020) una vez obtenido los datos de las variables dentro de IES, sugiere que estas deben ser sometidas a un análisis de correlación para determinar si existe una influencia entre ellas. Para ello, debido a que la información obtenida por parte del proyecto no es jerarquizada, sigue una distribución estadística normal y las variables son de carácter continuo se realizó una correlación de Pearson.

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba estadística que mide la relación entre dos variables continuas, es decir que la presencia de una variable influya de manera directa o indirecta en el comportamiento de otra. Además, una correlación no significa causalidad, dicho de otro modo, pueden tener orígenes diferentes y no se necesitan de la una a la otra para existir de manera independiente. El coeficiente de correlación puede tomar un rango de valores entre uno positivo a uno negativo. Un valor positivo indica una correlación directamente proporcional mientras que un valor negativo es una relación inversa, en caso de ser cero no existe relación. (Spiegel, 2014).

Para el cálculo de la correlación se debe utilizar la ecuación 4 detallada a continuación:

Ecuación 4. Coeficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{N * (\Sigma XY) - (\Sigma X) * (\Sigma Y)}{\sqrt{(N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2)(N(\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2)}}$$

Siendo

N=Número de datos

X=Datos variable 1

Y=Datos variable 2

En la tabla 8 se puede observar las categorías de relación según el coeficiente de Pearson obtenido para clasificar el desempeño en Instituciones de Educación Superior según Selvanathan (2020).

Tabla 8. Categoría según coeficiente de correlación r.

Escala de coeficiente de correlación	Categoría de relación
$0.0 < r \leq 0.19$	Muy baja correlación
$0.2 \leq r \leq 0.39$	Baja correlación
$0.4 \leq r \leq 0.59$	Correlación moderada
$0.6 \leq r \leq 0.79$	Alta correlación
$0.8 \leq r \leq 1.00$	Muy alta correlación

Fuente: (Selvanathan, 2020)

2.6 Correlación de variables.

Para la construcción del modelo se ha propuesto incluir las correlaciones entre las variables seleccionadas mediante un estudio por muestreo de 3 Instituciones de Educación Superior en el Ecuador.

Con respecto a las de nivel de intención emprendedora se tuvo una muestra de 240 investigadores y para el nivel de madurez de proyectos de investigación una muestra 113. Para estos dos componentes se realizó pruebas de correlación a las variables delimitadas y se utilizó únicamente aquellas que tenían un valor mayor a 0.6 debido a que Selvanathan (2020) menciona que dicho coeficiente se considera una alta correlación en el desempeño de universidades o IES.

Con respecto al nivel de madurez del entorno la información recolectada fue a partir de 57 indicadores claves de rendimiento. A pesar de tener varios indicadores, el entorno analizado fue únicamente de 3 universidades. Becerio (2008) menciona que, en caso de tener pocos sujetos de análisis, pero sí una base de datos extensa, la metodología a optar para disminuir errores es reducir el rango de tolerancia al máximo posible. Para el presente estudio se replicó dicha metodología optando por valores de coeficiente r mayores a 0.9 en el caso de nivel de madurez del entorno de las IES.

Una vez recolectados datos y realizado los cálculos de correlación, se ha realizado una gráfica que permite visualizar cuales son las variables que influyen a otras para cada componente.

2.6.1 Correlación de variables Intención emprendedora de los investigadores.

Con respecto a las relaciones de intención emprendedora (Figura 7) se puede determinar que las competencias del investigador es la variable más crítica debido a que más variables están conectadas de manera directa o indirecta.

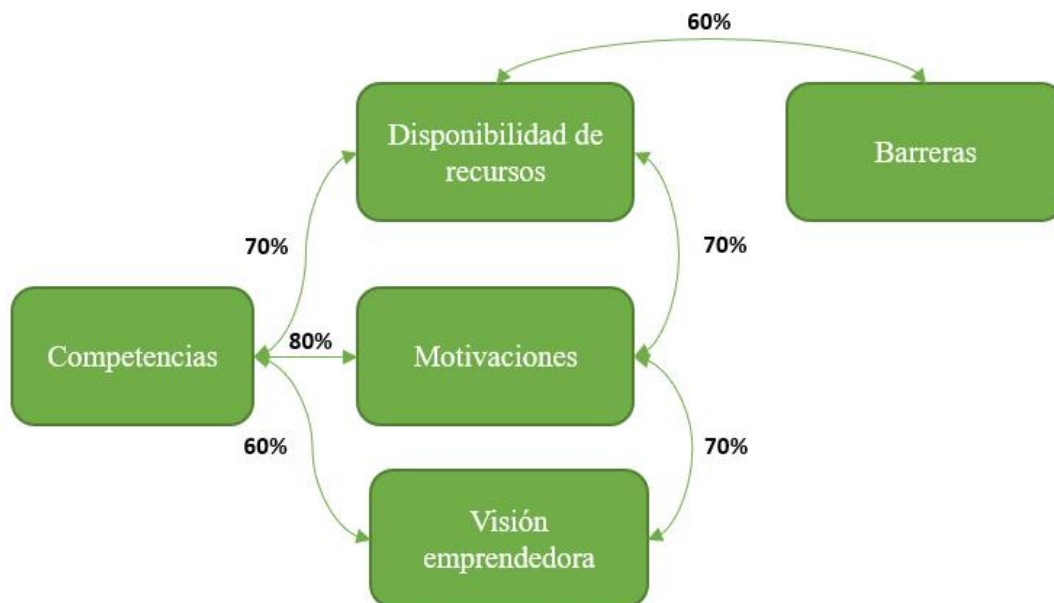


Figura 7, Diagrama de relación variables intención emprendedora. Fuente: Elaboración propia.

2.6.2 Correlación de variables nivel de madurez de proyectos de investigación.

Con respecto al nivel de madurez de los proyectos (Figura 8) se puede determinar que Componentes es la variable más crítica debido a que más de variables están conectadas de manera directa o indirecta. Se tiene una correlación promedio de 70% entre estas variables.

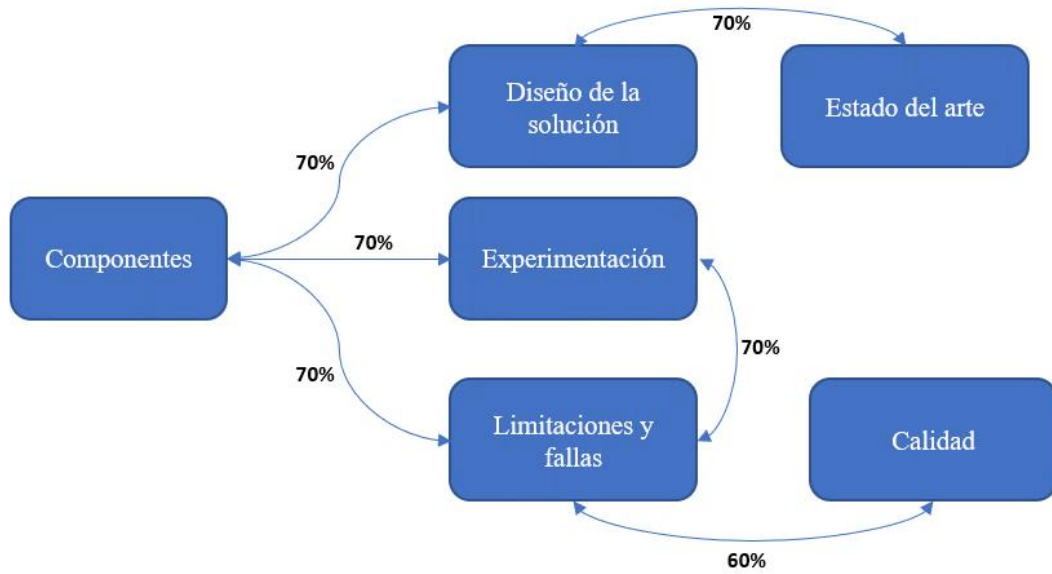


Figura 8. Diagrama de relación variables nivel de madurez proyectos de investigación. Fuente: Elaboración propia.

2.6.3 Correlación de variables nivel de madurez del ecosistema

Con respecto al nivel de madurez del ecosistema emprendedor (Figura 9) se puede observar que la variable que actúa de tronco común en relación a otras es el Apoyo universitario en el proceso de emprendimiento relacionándose variables propias de la IES como misión o políticas universitarias y variables completamente externas como entorno industrial o internacionalización.

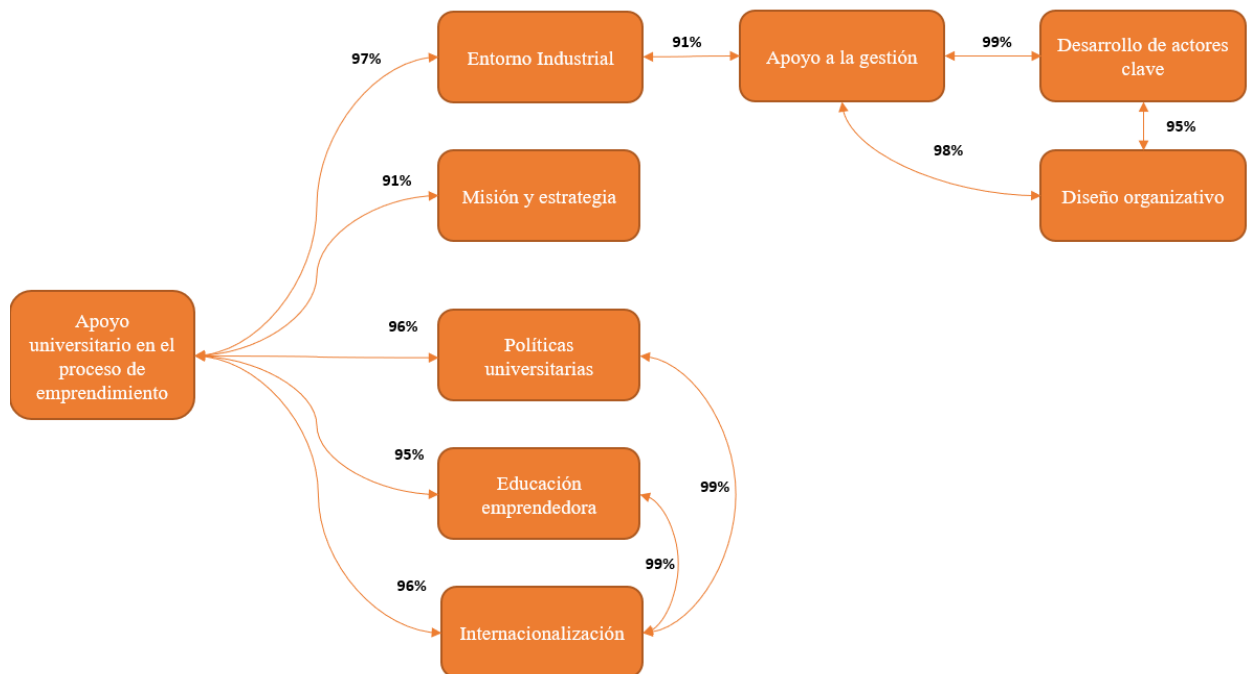


Figura 9. Diagrama de relación de variables nivel de madurez entorno de las IES. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo y los coeficientes de correlación para la construcción de las figuras 7, 8 y 9 se encuentran el anexo 1, 2 y 3 respectivamente.



2.7 Delimitación de factores claves

Para la delimitación de variables a utilizar dentro del modelo comparativo, en primer lugar, se unificaron todas en el anexo 4. Posteriormente se seleccionó únicamente aquellas que presentaron correlación debido a que, al incrementar el puntaje de cualquiera de ellas, aumentaría el desempeño del componente al que pertenece de manera significativa.

Con base a lo previamente mencionado, para el nivel de madurez de proyectos de investigación las variables indispensables son: Calidad, Componentes, Diseño de la solución, Estado del arte, Experimentación y Limitaciones con un peso acumulado de 39%. De igual manera, para el nivel de intención emprendedora las variables indispensables son: Barreras, Competencias empresariales-emprendedoras, Disponibilidad de recursos, Motivaciones, Visión emprendedora con una sumatoria de pesos total de 46%. Finalmente, las variables indispensables para el nivel de madurez del ecosistema emprendedor son: Entorno industrial, Desarrollo de actores claves, Misión y estrategia, Apoyo a la gestión, Diseño organizativo, Políticas universitarias, Educación emprendedora, Internacionalización y Apoyo universitario a lo largo del proceso de emprendimiento con un total de 72%.

3 Resultados y discusiones

3.1 Creación del modelo comparativo

Para la construcción del modelo comparativo se partió de la idea de que los factores internos y externos deben ser visibles. Según los factores claves identificados de cada componente, se tiene que el nivel de madurez del entorno tiene una mayor carga porcentual, por lo cual es la base de la pirámide creada. Posteriormente en el centro de la pirámide, le sigue el componente nivel de intención emprendedora y para finalizar, en la parte superior el nivel de madurez de los proyectos de investigación. A partir de dichos pesos se crea la base del modelo comparativo como se puede observar en la figura 10.

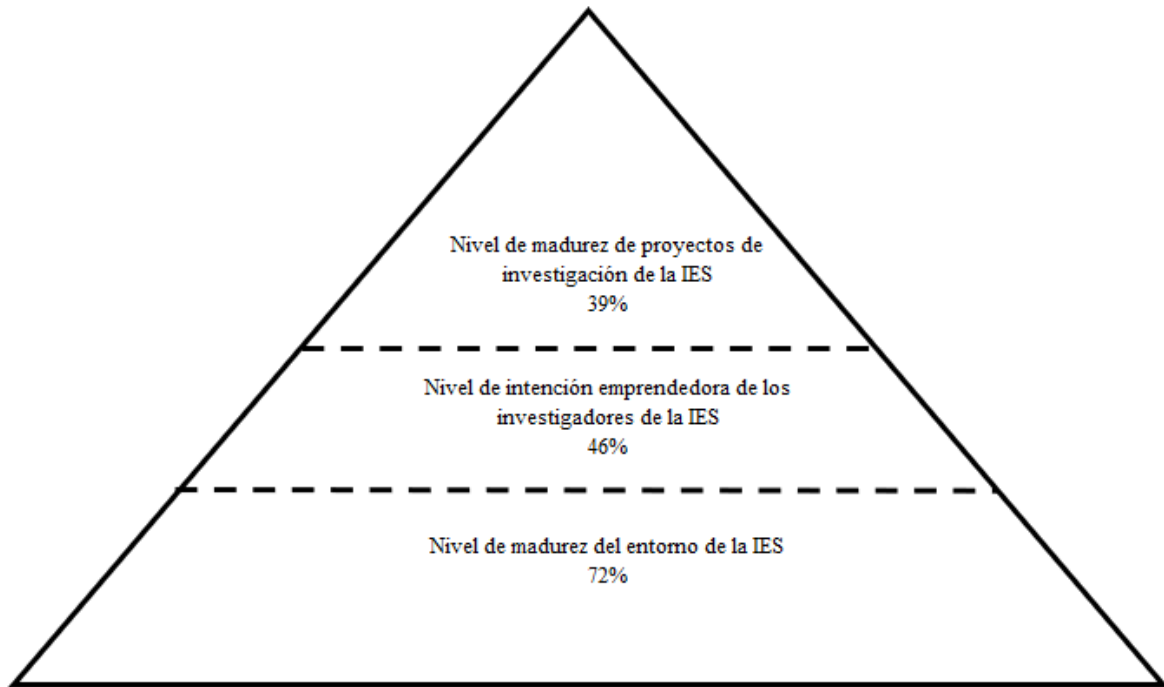
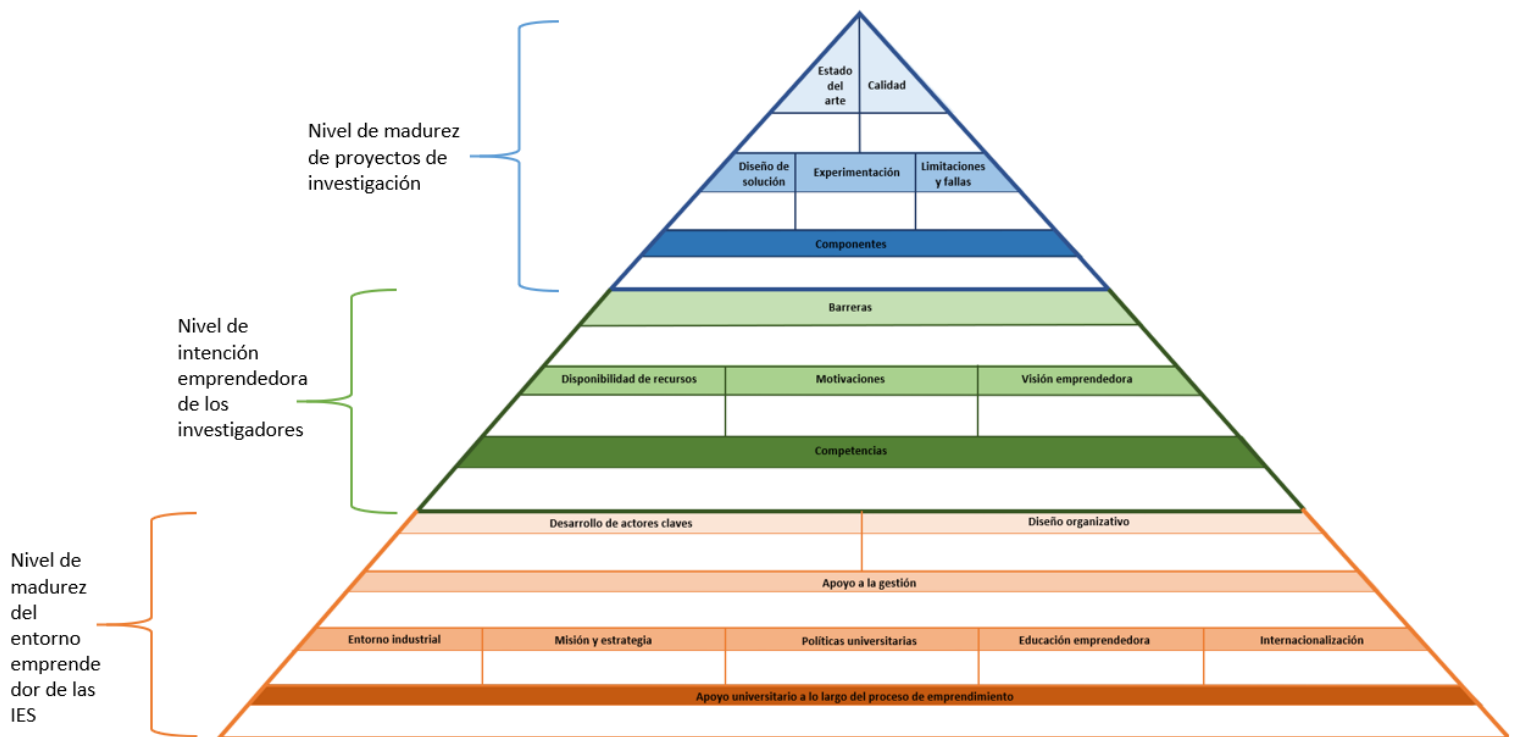


Figura 10. Base del modelo comparativo. Fuente: Elaboración propia.

Una vez creada la estructura base del modelo, se colocó las sub variables identificadas como factores claves dentro de cada componente. Como apoyo visual se agregó colores similares a las subvariables que pertenecen a un mismo componente como se puede observar en la figura 11.

Figura 11. Sub variables dentro del modelo comparativo. Fuente: Elaboración propia.



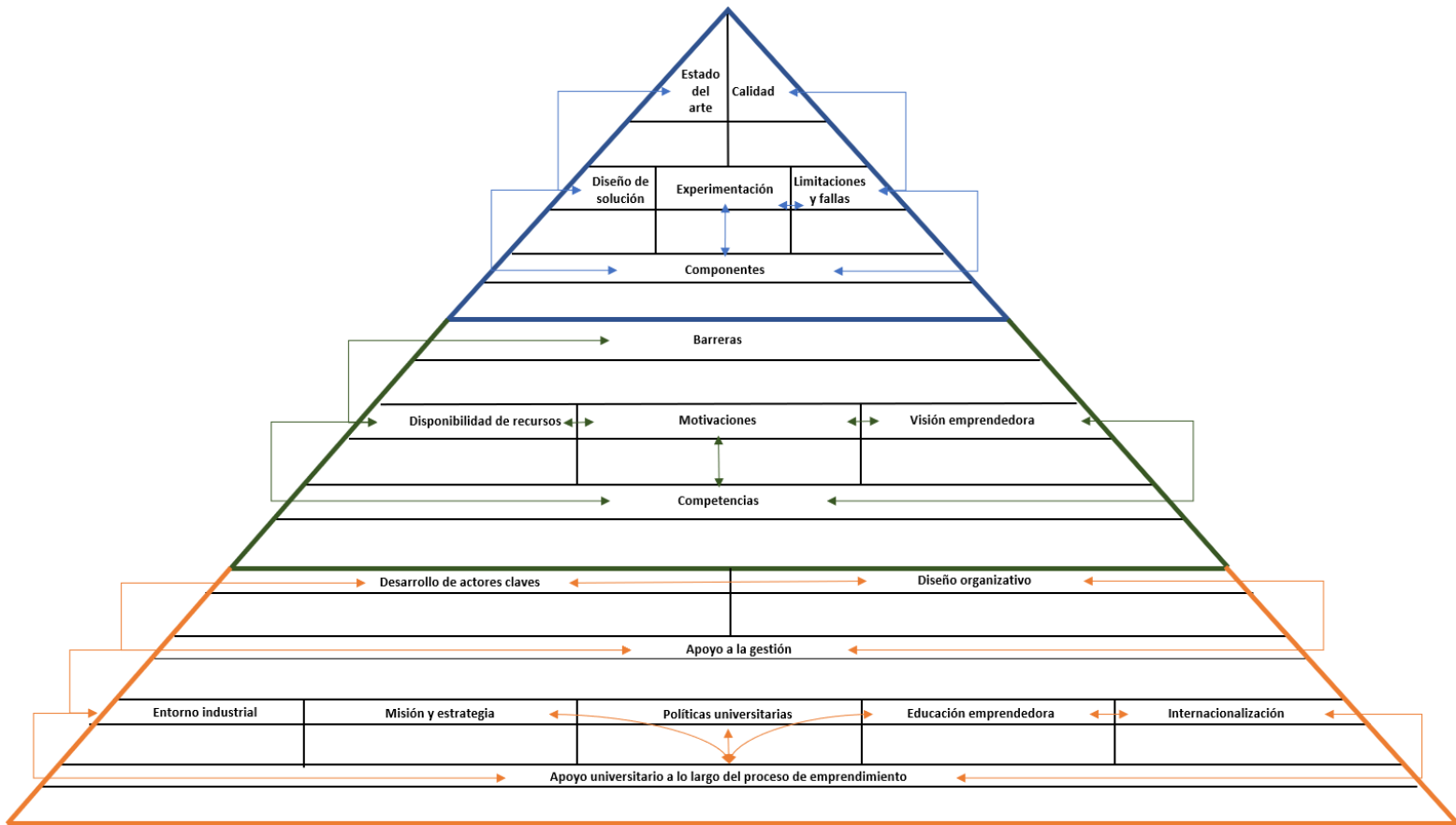


Figura 12. Disposición de subvariables en el modelo comparativo. Fuente: Elaboración propia.

La disposición de estas subvariables es con base a las correlaciones encontradas en el análisis estadístico; donde la variable identificada como tronco común es la base del componente. En el medio se encuentran los factores que influyen directamente al tronco común y en la punta los factores que lo influyen indirectamente. En la figura 12 se puede observar cómo están relacionadas las sub variables entre sí.

Para finalizar, se ha añadido debajo de cada variable un espacio el cual contenga el porcentaje de cumplimiento obtenido en el ADMC (Figura 13). Además, para facilitar la comprensión y realizar un diagnóstico rápido, dicho espacio posee un gráfico de barras como apoyo visual. En el Anexo 6 se puede visualizar los cálculos y calificaciones obtenidas de todas las variables utilizadas en el modelo.

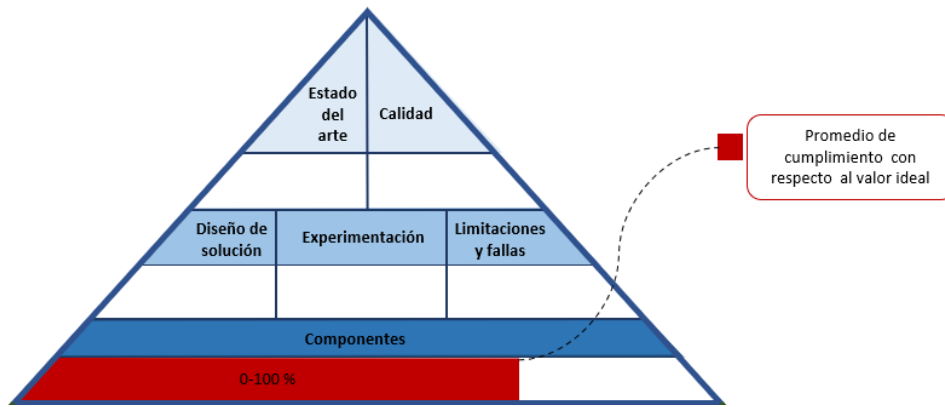


Figura 13. Barras de calificación de sub variables del modelo comparativo. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Modelo comparativo

En la figura 14 se puede observar el modelo comparativo propuesto para medir el nivel de madurez de los proyectos de investigación, intención emprendedora de los investigadores y el nivel de madurez del entorno para la creación de emprendimientos de base científica tecnológica en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador. Es una herramienta gráfica de control de desempeño, categorizada y jerarquizada acorde a los resultados estadísticos obtenidos.

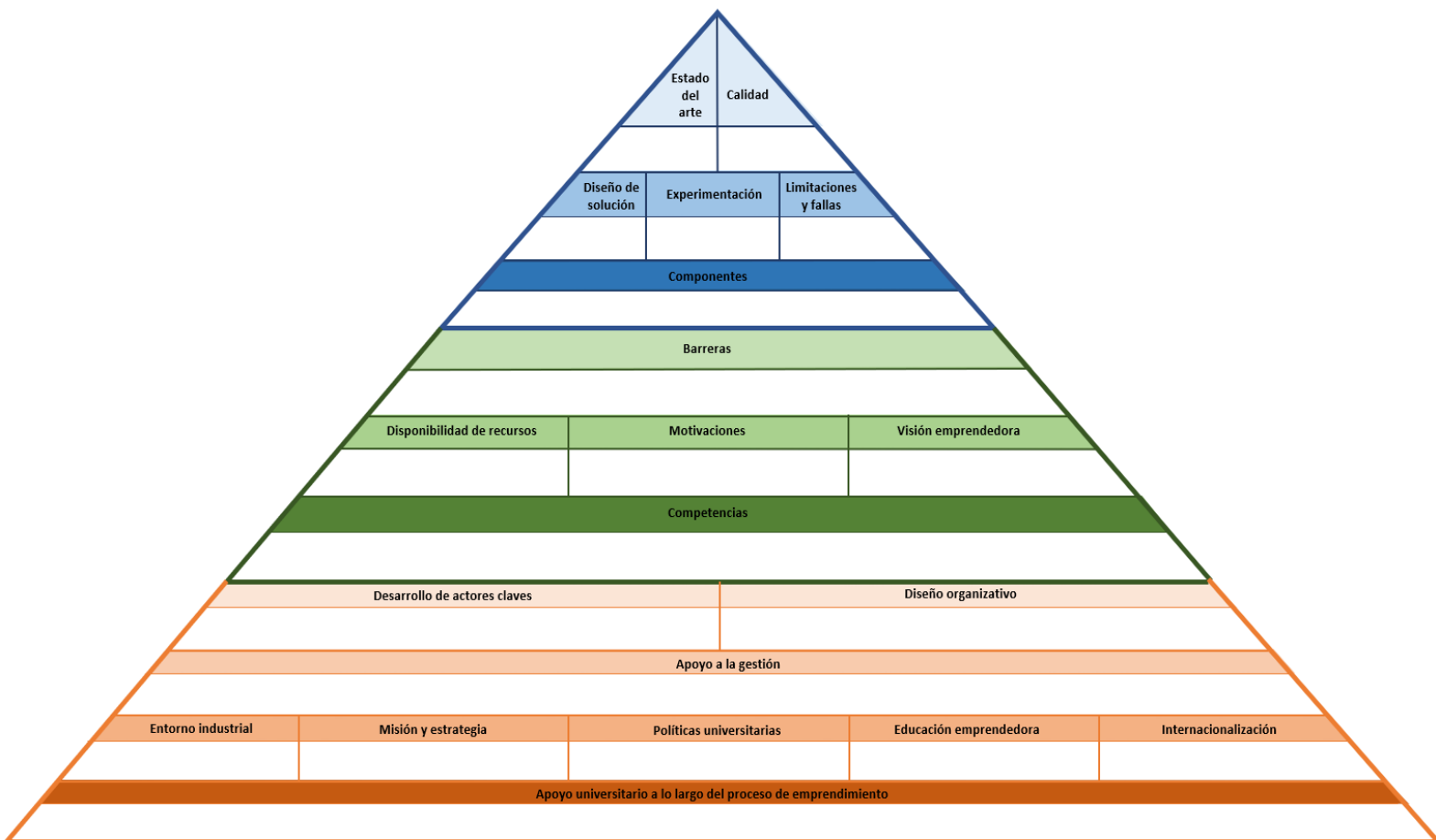


Figura 14 Modelo comparativo propuesto para medir el del nivel de madurez de los proyectos de investigación, intención emprendedora de los investigadores y nivel de madurez del entorno. Fuente: Elaboración propia.



Como resultado del ensayo académico se ha obtenido un modelo comparativo con base a un análisis multicriterio que permite realizar un diagnóstico de la situación actual de los proyectos de investigación de las Instituciones de Educación Superior. Con la capacidad de utilizar datos de distintas universidades de factores que influyen de manera externa como interna.

3.3 Validación del modelo

Para la validación del modelo, este fue aplicado a 3 IES. En el anexo 5, se puede observar los cálculos mediante el ADMC con los datos de las universidades. Una vez obtenido los resultados porcentuales, el anexo 6 muestra el modelo aplicado a dichas instituciones de manera individual y conjunta mediante promedios. Creando así gráficos que permita diagnosticar la situación de instituciones para la creación de emprendimientos de base científica tecnología.

Conclusiones:

La metodología desarrollada en esta investigación para la creación de un modelo comparativo de proyectos de investigación en las IES del Ecuador demuestra que el uso del análisis de decisión multicriterio facilita el procesamiento de datos. Cabe mencionar que, la mayor ventaja obtenida al adaptar esta metodología de procesamiento de datos al modelo es su capacidad para transformar los valores obtenidos a una escala universal numérica.

El modelo comparativo no requiere que los datos de entrada tengan unidades específicas, solo que todos los sujetos a analizar tengan las mismas unidades entre sí, ya que en el uso de la metodología las unidades se simplificarán. Obteniendo así, un puntaje porcentual que permite eliminar la subjetividad al momento de jerarquizarlos.

El modelo creado es de naturaleza integral, debido a que, en un esquema gráfico tipo resumen relaciona varios componentes externos e internos de un posible emprendimiento a partir de un proyecto de investigación. Adicional, incorpora las correlaciones encontradas en el estudio por muestreo, delimitando la disposición específica de las subvariables dentro del esquema. El modelo permite al usuario identificar en qué estado se encuentra el entorno de los proyectos de investigación de las distintas IES de manera visual y numérica.

Para la construcción del modelo, se delimitó aquellas variables indispensables como factores claves bajo dos criterios: el primero, fue seleccionar aquellas variables que poseían una correlación alta con otras, el segundo, fue que las variables relacionadas en su mayoría eran aquellas que poseían un



mayor peso asignado mediante el método Delphi a cargo de expertos en la generación de emprendimientos de base científica-tecnológica.

En la construcción del modelo se trató de encontrar alguna correlación entre las variables entre distintos componentes, sin embargo, ningún cálculo logró demostrar que existía una correlación existente. Estadísticamente, las variables de nivel de madurez de proyectos, nivel de madurez del entorno e intención emprendedora son independientes entre sí.

El modelo está representado por secciones, cada una posee una sub variable definida como tronco común debido a la influencia de esta sobre el resto de sub variables. Siendo así, el apoyo universitario a lo largo del proceso de emprendimiento fundamental para el nivel de madurez del entorno, las competencias empresariales-emprendedoras para el nivel de intención emprendedora y finalmente, los componentes para el nivel de madurez del proyecto.

Mediante la aplicación del modelo comparativo a las IES participantes, puede observación importante de la realidad de las universidades en el Ecuador. Por ejemplo, a pesar de tener un rendimiento en promedio superior al 80% en el nivel de madurez de proyectos y la intención emprendedora de los investigadores alta, en el país la mayor dificultad se encuentra en el ecosistema emprendedor a pesar de utilizar promedios las calificaciones son bajas menores al 50%. En otras palabras, a pesar de que el ecosistema emprendedor tiene el mayor peso teóricamente y es la base del modelo, en el Ecuador es donde mayor déficit se tiene.

Las dificultades presentadas en la creación del modelo fueron que, al momento de recolectar datos de las IES, estas no tenían la información y los datos con las mismas unidades, cada institución era diferente a pesar de que son de la misma naturaleza. Adicional, a pesar de tener acceso a información a varios proyectos de investigación e investigadores, el número de IES participantes para analizar el entorno fueron únicamente tres.

Entre las limitaciones que presenta el modelo es que aún se desconoce si es apto para trabajar con un mayor número de IES ya que únicamente fue probado con tres instituciones. Adicional, dichas instituciones son estatales o públicas por lo cual no se puede asegurar con certeza que al trabajar con una IES de naturaleza privada se deba tomar en cuenta algunas variables adicionales. Se recomienda que en futuras investigaciones se pruebe el modelo propuesto en otros países para validar su efectividad debido a que solo se validó con instituciones dentro del Ecuador.

En resultados preliminares de la aplicación del modelo comparativo a 3 IES, se demostró que la metodología creada puede utilizarse con las IES de manera individual obteniendo información



específica o conjunta utilizando los resultados mediante promedios. La importancia de esta versatilidad, está en que para futuros estudios se podría aplicar el modelo y agrupar la información por sectores, periodos de tiempo, naturaleza de las instituciones, etc.

Información importante obtenida a través del modelo es que a través de la suma de pesos de los factores clave delimitados en el estudio, se puede inferir que: lo primordial para el desarrollo de emprendimientos a partir de proyectos de investigación es poseer un ecosistema favorable y que no presente un número excesivo de barreras para así, desarrollar una sólida intención emprendedora en sus investigadores. En consecuencia, a lo anterior, esto permitiría desarrollar proyectos con mayor nivel de madurez que tengan tendencia a ser comercializados o aplicados a la sociedad en forma de productos o servicios.

Finalmente, como aprendizaje se pudo evidenciar que existe un gran número de variables que influyen la creación de emprendimientos de base científica tecnología en el Ecuador. En un primer acercamiento al análisis se podría inferir que todas las variables son independientes y completamente aisladas. Sin embargo, encontrar relaciones y analizar los datos permite comprender de mejor manera como interactúan todas ellas en el entorno. Abriendo la posibilidad de proponer futuros planes de acción que resuelvan las falencias encontradas.

4 Agradecimiento

Un agradecimiento especial a mi directora de tesis, Ing. Paola Vintimilla, por sus enseñanzas, consejos y su guía tanto en el desarrollo del presente ensayo académico como en el transcurso de la carrera.

Un agradecimiento cordial a la Ing. Silvia Peña directora del proyecto CEPRA-CEDIA “Hacia un modelo sistémico para la creación de emprendimientos de base científico tecnológico en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador” por haber brindado la apertura para la realización de este trabajo de titulación. De la misma manera un agradecimiento a las IES que fueron parte del estudio.

Dedico el presente trabajo a mi padre, por enseñarme la importancia de la educación y el apoyo constante a lo largo de su vida en mi formación académica.



5 Referencias

- Corporación Andida de Fomento. (2013). *Emprendimientos en América Latina: desde la subsistencia hacia la transformación productiva*. Reporte de Economía y Desarrollo.
- Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico. (2021). *Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico*. <https://cece.ec/wp-content/uploads/2020/06/Situacion-de-las-empresas-durante-el-Covid19-en-Ecuador.pdf>
- Camino, R. C., & Aguilar, A. E. (2017). Emprendimiento e innovación en Ecuador, análisis de ecosistemas empresariales para la consolidación de pequeñas y medianas empresas. *INNOVA Research Journal*, 2(9.1), 73-87.
- Castillo, J.A., & Powell, M.A. (2018). Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015. *Revista Española de Documentación científica*. <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1031/1660>
- Castro, G., Giron, L. E., & Soto, D. (2017). Impact of human capital on opportunity entrepreneurship in Colombia, Chile and Ecuador (No. 29). Faculty of Economics and Management, Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- Donoso, Diego. (2016). *Innovación y desarrollo en Ecuador casos de éxito ecuatoriano*. Compendio de artículos científicos; tomo 2.
- Erazo, F. D. (2014). Análisis y perspectiva del emprendimiento empresarial ecuatoriano en el contexto de la política económica del buen vivir. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 201, 1-5.
- Espinoza, X. A. (2012). Las trabas al emprendimiento en Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 2(4), 189-199.
- Gómez Zuluaga, M. E. (2019). Emprendimiento de base tecnológica: Un reto por cumplir. *Tec Empresarial*, 13(2), 33-44.
- Herman, E. (2019). Entrepreneurial Intention among Engineering Students and Its Main Determinants. *ScienceDirect*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed). México, D.F: McGraw-Hill.
- Landsdale, D., Abad, C., & Vera, D. (2012). Impulsores claves para establecer el ecosistema dinámico de emprendimiento en Ecuador. *Polémika*, 3(9).
- Martínez-Fierro, S., Biedma-Ferrer, J. M., & Ruiz-Navarro, J. (2015). Las condiciones del entorno emprendedor y el desarrollo económico: un análisis de los países GEM. *Revista de Economía mundial*, (41), 181-212.
- Markuerkiaga, L., Errasti, N., Ochoa, C., & Arcelus, M. (2017). UNEK, un Modelo de Madurez de Emprendimiento Académico para facultades tecnológicas. *Dirección y Organización*, 61, 12–18.
- Mejía, J. (2012). *Modelo de creación de empresas de tecnología, basadas en el perfil del científico-emprendedor*. Distrito Federal México: Instituto Politécnico Nacional.
- Milia, M. F. (2014). *Marco de Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología y Educación Superior en el Ecuador*. Nuevos horizontes: dinámicas y condicionamientos para una Investigación Universitaria



de cara a la Sociedad. In Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

Minalla, C. (2011). Avances tecnológicos en Ecuador. Recuperado el, 15-16.

Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (2015). Gobierno crea Fondo de Capital de Riesgo para impulso al emprendimiento e innovación productiva. Recuperado de <http://www.produccion.gob.ec/gobierno-crea-fondo-de-capital-de-riesgo-paraimpulso-al-emprendimiento-e-innovacion-productiva/>

Nolte, W L. (20112). AFRL Hardware and software transition Readiness Level Calculator. Versión 2.2. Excel. EE.UU. AFRL/SNOL

NotiMundo. (2019, abril 24). El 80% de emprendimientos fracasa en su etapa inicial. Diario NotiMundo. <https://notimundo.com.ec/ministerio-decomercio-exterior-trabaja-en-contra-de-tasa-de-fracaso-de-emprendimientos-del-80-en-el-ecuador/>

Otero. (2017). Análisis DAFO de los recursos turísticos de la ciudad de Montería (Córdoba-Colombia) con el objetivo de perfilar un plan de City Marketing (Vol. 1). Universidad de Alicante, Colombia.

Pearson, K. (1895). Correlation coefficient. In Royal Society Proceedings (Vol. 58, p. 214).

Pérez, M (2021). Nivel de madurez de los proyectos de investigación en la Universidad de Cuenca. [Tesis de grado]. Universidad de Cuenca.

Pérez, M., Farfán, V., Zerpa, L., Vintimilla, P., & Peña, S. (2021). A model based on the Technology Readiness Level (TRL) scale to measure the maturity level of research projects that can become spinoffs in Higher Education Institutions. Congreso Internacional de Innovación Y Tendencias En Ingeniería (CONIITI). <https://doi.org/10.1109/coniiti53815.2021.9619667>

Revistas líderes Ec. (2020). 3,6 millones de personas emprendieron el año pasado. Revistalideres.com. Recuperado de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/millones-personas-emprendieron-ecuador-cifras.html>

Romero, C. (2006). Análisis de las decisiones multicriterio (Vol. 14). Madrid: Isdefe.

Selvanathan, M., Jayabalan, N., Saini, G. K., Supramaniam, M., & Hussin, N. (2020). EMPLOYEE PRODUCTIVITY IN MALAYSIAN PRIVATE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology, 17(3), 66-79.

Spiegel, M. R., Schiller, J. J., & Srinivasan, R. A. (2014). Probabilidad y estadística. McGrawHill. México.

Villavicencio, J. P., Yáñez, C., & Zambrano Mendoza, J. L. (2017). Estado de la investigación y desarrollo tecnológico del maíz en Ecuador.

Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N., & Ray, T. (1998). Multi-criteria decision making: an operations research approach. Encyclopedia of electrical and electronics engineering, 175-186.

Zamora-Boza, C. S. (2018). La importancia del emprendimiento en la economía: el caso de Ecuador. Espacios, 15.

Zambrano Osorio, C. A. (2014). Propuesta de modelo de medición de proyectos de investigación e innovación en el área de ciencias sociales y humanas en la Universidad de Medellín.

6 Anexos

Anexo 1. Tablas de coeficientes de correlaciones de intención emprendedora obtenidos mediante el software Minitab 2021.

Coeficientes de correlaciones entre variables de intención emprendedora.	Antecedentes laborales	Calidad científica	Categoría del investigador en la IES	Experiencia emprendedora en la IES	Experiencia en investigación y desarrollo	Experiencia en la creación de empresas	Formación académica	Pertenencia a grupos de investigación	Edad	Barreras	Competencias empresariales-empresarias-	Disponibilidad de recursos	Entorno familiar	Motivaciones	Percepción del riesgo	Visión emprendedora
Antecedentes laborales	1	0,4	0,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5	0,4	0,0	0,4	0,1	0,3
Calidad científica		1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1
Categoría del investigador en la IES			1	0,1	0,0	0,1	0,0	-0,2	-0,1	0,3	0,3	0,3	0,0	0,4	0,1	0,3
Experiencia emprendedora en la IES				1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3
Experiencia en investigación y desarrollo					1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Experiencia en la creación de empresas						1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	-0,1	0,4
Formación académica							1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,1
Pertenencia a grupos de investigación								1	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
Edad									1	0,3	0,4	0,3	-0,1	0,2	0,1	0,2
Barreras										1	0,6	0,6	-0,1	0,6	0,4	0,4
Competencias empresariales-empresarias-empresarias-											1	0,7	0,0	0,8	0,2	0,6
Disponibilidad de recursos												1	-0,1	0,7	0,2	0,5
Entorno familiar													1	0,0	-0,1	0,0
Motivaciones														1	0,1	0,7
Percepción del riesgo															1	0,1
Visión emprendedora																1

Fuente: Elaboración propia basado en los datos del proyecto CEPRA-CEDIA 2021.

Anexo 2. Tablas de coeficientes de correlaciones de nivel de madurez de proyectos de investigación de la Universidad de Cuenca, obtenidos de Pérez (2021).

Coeficientes de correlaciones entre variables de nivel de madurez de proyectos	Calidad	Componentes	Desarrollo de la solución	Diseño de la solución	Documentación	Estado del arte	Experimentación	Limitaciones / fallas	Prototipado	Riesgos	Tramites de acreditación	Beneficiarios	Comercialización	Costos	Inversión	Propuesta de valor	Transferencia	Capacitación	Recursos	
Calidad	1	0,5	0,6	0,4	0,2	0,1	0,5	0,6	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	
Componentes		1	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7	0,7	0,5	0,2	-0,1	0,5	0,1	0,0	-0,1	0,5	0,3	0,0	0,5	
Desarrollo de la solución			1	0,4	0,4	0,1	0,5	0,6	0,5	0,5	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,5	0,3	0,2	0,3	
Diseño de la solución				1	0,1	0,7	0,5	0,5	0,4	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	-0,1	0,4	0,2	-0,1	0,4	
Documentación					1	0,1	0,2	0,4	0,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,4	0,4	
Estado del arte						1	0,4	0,4	0,3	-0,1	-0,1	0,3	-0,2	-0,1	-0,3	0,3	-0,1	0,0	0,4	
Experimentación							1	0,7	0,4	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	
Limitaciones / fallas								1	0,4	0,3	0,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,5	
Prototipado									1	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	
Riesgos										1	0,3	0,3	0,0	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	
Tramites de acreditación											1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Beneficiarios												1	0,1	0,0	0,1	0,5	0,5	0,1	0,6	
Comercialización													1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	
Costos														1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	
Inversión															1	0,2	0,3	0,2	0,2	
Propuesta de valor																1	0,4	0,3	0,5	
Transferencia																	1	0,3	0,3	
Capacitación																		1	0,1	
Recursos																				1

Fuente: (Pérez, 2021).

Anexo 3. Tablas de coeficientes de correlaciones de nivel de madurez del entorno obtenidos mediante el software Minitab 2021.

Coeficientes de correlaciones entre variables de nivel de madurez del entorno	Entorno Institucional	Entorno Industrial	Capital Emprendedor	Desarrollo de los actores clave	Presencia de organizaciones empresariales	Misión y estrategia	Apoyo a la gestión	Diseño organizativo	Políticas Universitarias	Educación emprendedora	Apoyo universitario a lo largo de todo el proceso de emprendimiento	Internacionalización
Entorno Institucional	1,00	-0,10	-0,31	0,88	0,00	-0,29	0,81	0,71	-0,86	-0,83	-0,96	-0,85
Entorno Industrial		1,00	0,27	-0,86	0,00	0,99	-0,79	-0,68	0,88	0,85	0,97	0,87
Capital Emprendedor			1,00	-0,72	0,00	0,42	-0,81	-0,89	-0,23	-0,28	0,03	-0,24
Desarrollo de los actores clave				1,00	0,00	-0,93	0,99	0,96	-0,51	-0,47	-0,72	-0,50
Presencia de organizaciones empresariales					1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Misión y estrategia						1,00	-0,88	-0,79	0,79	0,75	0,92	0,78
Apoyo a la gestión							1,00	0,99	-0,39	-0,34	-0,61	-0,38
Diseño organizativo								1,00	-0,25	-0,19	-0,49	-0,23
Políticas Universitarias									1,00	0,99	0,97	0,99
Educación emprendedora										1,00	0,95	0,99
Apoyo universitario a lo largo de todo el proceso de emprendimiento											1,00	0,96
Internacionalización												1,00

Fuente: Elaboración propia basado en los datos del proyecto CEPRA-CEDIA 2021.

Anexo 4. Componentes del estudio, pesos e identificación de factores claves.

Modelo comparativo para la creación de emprendimientos de base científica-tecnológica de Instituciones de Educación Superior del Ecuador																																																																																																		
/100%																																																																																																		
Componentes											Nivel de madurez de proyectos de investigación de la IES											Nivel de intención emprendedora de los investigadores de la IES						Nivel de madurez del entorno de la IES																																																																						
											/100%											/100%						/100%																																																																						
Variables											Elementos técnicos /100%											Modelo de negocios /100%						Recursos disponibles proyectos /100%						Perfil científico /100%						Perfil demográfico /100%						Perfil emprendedor /100%						Entorno de la IES /100%						Recursos de la IES /100%						Procesos de la IES /100%																																		
											59%											29%						12%						43%						2%						55%						19%						19%						62%																																		
Subvariables	Calidad	5%	Componentes	7%	Desarrollo de la solución	9%	Diseño de la solución	6%	Documentación	3%	Estado del arte	6%	Experimentación	12%	Limitaciones / fallas	4%	Prototipado	3%	Riesgos	2%	Tramites de acreditación	2%	Beneficiarios	13%	Comercialización	2%	Costos	3%	Inversión	3%	Propuesta de valor	3%	Transferencia	5%	Capacitación	10%	Recursos	2%	Antecedentes laborales	7%	calidad científica	4%	Categoría del investigador en la tes	5%	Experiencia emprendedora en la IES	6%	Experiencia en investigación y desarrollo	5%	Experiencia en la creación de empresas	6%	Formación académica	6%	Pertenencia a grupos de investigación	4%	Edad	2%	Género	0%	Barreras	9%	Competencias empresariales-emprendedoras	9%	Disponibilidad de recursos	12%	Entorno familiar	3%	Motivaciones	8%	Percepción del riesgo	6%	vision emprendedora	8%	Entorno Institucional	13%	Entorno Industrial	6%	Capital Emprendedor	9%	Desarrollo de los actores clave	5%	Presencia de organizaciones empresariales	5%	Misión y estrategia	18%	Apoyo a la gestión	8%	Diseño organizativo	8%	Políticas Universitarias	9%	Educación emprendedora	5%	Metodologías de enseñanza activa	2%	Apoyo universitario del proceso de emprendimiento	6%	Internacionalización	6%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Tablas de Análisis de Decisión Multicriterio aplicadas a 3 IES del Ecuador.

ADMC de nivel de intención emprendedora de los investigadores.

ADMC de nivel de intención emprendedora de los investigadores						
	<i>Universidad</i>	<i>Competencias</i>	<i>Disponibilidad de recursos</i>	<i>Motivaciones</i>	<i>Visión emprendedora</i>	<i>Barreras</i>
Calificación obtenida	<i>IES A</i>	7,66	10,53	6,71	5,19	7,28
	<i>IES B</i>	8,06	11,34	6,59	5,63	6,6
	<i>IES C</i>	7,53	10,08	6,43	5,05	7,22
	<i>Ideal</i>	9	12	8	8	9
<i>ADMC con respecto al ideal</i>	<i>IES A</i>	85%	88%	84%	65%	91%
	<i>IES B</i>	90%	95%	82%	70%	100%
	<i>IES C</i>	84%	84%	80%	63%	91%
Promedio respecto al máximo		96%	94%	98%	94%	94%

Fuente: Elaboración propia utilizando datos del proyecto CEPRA – CEDIA 2021.

ADMC de nivel de madurez proyectos de investigación,

ADMC de nivel de madurez proyectos de investigación							
	<i>Universidad</i>	<i>Componentes</i>	<i>Diseño de la solución</i>	<i>Experimentación</i>	<i>Limitaciones</i>	<i>Estado del arte</i>	<i>Calidad</i>
Calificación obtenida	<i>IES A</i>	0,55	0,29	0,45	0,26	0,8	0,16
	<i>IES B</i>	0,68	0,33	0,46	0,29	0,68	0,24
	<i>IES C</i>	0,45	0,26	0,35	0,2	0,75	0,16
	<i>Ideal</i>	0,8	0,54	1,13	0,36	0,9	0,41
<i>ADMC con respecto al ideal</i>	<i>IES A</i>	69%	54%	40%	77%	89%	39%
	<i>IES B</i>	85%	61%	41%	69%	76%	59%
	<i>IES C</i>	56%	48%	31%	100%	83%	39%
Promedio respecto al máximo		82%	89%	91%	82%	93%	78%

Fuente: Elaboración propia utilizando datos del proyecto CEPRA – CEDIA 2021.



ADMC de nivel de madurez del entorno emprendedor.

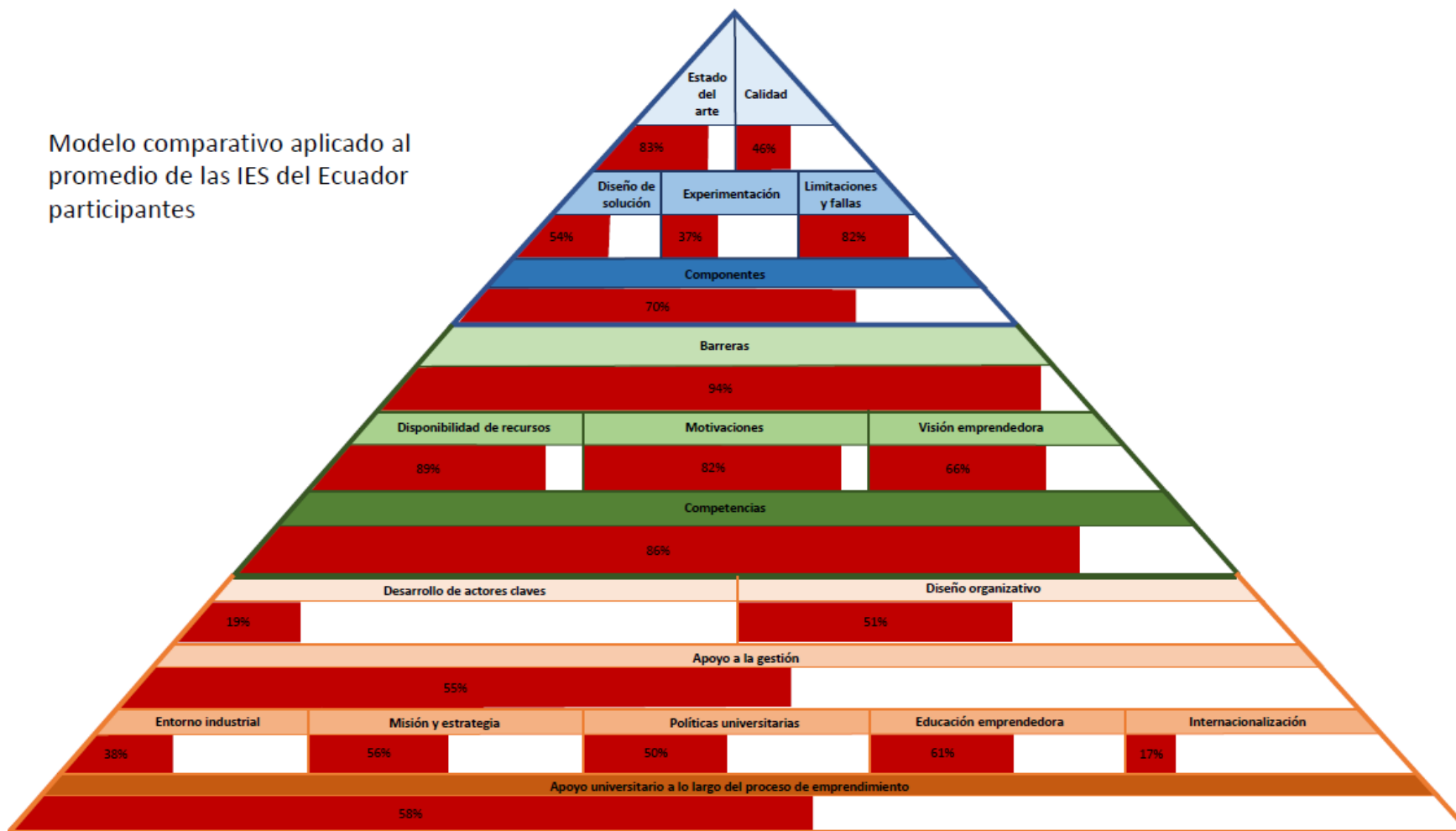
ADMC de nivel de madurez del entorno emprendedor

	<i>Universidad</i>	<i>Apoyo universitario</i>	<i>Entorno industrial</i>	<i>Misión y estrategia</i>	<i>Políticas universitarias</i>	<i>Educación emprendedora</i>	<i>Internacionalización</i>	<i>Apoyo a la gestión</i>	<i>Desarrollo de actores clave</i>	<i>Diseño organizativo</i>
Calificación obtenida	<i>IES A</i>	48,7	13,33	24,45	33,02	71,1	12,18	63,33	6	36,8
	<i>IES B</i>	70,67	30	38,29	38,93	84,83	4,25	51,25	40	42,32
	<i>IES C</i>	54,75	18,33	71,92	17,4	63,33	17,47	42,56	0	42,6
	<i>Ideal</i>	100	100	80	60	120	65	95	80	80
<i>ADMC con respecto al ideal</i>	<i>IES A</i>	49%	13%	31%	55%	59%	19%	67%	8%	46%
	<i>IES B</i>	71%	30%	48%	65%	71%	7%	54%	50%	53%
	<i>IES C</i>	55%	18%	90%	29%	53%	27%	45%	0%	53%
Promedio respecto al máximo		82%	69%	62%	77%	86%	65%	83%	38%	95%

Fuente: Elaboración propia utilizando datos del proyecto CEPRA – CEDIA 2021.

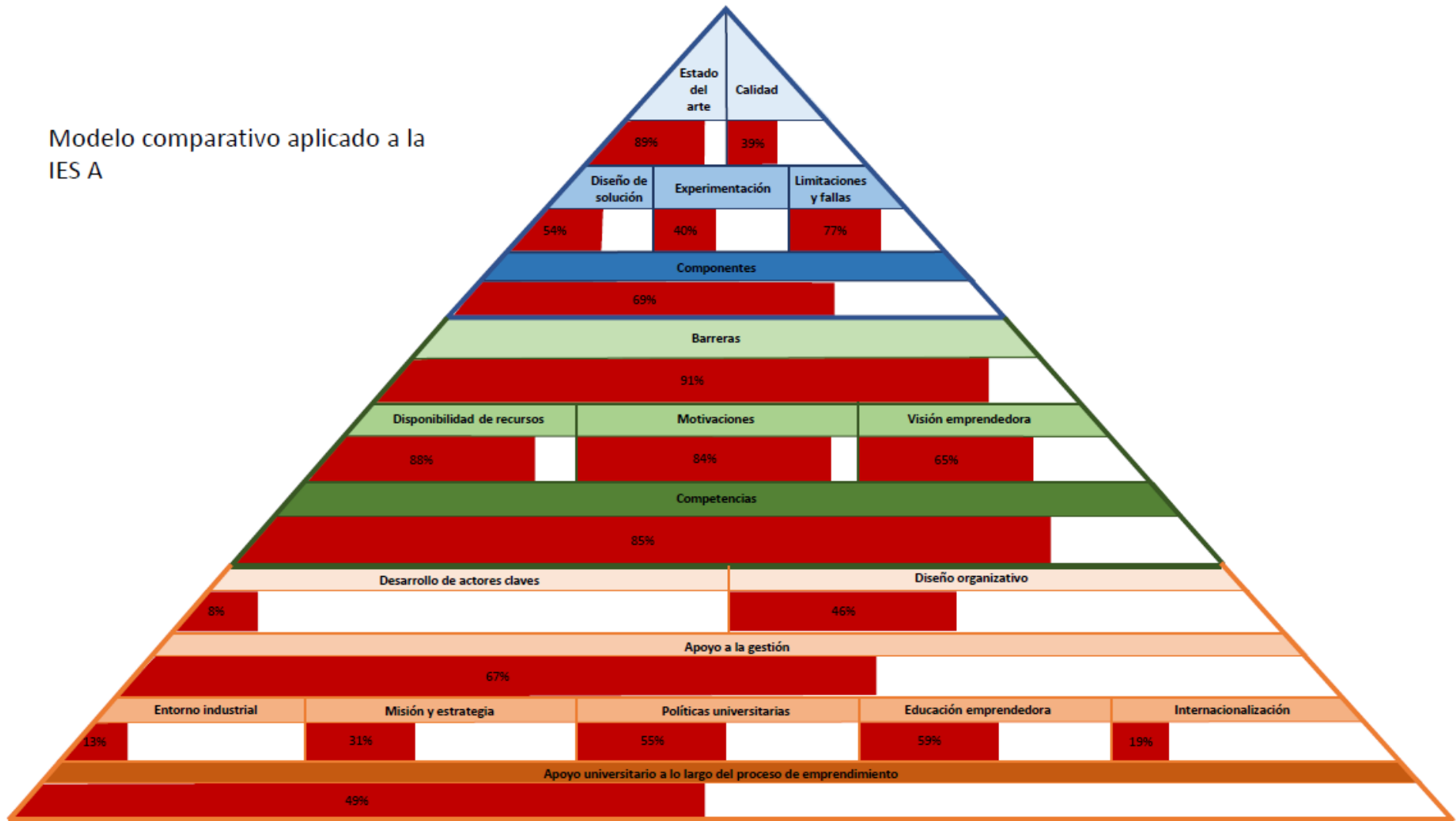
Anexo 6. Modelo comparativo aplicado a 3 IES del Ecuador.

Modelo comparativo aplicado al promedio de las IES del Ecuador participantes



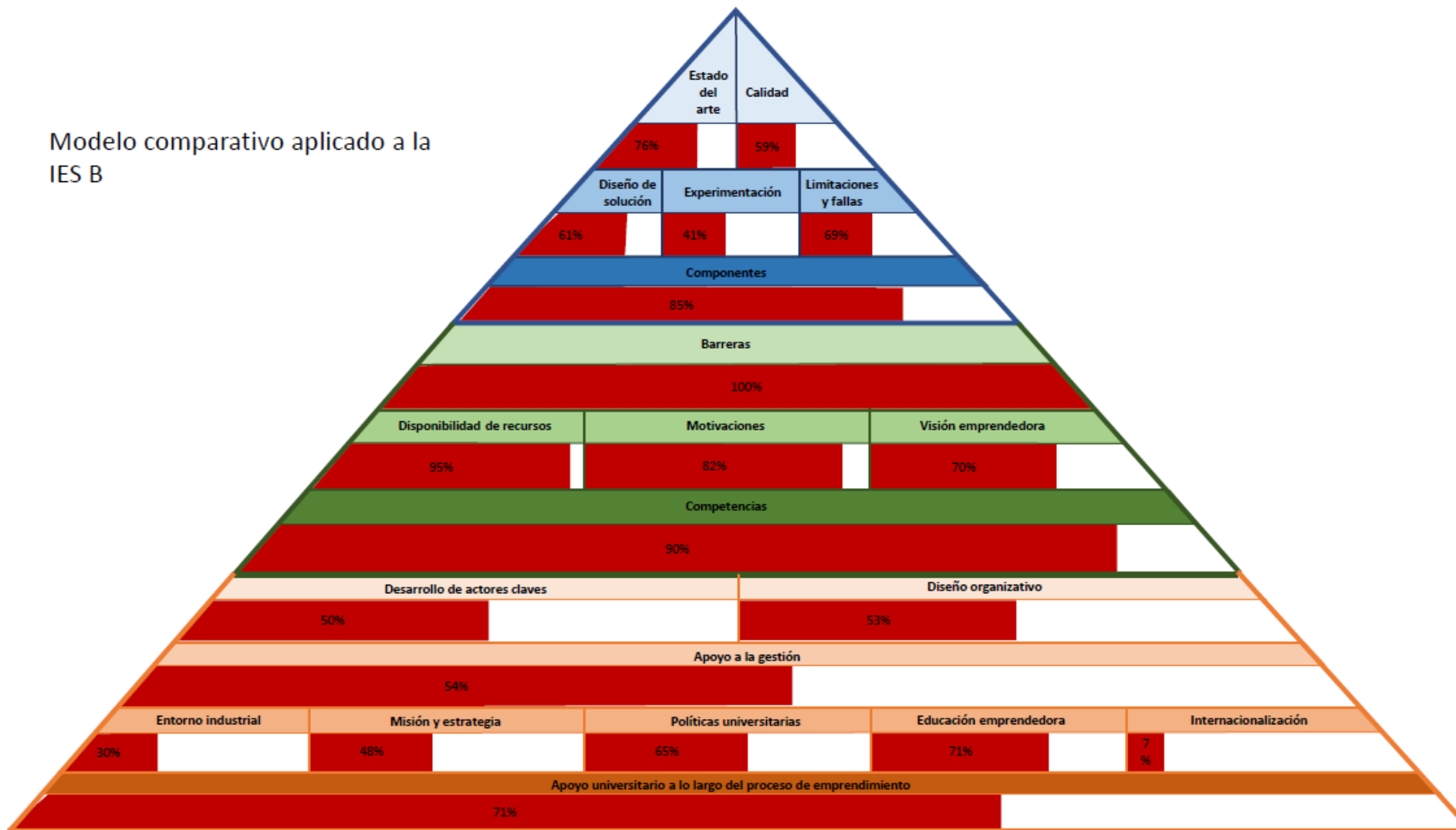
Fuente: Elaboración propia.

Modelo comparativo aplicado a la IES A



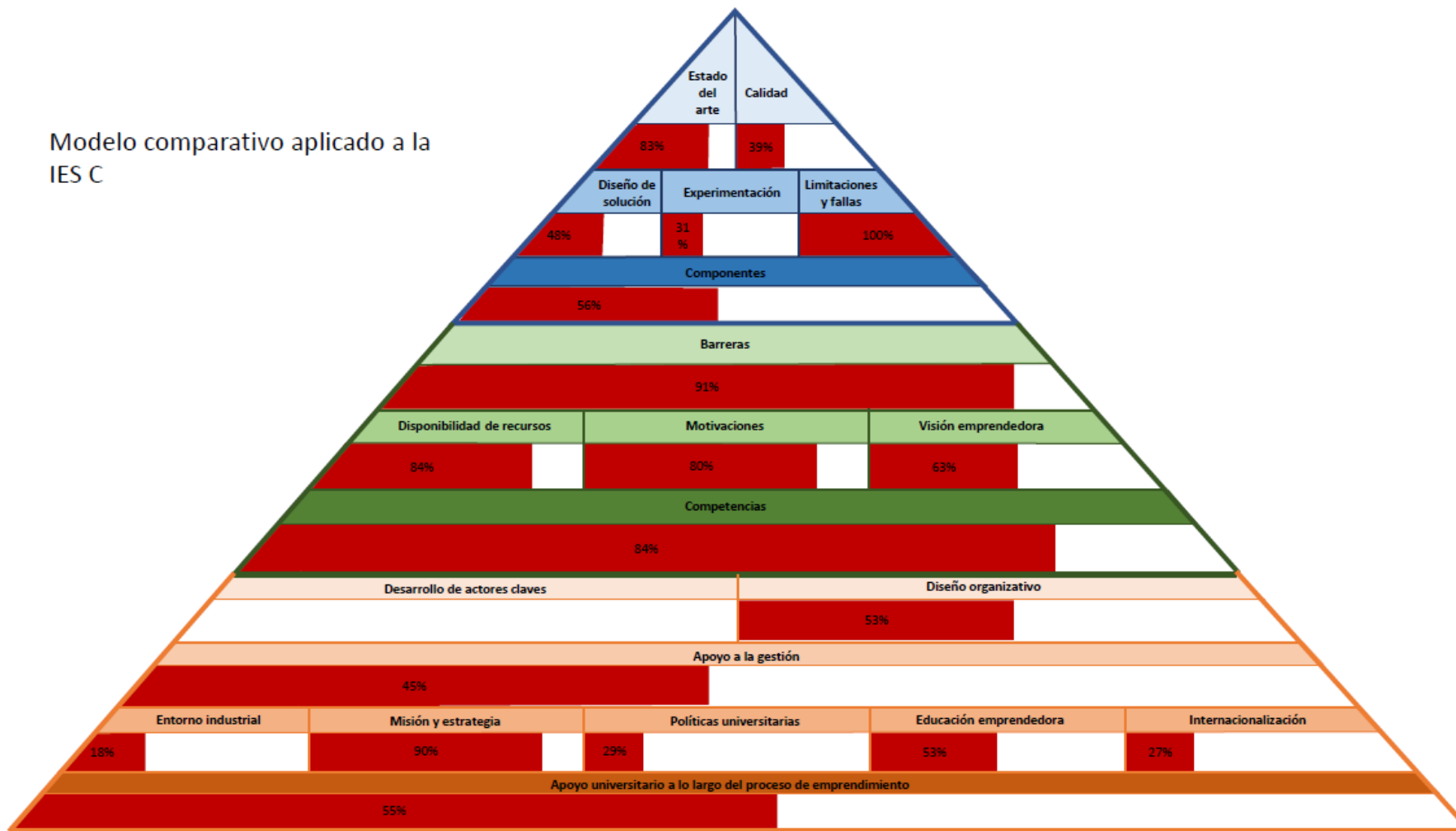
Fuente: Elaboración propia.

Modelo comparativo aplicado a la IES B



Fuente: Elaboración propia.

Modelo comparativo aplicado a la IES C



Fuente: Elaboración propia.