

La efectividad de la política pública en la cooperación de la universidad ecuatoriana en ciencia y tecnología para el sector de la defensa. Un enfoque metodológico

The effectiveness of public policy in Ecuadorian university cooperation in science and technology for the defense sector. A methodological approach

A eficácia das políticas públicas na cooperação universitária equatoriana em ciência e tecnologia para o sector da defesa. Uma abordagem metodológica

Tamayo-Herrera, César
Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN)

cesar.tamayo@iaen.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1796-6912>



Andrade-Pazmiño, Luis
Instituto Geográfico Militar (IGM)

leandradep@ejercito.mil.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8221-4212>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/487>

Como citar:

Tamayo-Herrera, C., & Andrade-Pazmiño, L. (2024). La efectividad de la política pública en la cooperación de la universidad ecuatoriana en ciencia y tecnología para el sector de la defensa. Un enfoque metodológico. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E4), 130–156.

Recibido: 18/08/2024

Aceptado: 04/09/2024

Publicado: 30/09/2024

Resumen

La presente investigación aborda con agudeza la situación de las políticas públicas en Ecuador destinadas a promover la colaboración entre las universidades y el sector defensivo en el ámbito de ciencia y tecnología (C&T), destacando la notable precariedad en el desarrollo de C&T para defensa en el país. Esta condición ha inducido una preocupante dependencia internacional, exacerbando los costos en defensa y restringiendo la inversión en la producción nacional. El estudio critica la ausencia de políticas enfocadas en investigación y desarrollo (I+D) para tecnologías militares, fundamentales para amplificar las capacidades operativas de las Fuerzas Armadas. Se propone un modelo para evaluar la efectividad de estas políticas, subrayando la urgencia de fomentar una cultura de defensa que aligere la dependencia tecnológica exterior y reduzca costos, robusteciendo la capacidad de respuesta del Estado ante amenazas. Se examinan detalladamente las políticas de I+D+i en defensa, resaltando la necesidad de un sistema de I+D+i que, alineado con el (Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar, 2023), aproveche recursos existentes para un desarrollo futuro. La comparación con Brasil y México pone en relieve la estructura organizativa de Ecuador y la colaboración entre gobierno, academia e industria como claves del éxito de la política pública en defensa.

Palabras clave: Política pública de C&T militar, Políticas de Innovación militar, Políticas de I+D+i para la defensa

Abstract

The present research sharply addresses the situation of public policies in Ecuador aimed at promoting collaboration between universities and the defense sector in the field of science and technology (S&T), highlighting the remarkable precariousness in the development of S&T for defense in the country. This condition has induced a worrying international dependence, exacerbating defense costs and restricting investment in national production. The study criticizes the absence of policies focused on research and development (R&D) for military technologies, fundamental to amplify the operational capabilities of the Armed Forces. A model is proposed to evaluate the effectiveness of these policies, stressing the urgency of fostering a defense culture that alleviates foreign technological dependence and reduces costs, strengthening the State's response capacity to threats. Defense R&D&I policies are examined in detail, highlighting the need for an R&D&I system that, aligned with the Military Research, Technological Development and Innovation Plan (Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar, 2023), takes advantage of existing resources for future development. The comparison with Brazil and Mexico highlights Ecuador's organizational structure and the collaboration between government, academia and industry as keys to the success of public policy in defense.

Keywords: Military S&T public policy, Military innovation policies, Defense R&D&I policies.

Resumo

Este trabalho de investigação aborda de forma incisiva a situação das políticas públicas no Equador destinadas a promover a colaboração entre as universidades e o sector da defesa no domínio da ciência e tecnologia (C&T), destacando a notável precariedade do desenvolvimento da C&T de defesa no país. Esta condição induziu uma preocupante dependência internacional, agravando os custos da defesa e restringindo o investimento na produção nacional. O estudo critica a ausência de políticas voltadas para a pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias militares, fundamentais para ampliar as capacidades operacionais das Forças Armadas. Propõe-

se um modelo de avaliação da eficácia dessas políticas, sublinhando a urgência de promover uma cultura de defesa que alivie a dependência tecnológica externa e reduza custos, reforçando a capacidade de resposta do Estado às ameaças. As políticas de I&D e inovação em defesa são analisadas em pormenor, destacando a necessidade de um sistema de I&D e inovação que, alinhado com o Plano de Investigación, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação Militar (Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar, 2023), aproveite os recursos existentes para o desenvolvimento futuro. A comparação com o Brasil e o México destaca a estrutura organizacional do Equador e a colaboração entre o governo, o meio académico e a indústria como factores-chave para o sucesso da política pública de defesa.

Palavras-chave: Política pública de C&T militar, Políticas de inovação militar, Políticas de I&D&I no domínio da defesa

Introducción

El avance en la ciencia y tecnología dirigida al sector defensivo en Ecuador ha enfrentado desafíos considerables, conduciendo a una marcada dependencia de capacidades internacionales. Este fenómeno no solamente ha propiciado un incremento en los costos asociados a la defensa, sino que también ha limitado significativamente las inversiones en la producción nacional de tecnología relevante. Esta situación es el resultado directo de una notable ausencia de políticas públicas diseñadas específicamente para el fomento de la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología con aplicaciones militares, esenciales para el refuerzo de las capacidades operativas de las Fuerzas Armadas.

La responsabilidad en el desarrollo científico y tecnológico del país recae en gran medida en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), sin embargo, se observa una falta de directrices específicas que promuevan la investigación en el ámbito científico-militar. Asimismo, se ha detectado una carencia en la creación de incentivos para los actores dentro del ecosistema de I+D+i ecuatoriano, lo que debilita el potencial de colaboración entre instituciones, incluyendo el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y sus centros de investigación, la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE y otras instituciones de educación superior, para el establecimiento de sistemas que fomenten la optimización de recursos y la generación efectiva de ciencia y tecnología militar.

Ante este panorama, el objetivo de esta investigación es proponer un modelo evaluativo para la efectividad de las políticas públicas destinadas a impulsar la cooperación entre universidades y el sector de la defensa. Se busca promover una cultura de defensa robusta a través de políticas públicas que no solo mitiguen la dependencia de tecnologías extranjeras y

optimicen costos, sino que también amplíen las capacidades de respuesta del Estado ante diversas amenazas.

En el contexto de la defensa en Ecuador, el fomento de una cultura de defensa ha sido incipiente. Desde el año 2016 se han sentado las bases para el desarrollo de un sistema integral de I+D+i que aproveche los recursos existentes en las Fuerzas Armadas, proyectando un desarrollo futuro alineado con el Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar (2023). La implementación efectiva de una política pública podría elevar significativamente el interés y el conocimiento de la sociedad ecuatoriana respecto a la seguridad y defensa nacional, posicionando a las universidades y centros tecnológicos como pilares clave para el avance científico y la investigación militar.

Esta política pública actúa como un catalizador en la relación entre las Fuerzas Armadas y otros entes gubernamentales, la industria y la sociedad en general, motivando el estudio de su impacto. Por lo tanto, esta investigación se dedica a recopilar las políticas vigentes, evaluando su implementación en el desarrollo de la ciencia y tecnología militar, la asignación presupuestaria en I+D+i para la defensa, la utilización de recursos para la investigación, el potencial del personal cualificado, el registro de patentes de uso militar, y la contribución de las universidades y recursos disponibles, tanto internos en las Fuerzas Armadas como en el ámbito académico nacional.

Metodología

Para evaluar la efectividad de la política pública en fomentar la cooperación de la universidad ecuatoriana en I+D+i hacia el sector de la defensa, se propone una metodología que incorpora un enfoque multidimensional y participativo. Esta metodología se basa en el desarrollo de una matriz ponderada que evalúa diversos aspectos de la política y su impacto, asignando pesos específicos a cada criterio basándose en su importancia. La propuesta metodológica se estructura de la siguiente manera:

2.1. Definición de Criterios de Evaluación

En la evaluación de la efectividad de las políticas públicas dentro de este marco, es imprescindible adoptar una perspectiva que incorpore dimensiones fundamentales, reflejando tanto las metas de avance tecnológico en defensa como la contribución significativa de las instituciones de educación superior en este esfuerzo. Los parámetros para considerar deben abarcar:

1. **Capacidad de Innovación:** Este criterio implica una evaluación profunda del grado de innovación y el avance en las capacidades tecnológicas específicas para el sector de la defensa que se han desarrollado a través de la colaboración con el ámbito universitario. La meta es identificar y cuantificar el nivel de nuevas soluciones y mejoras tecnológicas aportadas a las fuerzas armadas como resultado directo de esta sinergia académica.
2. **Aplicabilidad Operacional:** Este parámetro mide la efectividad con la que las tecnologías y conocimientos emergentes se integran y contribuyen a las operaciones y estrategias militares. La evaluación de este aspecto se centra en la utilidad práctica y la incorporación efectiva de los avances tecnológicos en el contexto operativo de la defensa, potenciando así la capacidad de respuesta y eficiencia militar.
3. **Autonomía Tecnológica:** La evaluación aquí se enfoca en determinar el impacto que la cooperación entre universidades y el sector de defensa tiene en la independencia tecnológica del país respecto a soluciones de defensa foráneas. Un objetivo clave es analizar hasta qué punto la colaboración fomenta la autosuficiencia y reduce la dependencia de tecnologías militares importadas.
4. **Impacto Socioeconómico:** Este criterio valora las repercusiones económicas y sociales que emanan de la cooperación entre universidades y el sector de defensa, como la generación de empleo en industrias conexas y el desarrollo de tecnologías con aplicaciones civiles potenciales. Este análisis busca comprender el alcance y la magnitud de los beneficios más allá del ámbito militar, considerando el impacto en la economía y la sociedad en su conjunto.
5. **Sostenibilidad:** Finalmente, se examina la sostenibilidad y viabilidad a largo plazo de los esfuerzos de I+D+i en defensa, teniendo en cuenta aspectos como la estabilidad financiera y los impactos ambientales de los proyectos. Este criterio es crucial para asegurar que las iniciativas no solo sean eficaces en el corto plazo, sino que también se mantengan viables y responsables en el futuro, contribuyendo a un desarrollo sostenible.

Estos criterios conjuntamente ofrecen un marco integral para evaluar la efectividad de las políticas públicas en el fomento de la colaboración entre universidades y el sector defensivo, subrayando la importancia de una estrategia holística que equilibre las necesidades de seguridad nacional con los objetivos de desarrollo tecnológico y socioeconómico.

2.2. Ponderación de Criterios

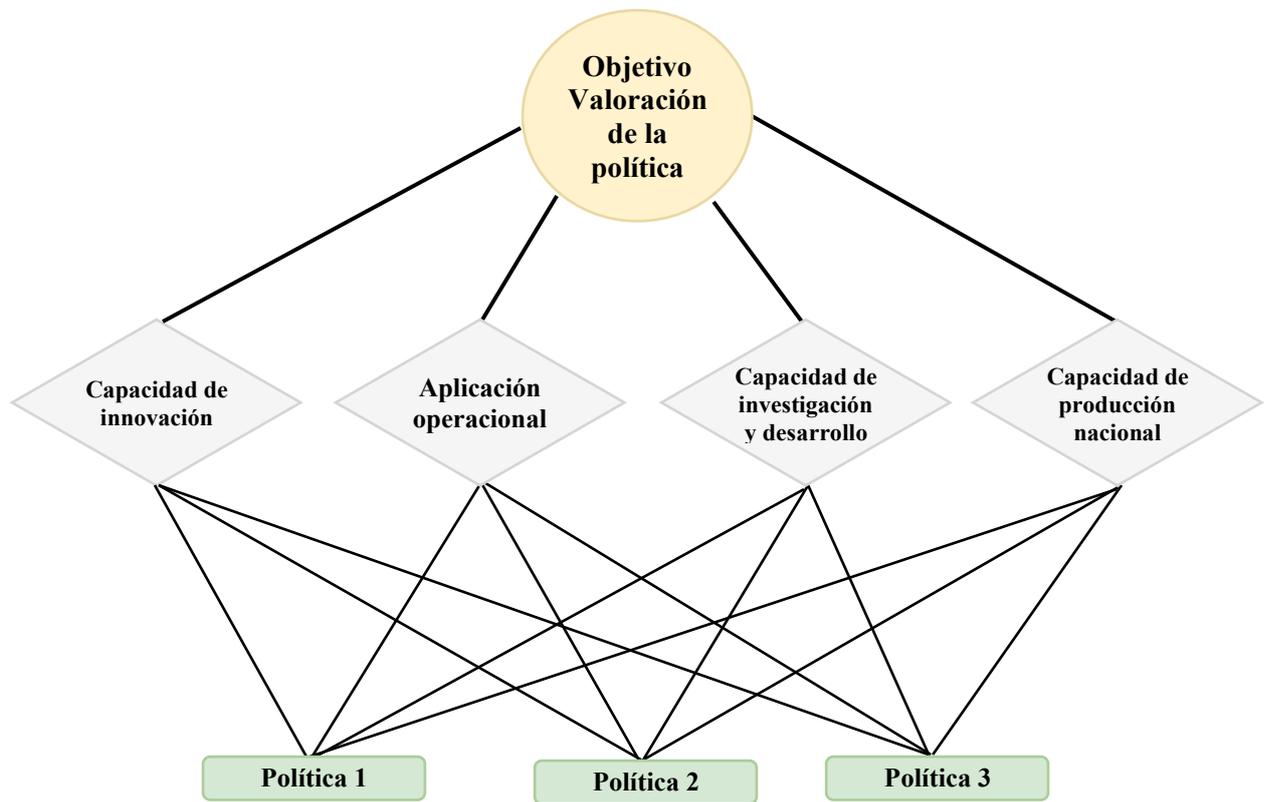
La asignación de importancia a los criterios se fundamenta en un enfoque teórico y metodológico combinado, aplicando conceptos de la Teoría de la Decisión Multicriterio (MCDM), el Balanced Scorecard, la Investigación Participativa, y las teorías de la Utilidad Esperada y la Racionalidad Limitada. Este enfoque busca asegurar una evaluación equilibrada y comprehensiva, reflejando la complejidad del entorno de defensa y la contribución potencial de las universidades en este sector.

1. MCDM: Permite una estructuración sistemática y un análisis detallado de los criterios a través de métodos como AHP y TOPSIS, facilitando la participación de expertos y partes interesadas en la ponderación de los criterios.
2. Balanced Scorecard: Proporciona un marco para equilibrar las perspectivas financieras, de procesos, de clientes (en este caso, sectores relacionados con la defensa y la comunidad académica), y de aprendizaje y crecimiento, promoviendo un análisis holístico.
3. Investigación Participativa: Asegura que la ponderación de los criterios incorpore una amplia gama de perspectivas, incluyendo académicos, profesionales de la defensa, y representantes gubernamentales, para alinear la evaluación con las prioridades estratégicas y operativas del país.
4. Teorías de la Utilidad Esperada y Racionalidad Limitada: Ofrecen un marco para comprender y manejar las incertidumbres y limitaciones en la toma de decisiones, permitiendo una asignación de ponderaciones que maximice el valor esperado de los resultados de la política pública.

Utilizando el marco proporcionado por la Teoría de Decisión Multicriterio, el modelo de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) emerge como una herramienta eficaz para jerarquizar y ponderar criterios en la evaluación integral y equitativa de políticas públicas que buscan fomentar la cooperación entre la universidad ecuatoriana y el sector de defensa en I+D+i. El AHP (Herrera-Enriquez, G et al 2021), desarrollado por Saaty (1990), se aplica a cinco criterios clave: capacidad de innovación, aplicabilidad operacional, autonomía tecnológica, impacto social, y sostenibilidad. Este método se caracteriza por su flexibilidad al manejar juicios subjetivos, ya que no requiere que estos juicios mantengan una transitividad cardinal perfecta, admitiendo así cierto grado de inconsistencia en las evaluaciones de los decisores Moreno (2002). La estructura de este modelo de decisión se lo puede observar en la Figura 5.

Figura 1

Modelo de decisión de la política



Nota. Autores (2024).

La metodología del AHP plantea el análisis comparativo de expertos, en este caso de políticas públicas, sobre el grupo de los criterios definidos en este trabajo, en forma pareada, para lo cual establece una escala cuya validez teórica y empírica ha sido justificada (Moreno, 2002; Saaty, 1990), una escala numérica de nueve niveles que mantiene su correspondencia con una escala verbal, como se evidencia a continuación:

Tabla 1

Escala de valoración Saaty

Escala numérica	Escala verbal
1	Criterios de igual importancia
2	Entre igual o moderadamente preferible de un criterio sobre otro
3	Débil o moderada importancia de un criterio sobre otro
4	Entre moderada y fuertemente preferible de un criterio sobre otro
5	Importancia fuerte de un criterio sobre el otro
6	Entre fuerte y extremadamente fuerte preferible de un criterio sobre otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro

8	Entre muy fuerte y extremadamente preferible de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro

Nota. 2, 4, 6,8 Valores intermedios entre escalas adyacentes.

Los resultados de la comparación pareada conforman una matriz $n * n$ donde a_{ij} es la medida de la importancia relativa del criterio i frente al criterio j , así:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \text{ donde se cumple } a_{ij} * a_{ji} = 1: A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

En la matriz A todos los elementos son positivos y pertinentes con los siguientes teoremas (Saaty, 1990):

1. Teorema 1: Reciprocidad; si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij} = 1/a_{ji}$ (8) para todas $i, j = 1, 2, 3 \dots n$
2. Teorema 2: Consistencia si $a_{ij} = a_{ik}/a_{jk}$ (9) para todas $i, j, k = 1, 2, 3 \dots n$

A cada celda de la matriz le corresponderá uno de los valores de la escala de Saaty; las comparaciones ubicadas sobre la diagonal formada por el valor 1, tienen una intensidad de preferencia inversa a las ubicadas debajo de dicha diagonal.

A fin de cumplir con el proceso de jerarquización de criterios, se aplica el proceso de sinterización, que es obtener un sistema de pesos que resulte consistente con las preferencias subjetivas mostradas y recogidas en la matriz de comparaciones. Es importante destacar que no es necesario contar con información cuantitativa sobre los criterios analizados, por lo que las combinaciones son realizadas tomando en cuenta los juicios de valor de cada ente decisor.

Este proceso se puede resumir de la siguiente manera:

1. Sumar los valores de cada columna de la matriz comparaciones pareadas
2. Dividir cada nuevo valor obtenido en la matriz entre el total de columnas
3. Calcular el vector de prioridades de la matriz de comparación, calculado promedio de los valores de cada línea de prioridades

Dada la matriz de comparaciones $A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$ se suma verticalmente los

valores de cada columna, obteniéndose $v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_1^n a_i$, que conforma el vector $V = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n]$. Luego se divide cada elemento de la matriz entre la suma obtenida por cada columna, y se tiene, la matriz normalizada:

$$A \text{ normalizada} = \begin{bmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{bmatrix}$$

El siguiente paso se orienta a obtener las prioridades de la matriz de comparaciones, a

través del vector columna $P = \begin{bmatrix} \frac{1}{n} \sum_1^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_1^n a_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_1^n a_{nj} \end{bmatrix}$ que contendrá los promedios de las filas, es decir se

obtendrá el **vector de prioridades de criterios** $P = \begin{bmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \vdots \\ P_{c1n} \end{bmatrix}$, la suma de los valores del vector

prioridades de las de los criterios debe ser igual a 1.

Las prioridades de las alternativas se obtienen elaborando las matrices que incorporan las prioridades de las alternativas respecto de los criterios:

	<i>Criterio 1</i>	<i>Criterio 2...</i>	<i>Criterio m</i>
<i>Alternativa 1</i>	p_{11}	$p_{12} \dots$	p_{1m}
<i>Alternativa 2</i>	p_{21}	$p_{22} \dots$	p_{2m}
<i>... ..</i>	\vdots	$\vdots \quad \vdots$	\vdots
<i>Alternativa n</i>	p_{n1}	$p_{n2} \dots$	p_{nm}

Las matrices obtenidas son multiplicadas con las matrices de los vectores prioridades de los subcriterios respecto al criterio de jerarquía superior.

$$\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \vdots \\ P_{c1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P'_{11} \\ P'_{12} \\ \vdots \\ P'_{1n} \end{bmatrix}$$

El proceso es cíclico hasta agotar las comparaciones de los elementos del modelo.

2.3. Análisis de consistencia del modelo

El modelo de decisión Satty a pesar de permitir inconsistencias en las ponderaciones de los decisores, propone un procedimiento riguroso para medir y evaluar el grado de estas inconsistencias. Si el nivel de inconsistencia se encuentra dentro de un rango aceptable, el proceso puede avanzar. De lo contrario, se sugiere una revisión y ajuste de los juicios emitidos. Este mecanismo asegura que, aunque se reconozca la subjetividad inherente a la toma de decisiones, se mantenga un estándar de coherencia que respalde la legitimidad y fiabilidad de

los resultados obtenidos a través del AHP. La consistencia tiene dos propiedades: la relación transitiva y la proporcionalidad de las preferencias.

La transitividad se origina al comparar dos o más valores, es decir si w_1 es mejor que w_2 y w_2 es mejor que w_3 , se esperaría que w_1 sea mejor que w_3 . La proporcionalidad en juicios consistentes se daría si w_1 es tres veces mejor que w_2 y w_2 es dos veces mejor que w_3 , se esperaría que w_1 sea seis veces mejor que w_3 . Es decir que para la matriz $[A]$, se evidencia la consistencia cuando los pesos $W_1 \dots W_n$, son conocidos y se obtiene $a_{ij} = W_i/W_j$ (Lamazares Redondo & Berumen, 2011).

Los juicios de los decisores, que presentan variables cualitativas, llevan niveles de imprecisión e incertidumbre, que pueden generar inconsistencia en los resultados del método. Saaty & Vargas (1980) define la consistencia de los juicios como la verificación del resultado $a_{ik} = a_{ij} * a_{jk}$ para todo i, j, k de la matriz de comparaciones pareadas. Si los juicios del decisor fueran exactos se cumpliría la ecuación indicada, siendo así consistente la matriz $[A]$ (Llamazares y Berumen, 2011).

Siendo a_{12} en la matriz $[A]$ la razón que define la importancia entre la alternativa "1" y alternativa "2", Saaty 1990) plantea lo siguiente:

Alternativa 1 = w_1

Alternativa 2 = w_2

Donde $a_{12} = w_1/w_2$;

Reemplazando cada a_{ij} en la matriz $[A]$ se tiene:

$$[A] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Considerando la línea "i" en la matriz de juicios: $a_{i1}, a_{i2}, \dots a_{in}$; se multiplican los elementos de la línea por $w_1, w_2, \dots w_n$ y se obtiene:

$$w_i/w_1 * w_1 = w_i \quad w_i/w_2 * w_2 = w_i \quad \dots \quad w_i/w_n * w_n = w_i$$

Aplicado a los juicios reales, se obtiene el vector línea, cuyos elementos representan la dispersión estadística del juicio dado sobre el valor w_i , por lo que se puede utilizar w_i como estimativa del promedio de los valores, teniendo:

Ideal: $w_i = a_{ij} * w_j$ para $i, j = 1, 2, \dots, n$)

$$Real: w_i = 1/n * \sum_{j=1}^n a_{ij} * w_j$$

Se tiene entonces la matriz $[A]$ que contiene los juicios ideales y la matriz $[A']$ que recoge las desviaciones generadas en un caso real. Para determinar si el nivel de consistencia es o no admisible, que la consistencia de una matriz es consistente, implica que existe un vector columna $[w]$, de pesos w_j para $j = 1,2,3, \dots, n$, donde:

$$w_i/w_j = a_{ij} \text{ y que } [A] * [w] = n * [w]$$

Sobre la base de la teoría de matrices se tiene:

$$\varepsilon \lambda_i = \varepsilon \alpha_{ii} = n$$

Al considerar pérdida de consistencia de la matriz $[A]$ se genera una matriz $[A']$ donde se cumple:

$$[A'] * [w'] = \lambda_{max} * [w'] \text{ y } \lambda_{max} \geq n\zeta$$

$$\lambda_{max} = [V] * [P]$$

$$\lambda_{max} = V = [v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n] * \begin{bmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \vdots \\ P_{c1n} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Donde:

λ_{max} = es el valor característico promedio (valor escalar)

n = es el tamaño de matriz

Cuando más parecido sea λ_{max} al número de alternativas que están siendo analizadas (n), el juicio de valor es más consistente.

El índice de consistencia IC, que mide la dispersión de los juicios del decisor en la matriz $[A]$, planteado por Saaty (1990) es:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

El *AHP* calcula la razón de consistencia como el índice de consistencia (*IC*) de $[A]$ y el Índice de Consistencia Aleatorio (*IA*) (ver Tabla 3), así:

$$\text{La Relación de Consistencia } RC = \frac{IC}{IA}$$

Se considera que el decisor es aceptable cuando $RC < 0.1$

Tabla 2

Índice de Consistencia Aleatoria (IA)

No. Elementos que se comparan n)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Índice de Consistencia Aleatorio IA)	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59
Diferencias de primer orden	0.52	0.37	0.22	0.14	0.10	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01

Nota. Información obtenida de Saaty (2008)

La tercera fila de la tabla corresponde a las diferencias entre los números sucesivos de la segunda fila, para el número nueve se observa que se presenta como punto límite más allá del cual las diferencias no son lo suficientemente sensibles para hacer cambios precisos en el juicio. Para más de nueve elementos o criterios de comparación Moreno (2002) recomienda dividir en grupos con un elemento común que pueda ser utilizado como pivote para combinar los pesos finales, debido a la magnitud de los criterios inmersos en la resiliencia en dos de las ocho dimensiones se analizarán más de nueve elementos, pero se respetarán estrictamente los valores establecidos como normativa en la tabla aleatoria y el correspondiente índice de consistencia.

2.4. Expertos – Decisores

Para garantizar una evaluación integral y equitativa de la política pública que promueve la cooperación de la universidad ecuatoriana en I+D+i hacia el sector de la defensa, es esencial seleccionar un grupo diverso de evaluadores (decisores) que aporten perspectivas variadas y experticia en diferentes áreas relevantes. Los perfiles recomendados para este grupo de evaluación incluyen:

Expertos Académicos en I+D+i:

Perfil: Investigadores y académicos con experiencia en proyectos de investigación, desarrollo e innovación, especialmente aquellos que hayan trabajado en colaboración con el sector de la defensa o en áreas afines como tecnología, ingeniería y ciencias aplicadas.

Contribución: Aportan conocimientos técnicos y comprensión de los desafíos y oportunidades en la investigación aplicada y la innovación tecnológica.

Profesionales de la Defensa y Seguridad Nacional:

Perfil: Oficiales superiores y expertos en defensa con experiencia en planificación estratégica, operaciones militares y gestión de la defensa.

Contribución: Proporcionan perspectiva sobre las necesidades operativas, estratégicas y de seguridad del sector de la defensa, así como sobre la aplicabilidad y relevancia de las innovaciones tecnológicas.

Representantes del Gobierno y Políticos:

Perfil: Funcionarios de agencias gubernamentales responsables de políticas de ciencia y tecnología, defensa, educación superior y desarrollo económico.

Contribución: Ofrecen insights sobre prioridades políticas, marcos regulatorios y la alineación de la cooperación universidad-defensa con los objetivos nacionales de desarrollo e innovación.

Profesionales de la Industria de Defensa:

Perfil: Ejecutivos y gerentes de empresas del sector de defensa y seguridad, incluyendo tanto proveedores de tecnología como usuarios finales de innovaciones.

Contribución: Aportan una perspectiva sobre la viabilidad comercial, la transferencia tecnológica, y la integración de soluciones innovadoras en productos y servicios de defensa.

Expertos en Política Pública y Evaluación de Programas:

Perfil: Especialistas en análisis y evaluación de políticas públicas, con experiencia en modelos de cooperación entre el sector público y privado y en la evaluación de programas de I+D+i.

Contribución: Proporcionan metodologías para la evaluación de políticas y programas, así como experiencia en la medición de impactos socioeconómicos y la sostenibilidad de las iniciativas de cooperación.

Representantes de la Sociedad Civil y Grupos de Interés:

Perfil: Líderes de organizaciones no gubernamentales, asociaciones profesionales y grupos de interés en campos relacionados con la ciencia, tecnología y educación.

Contribución: Reflejan las expectativas y preocupaciones de la sociedad respecto a la cooperación entre universidades y el sector de la defensa, incluyendo aspectos éticos y de responsabilidad social.

La inclusión de estos perfiles garantiza que la evaluación de la política pública se realice desde una perspectiva holística y multidisciplinaria, considerando tanto las dimensiones técnicas como las implicaciones socioeconómicas y éticas. Esta diversidad de perspectivas es crucial para identificar las mejores prácticas, desafíos y recomendaciones para fortalecer la cooperación en I+D+i entre las universidades ecuatorianas y el sector de la defensa.

2.5. Implementación de la Metodología

La implementación de esta metodología requiere la realización de un proceso estructurado que incluya la recopilación de datos y opiniones de una variedad de fuentes, análisis cuantitativo y cualitativo de la información recopilada, y la aplicación de herramientas de decisión multicriterio para sintetizar los hallazgos en una evaluación coherente y fundamentada de la efectividad de la política pública.

Este enfoque metodológico proporcionará una comprensión profunda de cómo las políticas públicas pueden optimizar la cooperación entre universidades y el sector de la defensa en Ecuador, identificando áreas de fortaleza, oportunidades de mejora, y recomendaciones estratégicas para futuras iniciativas de políticas públicas en este ámbito crucial.

Resultados

En el tejido de la innovación y desarrollo (I+D+i) se entrelazan historias de colaboración entre diversos protagonistas. En el corazón de este relato se encuentra el modelo de triple hélice, que pinta una alianza estratégica entre el Gobierno, las Universidades y la Industria. Inspirados por Ponce-Jaramillo & Güemes-Castorena, (2017), descubrimos que el Gobierno juega un papel crucial al tender puentes entre el mundo académico y el industrial, sembrando las semillas de la innovación y el crecimiento económico a través de un diálogo constante y constructivo entre estos sectores. La magia de esta cooperación se destila en la política pública, actuando como el alquimista que transforma la interacción en oro puro.

En el dominio específico de la defensa, la sinergia entre la academia y la industria es vital. Esta colaboración permite superar obstáculos como la escasez de capital humano, recursos especializados y adecuadas instalaciones. Aunque mezclar las culturas de innovación civil y militar puede ser desafiante, dadas sus diferentes culturas organizacionales, valores, estilos de comunicación y procesos decisionales, es un puente necesario para alcanzar metas compartidas.

Mirando hacia atrás, en tiempos de conflictos globales, nos enfrentamos a desafíos que demandan estrategias renovadas. Los conflictos de hoy, como el crimen organizado transnacional, requieren de un enfoque distinto en la defensa nacional. Según el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (España) (2002), adaptarse y adoptar nuevas estrategias ha probado ser efectivo. Colombia es un ejemplo brillante, alcanzando una autosuficiencia tecnológica en la esfera militar gracias a su robusta infraestructura en educación y mantenimiento científico-tecnológico. Esta autosuficiencia se manifiesta en la capacidad de

crear y adaptar tecnología a medida, así como en la habilidad para acceder a innovaciones tecnológicas.

Brasil, por su parte, ha visto cómo la ciencia y tecnología en defensa han evolucionado, guiadas por objetivos políticos y económicos, hacia una estabilidad multidimensional. Esto se ha logrado a través de la implementación de estrategias y proyectos bien definidos. México no se queda atrás, promoviendo el desarrollo de I+D en defensa a través de políticas públicas que se alinean con su Política de Defensa Nacional e Industrial.

Serbi, (2020) nos recuerda que el avance en Ciencia, Tecnología e Innovación en defensa trasciende la mera estrategia militar. Involucra un espectro más amplio que incluye lo político, jurídico, económico y administrativo, reuniendo a actores de los sectores público y privado como impulsores fundamentales. Resalta la importancia de reconocer la necesidad de avanzar en estas áreas y cómo la participación de todos los actores es crucial en el diseño de políticas que promuevan el progreso científico y tecnológico con fines militares, fortaleciendo así nuestras capacidades de defensa.

3.1. Las políticas públicas ecuatorianas para el sector I+D+i en la defensa

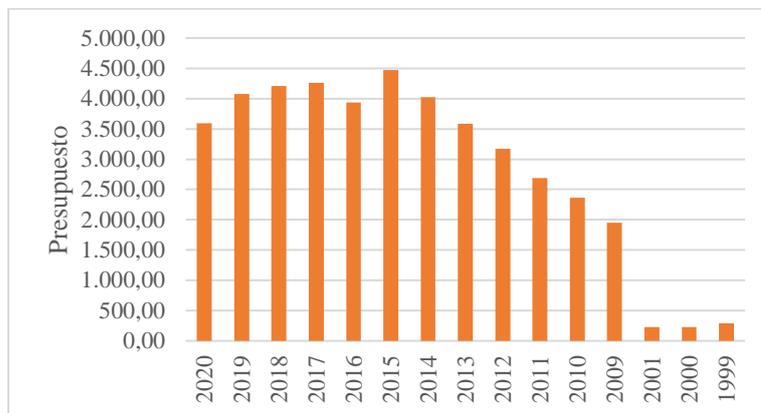
El proceso de fortalecimiento del sector de la Defensa en Ecuador mediante la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) se fundamenta en una estrategia integral que abarca componentes científicos y tecnológicos cruciales para la seguridad nacional. Esta aproximación estratégica tiene como finalidad el fortalecimiento de las capacidades de las Fuerzas Armadas ecuatorianas, a través de la implementación de políticas públicas que incluyen la generación de planes, programas y proyectos orientados a la modernización y mejora de las capacidades operativas militares.

La sinergia entre el sector educativo superior y el fortalecimiento del ámbito de defensa se hace patente en el contexto de los desafíos económicos, políticos y de seguridad interna que enfrenta el Ecuador. La crisis económica, profundizada por los efectos de la pandemia global y por políticas gubernamentales previas enfocadas en la reducción del tamaño del Estado y los presupuestos públicos, en especial en áreas críticas como la educación, representa un obstáculo significativo para el avance en los campos científico y tecnológico. Este contexto ha contribuido igualmente a una brecha en la provisión de servicios educativos y de salud a poblaciones vulnerables, lo que ha generado condiciones propicias para el aumento de la delincuencia, así como de la criminalidad organizada y transnacional, de acuerdo con Serbi (2020). Este entorno desafiante subraya la importancia de integrar estrategias de I+D+i en la defensa como un mecanismo esencial para enfrentar y superar tales desafíos, reafirmando el

compromiso del país con la seguridad y el bienestar de su población a través de la innovación y el desarrollo tecnológico.

Figura 2

Evolución del Gasto en Educación 1999-2020



Nota. El gráfico representa la evolución del gasto en educación, durante el periodo 1999-2020, de acuerdo con la información proporcionada del Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador.

La consolidación del ámbito de la Defensa en la República del Ecuador a través de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) se asienta sobre un esquema estratégico holístico, que engloba elementos científicos y tecnológicos de vital importancia para el mantenimiento de la seguridad nacional. Dicho enfoque estratégico se dirige a la ampliación de las capacidades de las Fuerzas Armadas ecuatorianas mediante la adopción de políticas públicas orientadas a la generación de planes, programas y proyectos que tienen como objetivo la modernización y el fortalecimiento de las capacidades operativas militares.

La interacción entre la educación superior y el impulso del sector defensivo se manifiesta claramente ante los desafíos económicos, políticos y de seguridad interna que actualmente encara Ecuador. La recesión económica, agudizada por la pandemia global y las políticas gubernamentales anteriores centradas en la minimización del aparato estatal y la contracción de los presupuestos públicos, especialmente en sectores clave como el educativo, se erige como un impedimento significativo para el progreso en las áreas de la ciencia y la tecnología. Este escenario ha generado, además, un déficit en la provisión de servicios educativos y sanitarios a las comunidades más desfavorecidas, creando un ambiente propicio para el incremento de actividades delictivas y la criminalidad organizada y transnacional, conforme lo señala Serbi (2020). Esta situación de adversidad destaca la necesidad de incorporar estrategias de I+D+i en el sector defensivo como un instrumento fundamental para afrontar y superar dichos desafíos, reiterando el compromiso del país con la seguridad y el bienestar de sus habitantes mediante la promoción de la innovación y el avance tecnológico.

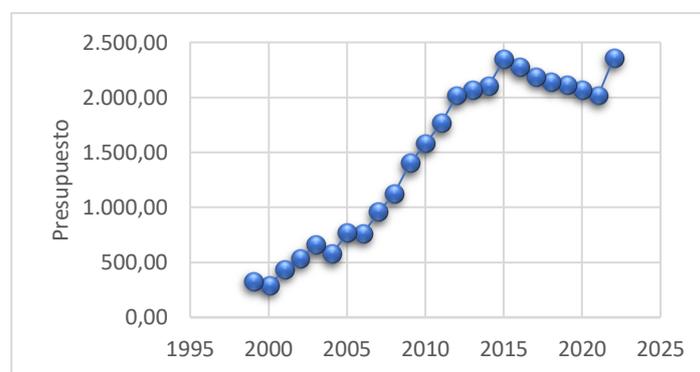
3.2. Situación económica del sector Defensa ecuatoriana

De acuerdo con las observaciones del Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional de España (2002), se ha reconocido que la innovación y el avance tecnológico constituyen ejes centrales para la evolución de las capacidades operacionales de las Fuerzas Armadas. Esta perspectiva ha propiciado una revisión profunda de la noción tradicional de defensa, que ha evolucionado desde una orientación puramente basada en la guerra convencional hacia una adaptación a nuevos tipos de amenazas. Este cambio paradigmático ha requerido de inversiones significativas en recursos dedicados a la optimización de áreas clave tales como mando y control, además de la inteligencia y la tecnología.

La evolución del presupuesto de defensa en Ecuador refleja una tendencia de crecimiento continuo hasta el año 2015, punto a partir del cual se registra una disminución. Montaguano Punina (2023) apunta que este decremento en la asignación presupuestaria ha coincidido temporalmente con un incremento notable en las actividades vinculadas al narcotráfico dentro del territorio nacional. Frente a este escenario, y en respuesta a los ajustes en la política de defensa por parte de la administración actual, se ha identificado como imperativo el aumento del presupuesto dedicado a la seguridad y defensa para contrarrestar estas amenazas emergentes. Esta necesidad se ha materializado en la declaración de un Conflicto Interno No Internacional (CANI), lo cual se ha reflejado en un aumento presupuestario, evidenciando el compromiso gubernamental con la seguridad nacional.

Figura 3

Gasto de defensa del Ecuador 1995-2023



Nota. El gráfico representa la evolución del gasto en defensa, durante el periodo 1995-2023, de acuerdo con la información proporcionada del Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador.

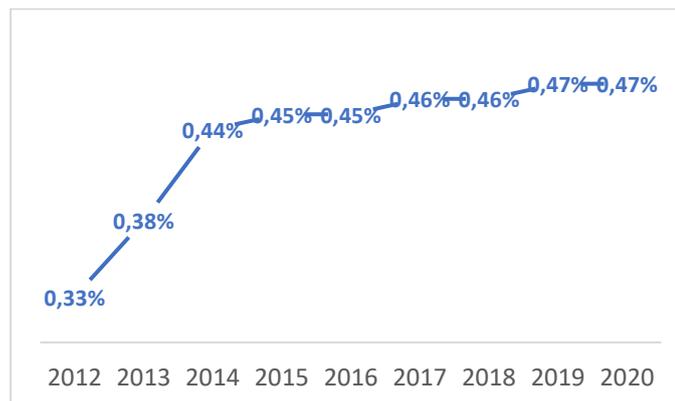
El concepto de la Triple Hélice emerge como un modelo sinérgico de colaboración entre el ámbito académico, el sector industrial, tanto público como privado, nacional e internacional, y el gobierno. En este esquema, las universidades asumen un rol protagónico en la investigación y en la capacitación de investigadores, mientras que el sector industrial se

encarga de impulsar el desarrollo, la transferencia y la divulgación tecnológica, según se describe en el trabajo de Bueno (2016), sobre la política pública de promoción de la cultura de defensa en las instituciones de educación superior. Este marco colaborativo se revela como esencial para el avance de tecnologías que puedan ser empleadas en el ámbito de la defensa.

En el contexto ecuatoriano, la estrategia de defensa, articulada en documentos clave como el Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar (2023) y el Manual Modelo y Sistema de I+D+i+P de FF.AA (2022), enfatiza la relevancia de la investigación y el desarrollo (I+D) frente a emergentes amenazas y subraya la imperiosa necesidad de innovación en respuesta a restricciones presupuestarias y al proceso de profesionalización de las Fuerzas Armadas. Ecuador se enfrenta a un notable desafío tecnológico en comparación con países vecinos como Colombia y Perú, que cuentan con sistemas de seguridad más avanzados. Esta discrepancia tecnológica se ve exacerbada por una política nacional limitada en materia de desarrollo tecnológico, lo que hace imperativa la inversión en I+D para mitigar estas diferencias. La representación del gasto en I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) sirve de indicador de la actual coyuntura en Ecuador, reflejando una palpable falta de avance en este ámbito.

Figura 4

Gasto de I+D como % del PIB

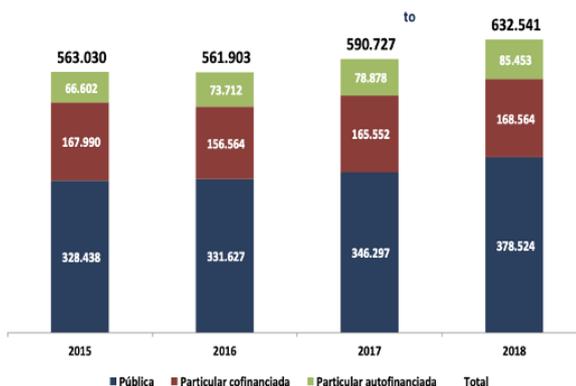


Nota. El gráfico representa la evolución del gasto en I+D+i como porcentaje del PIB, durante el periodo 2012-2020, de acuerdo con la información del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida (2017).

La educación superior en Ecuador, en el año 2018, reflejó un panorama financiero donde el 59,8% de la matrícula correspondió a Instituciones de Educación Superior (IES) públicas, seguido por un 26,6% en IES particulares cofinanciadas y un 13,5% en IES particulares autofinanciadas Figura 4. Este esquema de financiamiento revela la importancia de las inversiones estatales en la educación superior, con una distribución geográfica que busca evitar la centralización del desarrollo educativo y tecnológico en áreas específicas del país.

Figura 5

Tipos de financiamiento



Nota. El gráfico representa los tipos de financiamiento durante el periodo 2015-2018, de acuerdo a la información del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida (2017).

La mayoría de los estudiantes, alrededor del 87%, optaron por modalidades de estudio presenciales, evidenciando una preferencia marcada por este tipo de aprendizaje frente a modalidades a distancia o en línea (Figura 5). Este dato es crucial para entender el contexto educativo ecuatoriano y su potencial impacto en diversos sectores, incluido el de la defensa.

Tabla 3

Modalidad de estudios

Modalidad	2015	2016	2017	2018
Total	563.030	561.903	590.727	632.541
Presencial	476.376	485.569	511.202	549.413
Semipresencial	22.543	18.460	17.253	17.101
A Distancia	63.823	57.380	60.592	61.776
En línea	-	-	25	1.107
No registra	288	494	1.655	3.144

Nota. El gráfico representa la modalidad de estudios durante el periodo 2015-2018, de acuerdo con la información del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida (2017).

El campo de estudios seleccionado por los estudiantes muestra una predilección por las ciencias sociales, periodismo, información y derecho, seguido por salud y bienestar e ingenierías. Específicamente, las áreas de salud y bienestar y de ingeniería, que representan un 19% y un 15% de la elección de estudios respectivamente, son críticas para el desarrollo de ciencia y tecnología aplicable al sector militar. Este último porcentaje subraya la oportunidad

de aprovechar las capacidades en ingeniería, industria y construcción para impulsar el sector de la defensa, evidenciando la necesidad de fomentar estas áreas de estudio como una inversión estratégica para el desarrollo nacional.

Tabla 4

Campos de estudios

Carreras	2015	2016	2017	2018
Total	563.030	561.903	590.727	632.541
Administración de empresas y derecho	2.742	4.472	12.840	35.349
Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria	23.655	25.376	27.174	30.909
Ciencias naturales, matemáticas y estadística	45.467	49.768	49.975	45.861
Ciencias sociales, periodismo, información y derecho	247.004	236.848	234.583	220.603
Educación	44.055	35.839	40.980	53.388
Humanidades y artes	17.528	17.226	17.256	16.540
Ingeniería, industria y construcción	78.351	83.266	90.631	97.622
Salud, bienestar, servicios sociales	103.446	107.276	111.447	119.814
Tecnologías de la información y la comunicación	494	1.119	4.068	9.311
Programas y certificaciones	-	119	118	118
No registra	288	494	1.655	3.144

Nota. El gráfico representa la evolución del gasto en los campos de estudio, durante el periodo 2015-2018, de acuerdo con la información del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida (2017)

Este análisis sugiere que, mientras Ecuador enfrenta desafíos significativos en optimizar el rendimiento de las inversiones en I+D para defensa, debido a la escasez de recursos y a las incertidumbres en los resultados de I+D, la inversión en educación superior, especialmente en campos estratégicos como la ingeniería, podría ser clave. La promoción de estas áreas no solo fortalecerá el desarrollo tecnológico y científico aplicado a la defensa, sino que también contribuirá a la formación de profesionales capacitados para afrontar y resolver los desafíos contemporáneos del sector. Este enfoque podría, en última instancia, servir como un multiplicador de fuerza para el país, aumentando su autosuficiencia y capacidades defensivas frente a los retos futuros.

3.3. La efectividad de la política pública en el ámbito de la defensa

El escrutinio del "Manual del Modelo y Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico, Innovación y Producción de las Fuerzas Armadas del Ecuador" despliega una aproximación metódica y estructurada hacia la fusión de ciencia, tecnología, innovación, y producción (I+D+i+P) dentro del dominio defensivo ecuatoriano. Dicha metodología se distingue por la adhesión a un modelo de triple hélice, que facilita la sinergia entre el gobierno, la esfera académica y el sector industrial, con el propósito de impulsar el avance tecnológico y la innovación en la defensa.

Este compendio formula un cimiento legal robusto, arraigado en la Constitución de la República del Ecuador y en un conglomerado de legislaciones nacionales que estimulan la investigación, el avance tecnológico y la innovación, garantizando así la salvaguarda de derechos, libertades y garantías ciudadanas a través de la defensa de la soberanía y la integridad territorial. Tal estructura legal enfatiza la imperatividad de amalgamar I+D+i en las estrategias defensivas nacionales, conciliando estas iniciativas con los objetivos de desarrollo más expansivos del país.

En lo que respecta a la configuración organizativa, el manual delinea las funciones y obligaciones de diversas entidades dentro de las Fuerzas Armadas y el sector defensivo en su conjunto, proponiendo un esquema multinivel que promueve la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y la producción. La meta de este sistema es el fortalecimiento de las capacidades militares y la disminución de la dependencia externa mediante el estímulo de la autonomía tecnológica.

Al contrastar este modelo con los examinados previamente para Brasil y México, se destaca que Ecuador, de manera similar a estos países, reconoce el papel vital de la ciencia y tecnología en el robustecimiento de la defensa nacional. No obstante, la estrategia ecuatoriana resalta por su minuciosa estructura organizativa y por su acento en la cooperación entre el gobierno, el ámbito académico y el sector industrial, evidenciando un esfuerzo conjunto por entrelazar y maximizar los recursos nacionales en el desarrollo de capacidades defensivas innovadoras.

La eficacia de la política pública ecuatoriana en materia de defensa dependerá sustancialmente de la implementación práctica de este modelo y sistema I+D+i+P. La habilidad para propiciar una colaboración eficaz entre los diversos actores implicados y para asegurar la asignación de los financiamientos y recursos necesarios será determinante para la materialización de los objetivos delineados en el manual. En este marco, el éxito de la política

pública defensiva de Ecuador podría erigirse como un paradigma para otras naciones en la región, demostrando cómo la integración de ciencia, tecnología e innovación puede empoderar la defensa nacional y contribuir al desarrollo socioeconómico de manera más general.

3.4. La evaluación de la efectividad de la política pública

El "Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Fuerza Terrestre 2023-2033" articulado por Ecuador traza un itinerario exhaustivo para la incorporación de la ciencia, la tecnología y la innovación (I+D+i) dentro de la infraestructura defensiva nacional. Dicho plan se sustenta en un marco legal y teórico robusto, avalado por la Constitución de la República del Ecuador y un conjunto de legislaciones nacionales que destacan la investigación y el desarrollo tecnológico como pilares esenciales para la seguridad y defensa del país.

Al efectuar un análisis comparativo de este programa con iniciativas similares en Brasil y México, resulta palpable el compromiso de Ecuador con una estrategia sistemática y de largo alcance para el fortalecimiento de sus fuerzas de defensa a través de la innovación y el avance tecnológico. El esquema ecuatoriano se distingue por su metodología estructurada, que abarca una estrategia comprensiva incluyendo la instauración de un marco legal sólido, la identificación de dominios de conocimiento prioritarios y la ejecución de proyectos específicos dirigidos al desarrollo de capacidades tecnológicas militares.

La efectividad de las políticas públicas ecuatorianas en materia de defensa, según se desprende del plan, se fundamenta en su habilidad para definir metas claras y alcanzables dentro de un contexto colaborativo que une al gobierno, el sector académico y la industria. Esta aproximación interdisciplinaria no solo tiene el propósito de ampliar las capacidades militares sino también de impulsar el progreso económico y tecnológico del país.

En contraste con las dinámicas observadas en Brasil y México, que igualmente han buscado integrar la I+D+i en sus estrategias defensivas, el plan ecuatoriano propone un modelo minucioso y específico que pone de relieve la relevancia de lograr una autonomía tecnológica y disminuir la dependencia de recursos foráneos. Además, se caracteriza por su enfoque en el desarrollo de tecnologías duales, aplicables tanto en el sector militar como en el civil, favoreciendo así un impacto socioeconómico extensivo más allá de los límites militares.

El "Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Fuerza Terrestre 2023-2033" de Ecuador evidencia una visión estratégica y comprometida hacia la actualización de sus fuerzas armadas mediante la innovación y el desarrollo tecnológico. Este proyecto no solamente se presenta ambicioso en su envergadura, sino que igualmente provee un esquema

práctico para su ejecución, lo cual podría erigir a Ecuador como un referente regional en la integración de I+D+i en la esfera defensiva nacional.

Discusión

Se identifican varias problemáticas y oportunidades clave en el desarrollo de políticas de I+D+i en Ecuador. Uno de los puntos más críticos abordados es la marcada dependencia tecnológica externa, que no solo limita la capacidad operativa del país, sino que también incrementa los costos en defensa (Herrera-Sánchez, M. J. 2021). Este escenario resalta la importancia de promover políticas públicas que fomenten la autonomía tecnológica, en línea con experiencias internacionales exitosas como Brasil y México, donde la colaboración entre academia, industria y gobierno ha fortalecido las capacidades tecnológicas nacionales (Quinatoa-Chasi, W. D. et. al. 2024). El modelo de triple hélice propuesto en el estudio es fundamental para mejorar la integración de estos sectores, pero se subraya que su efectividad depende de la implementación de un marco institucional robusto y la asignación de recursos suficientes. De esta manera, Ecuador podría reducir su dependencia de tecnologías militares extranjeras y optimizar su capacidad de respuesta ante amenazas, alineando sus esfuerzos con el Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar de 2023.

Se revelan importantes desafíos estructurales que deben ser abordados para asegurar la efectividad de la investigación y desarrollo (I+D+i) en tecnología militar. Uno de los principales obstáculos es la limitada inversión en ciencia y tecnología aplicada a la defensa, lo que ha generado una dependencia crítica de proveedores internacionales y ha restringido la capacidad del país para desarrollar tecnología propia (Montalván-Vélez, C. L. et. al. 2024). Este déficit se ve exacerbado por la falta de incentivos específicos que promuevan la innovación dentro del ecosistema científico-militar nacional. En comparación con modelos exitosos, donde se ha logrado una sinergia entre el gobierno, la academia y la industria, el caso ecuatoriano muestra una carencia de una estrategia coordinada y sostenida. La implementación del modelo de triple hélice propuesto en la investigación es un paso importante, pero su éxito depende de la voluntad política para crear un entorno propicio para la innovación, con marcos legales adecuados y una asignación presupuestaria acorde a las necesidades del sector defensa.

Otro aspecto relevante es la evaluación de la sostenibilidad de las políticas públicas en materia de defensa, especialmente en relación con la capacidad del país para generar avances tecnológicos aplicables tanto en el ámbito militar como en el civil. El análisis revela que, a pesar de las limitaciones presupuestarias, existe un potencial significativo para desarrollar

tecnologías duales, que no solo contribuyan a la seguridad nacional, sino también a otros sectores estratégicos de la economía (Castro-Quelal, L. R. et. al. 2024). Sin embargo, uno de los desafíos más importantes es garantizar una inversión sostenida en investigación y desarrollo, lo que exige una mejor coordinación entre las instituciones de educación superior y las Fuerzas Armadas. En este sentido, la creación de incentivos específicos y un sistema de evaluación transparente para medir el impacto de las políticas de I+D+i es fundamental para asegurar el éxito a largo plazo. Solo mediante una planificación rigurosa y una asignación eficiente de los recursos disponibles, Ecuador podrá avanzar hacia una mayor independencia tecnológica, mejorar su seguridad nacional y promover el desarrollo económico basado en la innovación.

Además, es necesario considerar que el éxito de las políticas públicas en este ámbito no se mide únicamente por su capacidad para generar avances tecnológicos, sino también por su impacto socioeconómico (Samaniego-Quiguiri, D. P. et. al. 2024). La creación de empleo, el fortalecimiento de la industria local y la generación de patentes de uso dual (militar y civil) son factores clave que deben ser incluidos en la evaluación de la efectividad de las políticas de I+D+i. La sostenibilidad de estas políticas a largo plazo dependerá de la capacidad del Estado para mantener una inversión constante en ciencia y tecnología, así como de la formación de un capital humano altamente capacitado en áreas estratégicas como ingeniería, tecnología y defensa (Santander-Salmon, E. S. & Lara-Rivadeneira, L. J. 2023). En este contexto, es crucial fomentar una cultura de innovación en las instituciones de educación superior, promoviendo programas de formación especializados en tecnología militar y creando plataformas de colaboración directa con las Fuerzas Armadas y el sector privado (Puyol-Cortez, J. L. & Mina-Bone, S. G., 2022). Solo mediante la consolidación de esta colaboración, Ecuador podrá reducir su dependencia externa y construir una industria de defensa autónoma que no solo fortalezca la seguridad nacional, sino que también impulse el desarrollo económico y tecnológico del país en su conjunto.

Conclusión

Se plantea un enfoque metodológico innovador que emplea herramientas de decisión multicriterio para evaluar la efectividad de las políticas públicas en el ámbito de cooperación entre las universidades y el sector defensa en Ecuador. Este enfoque busca identificar fortalezas, detectar oportunidades de mejora y formular recomendaciones estratégicas para

iniciativas futuras, respaldado por un marco legal que promueva activamente la participación de la academia en estos esfuerzos colaborativos hacia el logro de los objetivos establecidos.

El modelo propuesto se centra en evaluar la efectividad de dichas políticas, resaltando la necesidad de promover una cultura de defensa que mitigue la dependencia tecnológica externa y optimice los costos, a la vez que mejore la capacidad de respuesta del estado frente a amenazas variadas. Se lleva a cabo un análisis detallado de las políticas de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en el sector de la defensa, la gestión de presupuestos, la asignación de recursos para la investigación, la disponibilidad de personal cualificado y la generación de patentes militares, subrayando la importancia de un sistema I+D+i que utilice de manera eficiente los recursos disponibles para proyectar un desarrollo futuro coherente con el Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar (2023).

Al contrastar los esfuerzos realizados por Ecuador con aquellos de países como Brasil y México, se identifican prácticas ejemplares y estructuras organizativas que destacan la colaboración efectiva entre los diferentes actores implicados en el desarrollo tecnológico y defensivo. Estas comparaciones internacionales ofrecen perspectivas clave para el refinamiento de estrategias dentro del contexto ecuatoriano.

Si bien se reconocen las buenas intenciones detrás de las políticas públicas diseñadas para fomentar la cooperación entre las universidades y el sector defensa, el análisis también pone de manifiesto los desafíos asociados a su implementación efectiva. Asegurar una financiación adecuada, una gestión eficiente y la clara definición de metas son aspectos cruciales para el éxito de estas iniciativas. Por ende, se recomienda una metodología rigurosa para la evaluación de políticas públicas que adopte una perspectiva multidimensional y participativa, tomando en cuenta la innovación, la aplicabilidad operacional, la autonomía tecnológica, el impacto socioeconómico y la sostenibilidad.

Se concluye que es esencial para Ecuador adoptar una estrategia coordinada y más estratégica que fortalezca la cooperación entre el ámbito académico y el sector defensa. Esto no solo contribuirá a la seguridad nacional sino también al avance tecnológico y económico del país. La implementación efectiva de políticas públicas en esta área es fundamental para alcanzar la autonomía tecnológica, reducir la dependencia de tecnologías foráneas y fortalecer las capacidades estratégicas de las Fuerzas Armadas, trazando así una ruta hacia la innovación y el desarrollo sostenible.

Referencias bibliográficas

- Bueno, A. (2016). La política pública de fomento de la cultura de defensa en las universidades españolas: de su definición a su planificación. *Revista Ensayos Militares*, 2(2), 31–48.
- Castro-Quelal, L. R., Herrera-Tapia, E. H., & Castro-Quelal, D. A. (2024). Modelos de Negocios Circulares: Hacia una Economía Sostenible en el Sector Emprendedor. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 122–148. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/84>
- Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (España). (2002). *Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en la seguridad y la defensa: XII Jornadas Universidad Complutense de Madrid-CESEDEN*. (Vol. 56). Ministerio de Defensa, Secretaría Nacional Técnica.
- Herrera-Enríquez, G., Casanova-Villalba, C., Herrera-Sánchez, M., Navarrete-Zambrano, C., & Ruiz-López, S. (2021). Estructura del sistema de información para el análisis multidimensional de la resiliencia socioecológica a través de Fuzzy AHP. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao*, (E39), 77-90.
- Herrera-Sánchez, M. J. (2021). Estrategias de Gestión Administrativa para el Desarrollo Sostenible de Emprendimientos en La Concordia. *Journal of Economic and Social Science Research*, 1(4), 56–69. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v1/n4/42>
- Llamazares Redondo, F., & Berumen, S. A. (2011). Cooperar para competir: la cooperación entre empresas como estrategia para el fomento de la competitividad. *Papeles de Europa*, 22, 76–96. https://doi.org/10.5209/rev_PADE.2011.v22.4
- Manual Modelo y Sistema de I+D+i+P de FF.AA, Pub. L. No. RESOLUCIÓN Nro. CCFFAA-SG-A-2022-011-O; 18-AGO-2022, 1 1 (2022).
- Montaguano Punina, L. J. (2023). *Gasto en defensa y seguridad y sus efectos en el narcotráfico en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38236/1/T5832e.pdf>
- Montalván-Vélez, C. L., Mogrovejo-Zambrano, J. N., Rodríguez-Andrade, A. E., & Andrade-Vaca, A. L. (2024). Adopción y Efectividad de Tecnologías Emergentes en la Educación desde una Perspectiva Administrativa y Gerencial. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 160–172. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/92>
- Moreno, A. (2002). Concepción de prácticas pedagógicas. *Facultad de Artes y Humanidades*, 16.
- Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Militar, 1 (2023).
- Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida, 1 (2017). <https://www.planificacion.gov.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>
- Ponce-Jaramillo, I., & Güemes-Castorena, D. (2017). *Factores clave en la vinculación de la Triple Hélice: Matriz del Estado del Arte*. https://www.researchgate.net/profile/Idalia-Ponce/publication/320592401_factores_clave_en_la_vinculacion_de_la_triple_helice_m

atriz_del_estado_del_arte/links/59ef56fa0f7e9b97a6d9ccd5/factores-clave-en-la-vinculacion-de-la-triple-helice-matriz-del-estado-del-arte.pdf

- Puyol-Cortez, J. L., & Mina-Bone, S. G. (2022). Explorando el liderazgo de los profesores en la educación superior: un enfoque en la UTELVT Santo Domingo. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(2), 16–28. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n2/49>
- Quinatoa-Chasi, W. D., Cepeda-Valente, W. M., Chasi-Chela, A. V., Chasi-Chela, N. F., Casanova-Villalba, C. I., Salgado-Ortiz, P. J., Guerrero-Freire, E. I., Guerrero-Freire, A. E., Herrera-Sánchez, M. J., Mina-Bone, S. G., Santana-Torres, A. A., Rios-Gaibor, C. G., Calero-Cherres, R. V., López-Salinas, C. M., Mora-Estrada, I. A., & Chuchuca-Peñaloza, P. M. (2024). *Fronteras del Futuro: Innovación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.69>
- Reymundo-Soto, E., Fernández-Condori, X. P., Echevarria-Quispe, E. V., Quispe-Cusi, Y., Gutiérrez-Quispe, E. Z., Palacios-Aguilar, L. J., & Ramírez-Laurente, A. J. (2023). Obligaciones Tributarias y su Influencia en la Recaudación Fiscal de las Micro y Pequeñas Empresas. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.35>
- Saaty, T. L. (1990). An Exposition of the AHP in Reply to the Paper “Remarks on the Analytic Hierarchy Process.” *Management Science*, 36(3), 259–268. <https://doi.org/10.1287/mnsc.36.3.259>
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1980). Hierarchical analysis of behavior in competition: Prediction in chess. *Behavioral Science*, 25(3), 180–191. <https://doi.org/10.1002/bs.3830250303>
- Samaniego-Quiguiri, D. P., Toscano-Broncano, F. H., Bonilla-Morejón, D. M., Alfonso-Olvera, L. A., Bonilla-Morejón, J. S., Manobanda-Chimbo, H. A., Bucheli-Espinoza, C. I., & Paredes-Fierro, E. J. (2024). Entre la Criminología y la Política Criminal: Caminos para una Justicia Renovada. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.67>
- Sánchez-Caguana, D. F., Landázuri-Álvarez, M. B., Ramírez-Martínez, S. L., & Acosta-Muñoz, M. M. (2024). Desarrollo Sostenible y Contabilidad: Integrando la Contabilidad Ambiental en Prácticas Empresariales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(2), 157–177. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/105>
- Santander-Salmon, E. S., & Lara-Rivadeneira, L. J. (2023). El liderazgo en el ámbito organizacional dentro del contexto humano. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(2), 15–29. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n2/64>
- Serbi, E. (2020). Ciencia, tecnología e innovación en la defensa: Los casos de Brasil y México (2007-2020). *Cuadernos de Trabajo*, 7, Art. 7–2020. <https://anepe.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cuaderno-de-Trabajo-N%C2%B07-2020.pdf>