



**UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA
“FRUCTUOSO RODRÍGUEZ PÉREZ”
CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL
DE SAN NICOLÁS**



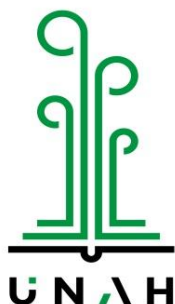
“Metodología para la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH”

Autor: Lic. Vladimir Vázquez Padrón

Tutor: Dr. C. Raúl Cobo Cuña

**Tesis presentada en opción al título de Master en
Biomatemática**

Mayabeque, 2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA
“Fructuoso Rodríguez Pérez”



“Metodología para la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH”

Tesis presentada en opción al título de Máster en Biomatemática

Autor: Lic. Vladimir Vázquez Padrón

Tutores: Dr. C. Raúl Cobo Cuña

Colaboradora:

MSc. Helen Veobides Amador

Mayabeque, 2022

Pensamiento

.....” El único camino abierto a la prosperidad constante y fácil, es el de conocer, el de investigar infatigablemente la naturaleza”.

José Martí

Agradecimientos

A mi tutor por sus consejos y conocimientos aportados que me permitieron adentrarme en este tema novedoso, de gran aplicación y utilidad.

A mi esposa por ser mi faro, mi luz y guía, por apoyarme en cada empresa que acometo y por ser mi fuente de inspiración.

A mis padres por su apoyo y compañía en todo momento.

Al colectivo de profesores de la maestría los cuales nos brindaron sus conocimientos y paciencia para poder realizar este trabajo, en especial a la coordinadora que creyó en mis posibilidades para vencer este reto.

Al Departamento de Estadística, la Secretaría general, Vicerrectoría de Formación del Profesional y todos aquellos que colaboraron en la obtención de los datos.

A (CUM) por haber potenciado mi formación, orientación y desarrollo profesional.

A todas aquellas personas que de una forma u otra han contribuido con mi crecimiento profesional y personal.

A todos. Muchas Gracias

Dedicatoria

A mi esposa

Sin la cual no hubiese sido posible la culminación de este trabajo

A mis padres,

Por su compañía y apoyo en todo momento

A mi hijo

Por llegar en este momento crucial de mi vida

RESUMEN

RESUMEN

La eficiencia es un indicador de suma importancia en cualquier organización, entre ellas las Universidades, donde es necesario proponerse la cuestión sobre qué insumos utilizan y en qué resultados los transforma. Los Centros Universitarios Municipales (CUM) deben realizar los mismos procesos sustantivos atribuidos al modelo de universidad. Para los cuales, se consumen recursos humanos, financieros y materiales y no se aplica ningún método para la determinación de su eficiencia. La presente investigación tuvo como objetivo proponer una metodología que permita la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH en cuanto a los recursos utilizados y los resultados obtenidos. Se efectuó una caracterización y diagnóstico de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH. Para ello se realizó un estudio de diferentes fuentes de información: las agendas informes y los balances de ciencia y técnica, documentos elaborados en el Departamento de Estadísticas y Secretaría Docente, así como la plantilla y el análisis de gastos suministrados por las direcciones correspondientes. Se propuso una metodología utilizando la técnica Análisis Envolvente de Datos (AED) basada en modelos económico matemáticos para determinar la eficiencia de los procesos. Se determinó la eficiencia en los 11 CUM durante los períodos 2019-2020 y 2021 utilizando el Software Frontier Analyst versión 4.2. Por último, se propuso un plan de mejoras potenciales a los centros ineficientes centrado en maximizar sus resultados.

Palabras clave: Eficiencia, Procesos Universitarios, Análisis Envolvente de Datos

ABSTRACT

ABSTRACT

Efficiency is an extremely important indicator in any organization, including Universities, where it is necessary to ask the question about what inputs they use and what results they transform into. The Municipal University Centers (MUC) must carry out the same substantive processes attributed to the university model. For which, human, financial and material resources are consumed and no method is applied to determine their efficiency. The objective of this research was to propose a methodology that allows the determination of the efficiency of the teaching and research processes in the CUM of the UNAH in terms of the resources used and the results obtained. A characterization and diagnosis of the teaching and research processes in the CUM of the UNAH was carried out. For this, a study of different sources of information was carried out: the agendas, reports and balances of science and technique, documents prepared in the Department of Statistics and the Teaching Secretary, as well as the template and the analysis of expenses supplied by the corresponding directions. A methodology was proposed using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique based on mathematical economic models to determine the efficiency of the processes. Efficiency was determined in the 11 CUMs during the periods 2019-2020 and 2021 using the Frontier Analyst Software version 4.2. Finally, a potential improvement plan was proposed for inefficient centers focused on maximizing their results.

Keywords: Efficiency, University Processes, Data Envelopment Analysis

INDICE

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNIVERSITARIOS Y LOS MÉTODOS PARA SU MEDICIÓN 10

1.1 Procesos Universitarios. Definición e importancia 10

1.2 Acercamiento al concepto de Eficiencia..... 15

1.3 Métodos para la medición de eficiencia 20

1.4 Modelos AED para la medición de la eficiencia 25

1.5 Las Unidades Tomadoras de Decisión (UTD) y las variables del proceso de producción de las universidades 29

CAPÍTULO 2: METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DOCENTE E INVESTIGATIVO EN LOS CUM DE LA UNAH 33

2.1 Concepción de la investigación..... 33

2.2. Características de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH..... 34

2.3 Diagnóstico del estado actual de los procesos docente e investigativo de los CUM de la UNAH 38

2.4 Metodología para determinar la eficiencia de los procesos universitarios docencia e investigación en los CUM de la UNAH..... 40

CONCLUSIONES 55

RECOMENDACIONES 56

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La enseñanza universitaria pública y universal es una de las grandes conquistas de la Revolución. Todo ciudadano cubano tiene la oportunidad de ingresar en ella y cursar una carrera de forma completamente gratuita. Cuba, a pesar de ser una nación en vías de desarrollo y bloqueada dedica a la educación el triple del producto interno bruto que dedica la media de los países ricos, según datos del Banco Mundial, (2021). Esto demuestra que, aunque estos servicios se ofrecen gratis, cuestan al país cifras nada despreciables de recursos financieros materiales y humanos. En 2021 estas cifras ascendieron a 57 mil 777 millones de pesos, representando el 24% de los gastos de la actividad presupuestada (ONEI, 2022).

Ante esta realidad, los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en abril del 2011 en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC, 2011), reiteran la necesidad de realizar todos los procesos que se desarrollan en la sociedad de manera eficiente. Esta política fue ratificada en la actualización de modelo presentado en el VIII Congreso del PCC para el período 2021-2026.

La eficiencia es un indicador de suma importancia en cualquier organización. Según el Diccionario de Contabilidad y Auditoría (2012), se define como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Es la relación entre el producto, expresado en bienes, servicios u otros resultados y los recursos utilizados para producirlos.

El concepto de eficiencia relaciona los recursos empleados (inputs) por una unidad productiva con los resultados obtenidos (output). En este contexto, se dice que una unidad productiva es eficiente cuando se obtiene la máxima productividad de acuerdo con los recursos empleados o, alternativamente, cuando la cantidad utilizada de recursos para obtener un determinado nivel de producción sea mínima (Peñate *et al.*, 2017).

INTRODUCCIÓN

El término eficiencia es muy usado también en el ámbito educacional. En este sector también se analiza en forma de Eficiencia Académica y se define como “la relación entre la cantidad de egresados de un centro educativo, del total que constituyó la cohorte al inicio de la carrera o nivel de enseñanza”(Hernández *et al.*, 2020).

A partir de esta definición, en las universidades en Cuba se utilizan, fundamentalmente, dos indicadores vinculados con la eficiencia académica desde el punto de vista cuantitativo según Hernández *et al.*, (2015). Eficiencia Académica Terminal, entendida como la proporción de egresados de la cohorte del total que matriculó el primer año al comenzar la carrera, y Eficiencia Académica Vertical, que es la proporción de estudiantes de los diferentes años académicos que promovieron en un curso escolar. Desde esta visión la eficiencia ha sido motivo de análisis en varios estudios dentro y fuera de nuestro país.

Según Ayaviri y Zamora (2016), las Universidades son organizaciones donde es necesario proponerse la cuestión sobre qué insumos (materias primas, mano de obra) utiliza y en qué resultados (bienes y servicios) los transforma en su proceso. De acuerdo con Fernández *et al.*, (2015), en las últimas décadas, investigadores de la Economía de la Educación han considerado relevante evaluar la eficiencia desde el punto de vista económico en la Educación Superior. Estos autores se basan en la necesidad que tiene este sector educacional de rendir cuentas a la sociedad sobre el empleo de los recursos públicos, así como de mejorar a nivel institucional en un entorno internacional altamente competitivo.

En los últimos años, ha existido un aumento en la atención al rendimiento de las Instituciones de Educación Superior, lo cual ha estimulado los estudios que evalúan resultados de las mismas(Vázquez *et al.*, 2020). Por ejemplo, se han realizado una serie de estudios sobre la eficiencia de los centros de enseñanza superior en el Reino Unido (Johnes y Johnes, 1993; Beasley, 1995; Athanassoupoulos y Shale, 1997; Flegget *al.* 2004; Johnes *et al.* 2005; Johnes, 2006).

INTRODUCCIÓN

Por otra parte, estudios similares también están disponibles para otros países - por ejemplo, España (Duch, 2006;Gómez Sancho, 2008; la Torre, 2017), Italia (Agasisti y Dal Bianco, 2006), Portugal (Afonso y Santos, 2008), y Taiwán (Kao y Hung 2008), Alemania (Gralka, Wohlrabe y Bornmann, 2019).

Los trabajos realizados en este tema en países desarrollados son numerosos, entre los que se encuentran Agasisti y Pérez-Esparrells (2010), que realizan un análisis donde comparan la eficiencia de 60 universidades italianas y 47 españolas. Gómez-Sancho y Torrubia (2012), que estudian la eficiencia de 47 universidades públicas en el año 2000; Ramírez *et al.*, (2020) que realizan el cálculo de índices de eficiencia con modelos de Análisis Envolvente de Datos (AED) en las universidades públicas de Colombia y España durante los años 2015 y 2016.

Este número de autores y diversidad de países evidencia lo pertinente del tema sobre todo para países de América Latina donde el número de investigaciones es mucho menor. Aunque podemos encontrar en México el caso de Becerril-Torres, Álvarez-Ayuso y Nava-Rogel (2012) que evalúan el subsector de escuelas de educación superior, Navarro, Gómez y Torres (2016) analizan la eficiencia de 32 universidades públicas; y Alcaraz-Ochoa y Bernal-Domínguez (2017) evalúan la eficiencia técnica de ocho universidades del noroeste de México. Navarro y Delfín, (2020) realizan un análisis de la eficiencia de las universidades públicas en México mediante la técnica AED en 42 universidades públicas de México para los años 2008, 2012 y 2016.

En la literatura científica consultada, no se han encontrado trabajos similares que evalúen la eficiencia desde otra perspectiva que no sea la académica en la educación superior en el contexto cubano, a pesar de contar con 50 Instituciones de Educación Superior según el Prontuario Estadístico de la Educación Superior (2019), distribuidas por todo el país. En el curso 2001-02, según el propio prontuario se retoma, amplifica y profundiza el proceso de universalización de la educación superior, iniciado con el triunfo de la Revolución en 1959, creando 3150

INTRODUCCIÓN

Sedes Universitarias distribuidas en todos los municipios del país, que posibilitan el acceso a 743 979 estudiantes, cifra más alta de matrícula en 60 años.

Esto demuestra el enorme esfuerzo del estado por mantener el acceso a los estudios universitarios, invirtiendo enormes recursos para ello en las actuales y difíciles condiciones sin renunciar a la calidad y eficiencia de los procesos que en ellas se desarrollan. La preocupación por el uso eficiente de los recursos y maximizar su contribución a la sociedad, es un tema que debe estar más presente en las agendas de las universidades.

Es una realidad que en Cuba las Universidades se desarrollan en un contexto de restricción de recursos, donde existen otros sectores de gasto público (salud, justicia, deporte, seguridad social y otros niveles educativos) así como, el resto de las áreas de la actividad económica. A su vez, se encuentran expuestas a las continuas presiones financieras que impone el Bloqueo económico comercial y financiero sobre el país.

Los Centros Universitarios Municipales (CUM) surgidos como parte de la universalización de la educación superior, nacieron básicamente para garantizar la continuidad de estudios a personas que no estaban ingresando a este nivel de enseñanza, no obstante, estos centros deben realizar los mismos procesos sustantivos atribuidos al modelo de universidad que durante años el país ha venido construyendo. Estos procesos son: formación profesional, investigación científica y extensión universitaria (Pupo, Martín y Fernández, 2022). La actuación de los CUM para desarrollar estos procesos debe ser, a la vez, potenciada y estudiada. En consecuencia, estudiar y determinar la eficiencia con que se desarrollan los procesos sustantivos en estos centros, cobra vital importancia.

La literatura especializada en economía, presenta varios métodos que permiten determinar la eficiencia de las unidades que gestionan recursos. Según Ayaviri y Zamora (2016), métodos paramétricos que utilizan técnicas de estimación econométrica; y métodos no paramétricos, que aplican análisis de programación matemática. Gómez y Mancebón (2012); Navarro, Gómez y Torres (2016)y

INTRODUCCIÓN

Cortés-Sánchez (2016), plantean que el Análisis Envolvente de Datos (AED), es la técnica más utilizada en los estudios aplicados para medir la eficiencia. Estos autores sostienen que las características del AED y las peculiaridades de las Universidades públicas, la convierten en la técnica más apropiada para llevar a cabo una evaluación y medición de la eficiencia.

En los documentos y bibliografía consultada no se ha encontrado evidencia de la medición de la eficiencia en los procesos docente e investigativo que tienen lugar en los CUM perteneciente a la Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH) después de 20 años de su creación, por lo que se considera oportuno plantearse el siguiente **problema científico**:

¿Cómo determinar la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la Universidad Agraria de la Habana para optimizar la utilización de los recursos?

Y la siguiente **hipótesis**:

Si se determina la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH a través de modelos económico matemáticos, se podrá optimizar la utilización de los recursos.

Objeto de investigación:

La eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH.

Objetivo general:

Proponer una metodología que permita la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH.

INTRODUCCIÓN

Objetivos específicos:

1. Sistematizar los referentes teóricos sobre la eficiencia de los procesos docente e investigativo y su determinación mediante modelos económico matemáticos.
2. Diagnosticar el estado actual de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH en cuanto a los recursos utilizados y los resultados obtenidos.
3. Determinar los componentes de una metodología basada en modelos económico matemáticos para la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH.

En la investigación se utilizaron los siguientes métodos teóricos y empíricos:

MÉTODOS TEÓRICOS

Histórico-Lógico:

Permitió conocer cuáles han sido los antecedentes y evolución de los estudios de la eficiencia en el sector público. Así como el desarrollo de los diferentes métodos para determinarla en las distintas partes del mundo.

Análisis y Síntesis:

Con el objetivo de separar el objeto de la investigación en cada una de sus partes y describir sus interrelaciones. Además de realizar un análisis de la información obtenida en las fuentes bibliográficas, así como la elaboración final de la investigación.

Inducción-deducción:

Permitió hacer un análisis de los conceptos teóricos expuestos por diferentes autores relacionados con la eficiencia en las universidades, estableciendo en su análisis la relación entre lo singular, lo particular y lo general.

INTRODUCCIÓN

Tránsito de lo abstracto a lo concreto:

Permitió evaluar los cambios que se van dando en el proceso de investigación y cómo se reflejan estos en el tema a investigar.

MÉTODOS EMPÍRICOS

Investigación bibliográfica

Posibilitó caracterizar y definir los procesos sustantivos universitarios, el concepto de eficiencia, así como los diferentes métodos y técnicas para su medición.

Análisis documental

Permitió realizar un análisis de los documentos donde se muestran los datos cualitativos y cuantitativos referentes a los procesos de docencia e investigación en los CUM pertenecientes a la UNAH. Facilitó el estudio de informes estadísticos proporcionados por la Dirección de Gestión Integrada de Capital Humano (DGICH), el Departamento de Estadística e Información, Dirección de Economía de la UNAH y los registros de la Secretaría Docente.

MÉTODOS MATEMÁTICOS

Estadística-descriptiva:

Permite describir los datos y presentarlos de forma resumida en tablas que reflejen el comportamiento de las variables estudiadas.

Métodos económico matemáticos:

La técnica AED permitió determinar la eficiencia de los procesos docente e investigativo de los CUM teniendo en cuenta los recursos humanos y financieros utilizados, así como proponer un plan de mejoras para la optimización de estos recursos.

INTRODUCCIÓN

Novedad científica: Se aplica una metodología basada en modelos económico matemáticos que permite determinar la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH para optimizar los recursos asignados.

Aporte práctico: Mediante este trabajo se logra determinar la eficiencia de los procesos universitarios de los CUM de la UNAH, lo que puede otorgar un referente en términos de recursos utilizados y resultados alcanzados de los Centros Universitario, permitiendo tomar decisiones en cuanto a la optimización de recursos asignados.

Estructura de la tesis: La tesis está estructurada en introducción y dos capítulos, con sus respectivos epígrafes; de los cuales a continuación se ofrece un resumen del contenido abordado en cada uno:

Capítulo I: Aspectos teóricos sobre la eficiencia en los procesos universitarios y las técnicas para su medición, en este capítulo se abordan los procesos universitarios su importancia y definición, los conceptos de eficiencia y su medición a través de modelos económico matemáticos, empleados por diversos autores del ámbito internacional.

CAPÍTULO II: Metodología para la determinación de la eficiencia de los procesos universitarios en los CUM de la UNAH, en este capítulo se realiza la caracterización y diagnóstico de los procesos sustantivos de docencia e investigación en los CUM de la provincia Mayabeque, y se propone la metodología para la determinación de la eficiencia en los mismos a partir de recursos utilizados.

El trabajo cuenta además con: conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

INTRODUCCIÓN

A continuación se expone el esquema lógico estructural de la investigación (Figura 1):

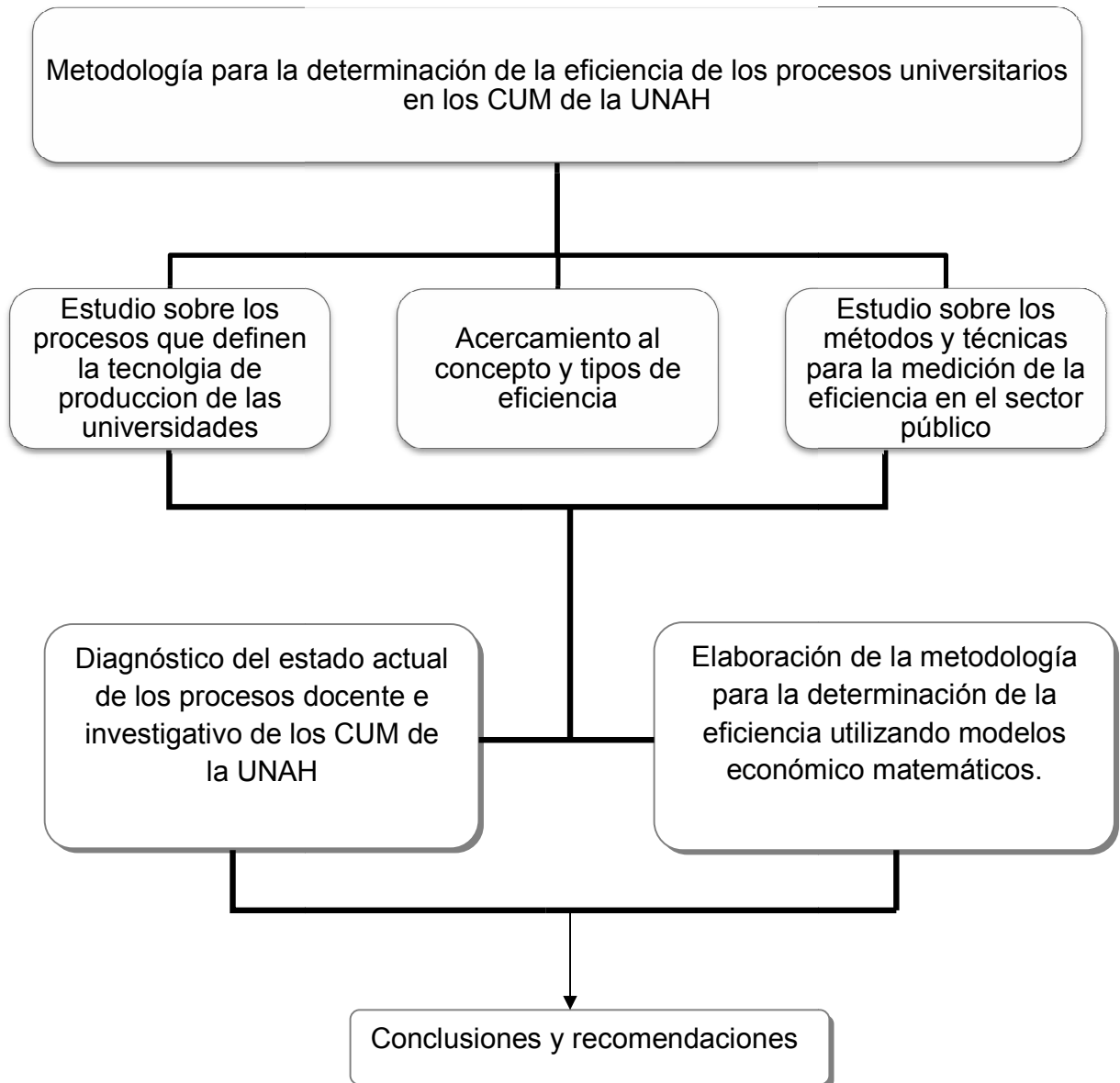


Figura 1: Esquema lógico estructural de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

CAPÍTULO 1: ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNIVERSITARIOS Y LOS MÉTODOS PARA SU MEDICIÓN

En este capítulo se establecen los referentes teóricos que sustentan la presente investigación. Está integrado por cuatro epígrafes. Se inicia con la definición e importancia de los procesos universitarios como las actividades fundamentales que realiza la universidad. Posteriormente en un segundo epígrafe se hace un acercamiento al concepto de eficiencia y la expresión matemática que la define.

Seguidamente se abordan los diferentes métodos para la medición de la eficiencia y su clasificación. Por último se exponen algunos modelos de la técnica DEA y sus características, se hace referencia al momento de elección de las unidades a estudiar y la selección de las variables que se identifican para el estudio de la eficiencia en el sector universitario.

1.1 Procesos Universitarios. Definición e importancia

Las universidades son actores importantes que dirigen el crecimiento, producen valiosos insumos de conocimiento para la innovación y transfieren ese conocimiento a la sociedad (Goddard *et al.*, 2012). Tienen el encargo de ofrecer respuestas a las demandas de la sociedad, preservando, desarrollando y promoviendo la cultura acumulada por ella. Para cumplir con ese encargo social, tradicionalmente la universidad ha cumplido tres funciones o misiones: la docencia, la investigación y la extensión, Saborido y Alarcón, (2018), Herrera *et al.*, (2021) cada una de ellas con un propósito específico. El estudio de estas misiones es un tema clave en el debate sobre la mejora de la calidad de la educación superior (Herrera *et al.*, 2021).

Para Horruitiner (2020), en una universidad moderna resulta indispensable estructurar en su interior tres procesos sustantivos, cuya integración permite dar respuesta plena a la misión anteriormente planteada, a saber: formación, investigación y extensión universitaria. El propio autor concluye, que la integración

ASPECTOS METODOLÓGICOS

dialéctica de los tres procesos sustantivos antes mencionados constituye la garantía del cumplimiento de la misión de la universidad actual.

Diversos autores como (Véliz Briones *et al.*, 2017; Arias-Coello *et al.*, 2018, Pupo, Martín y Fernández, 2022) reconocen tres procesos sustantivos en la universidad, que garantizan su respuesta ante las demandas del entorno: docencia, investigación y extensión. Según Aguiar y Baute (2020), estas tres funciones se encargan de la generación, difusión y aplicación del conocimiento e involucran un estrecho vínculo entre la universidad y la sociedad, lo que incide en la formación del futuro egresado de la educación superior. Estas funciones, son llamadas indistintamente, roles, tareas o procesos.

Delgado *et al.*, (2014), consideran que proceso es la sucesión de operaciones interrelacionadas, concatenadas y sistematizadas que se proyectan y realizan a escala institucional, a partir de ciertos insumos en períodos de tiempo dados, y orientados a la obtención de un resultado o producto con determinada relevancia social. Esta definición se ajusta a la universidad, ya que en sus procesos se emplean recursos materiales, financieros y humanos, en tiempos definidos, con el propósito de obtener un impacto en la sociedad mediante los egresados, la investigación y difusión de sus resultados.

Según Bryan (2018), «proceso» proviene del vocablo latino *processus*, de *procedere*, que viene de *pro* (para adelante) y *cere* (caer, caminar), lo cual significa progreso, avance, marchar, ir adelante, ir hacia un fin determinado. Por ende, «proceso» está definido como la sucesión de actos o acciones realizados con cierto orden, que se dirigen a un punto o finalidad, así como también al conjunto de fenómenos activos y organizados en el tiempo. También es el conjunto de procedimientos que hacen que los productos que se construyen satisfagan un conjunto de metas o estándares.

Según Muñoz (2018), los procesos sustantivos universitarios poseen características que los diferencian de otros procesos de servicios. Esto se debe a que son complejos y de quehacer polivalente, ofrecen un servicio a largo plazo a

ASPECTOS METODOLÓGICOS

múltiples beneficiarios y deben dar respuesta a las expectativas de las partes interesadas en la gestión universitaria. En ellos coexisten estructuras y esquemas de gestión diferenciados, responden a la gestión del conocimiento, entendido desde tres perspectivas: manejo efectivo de la información para incrementar el conocimiento, la gestión de las tecnologías y el incremento del conocimiento de los profesionales que los realizan.

Como se puede apreciar son varios autores (Véliz Briones, 2017; Arias-Coello *et al.*, 2018; Saborido y Alarcón, 2018; Horruitiner 2020; Herrera *et al.*, 2021; Aguiar y Baute 2020; Pupo, Martín y Fernández, 2022) los que refieren, como procesos sustantivos en las universidades la docencia, la investigación y la extensión universitaria. Todos coinciden que son la razón de ser de la universidad y que la correcta gestión de los mismos va encaminada a un impacto transformador en la sociedad.

Formación: término utilizado para caracterizar el proceso sustantivo desarrollado en las universidades con el objetivo de preparar integralmente al estudiante en una determinada carrera universitaria y abarca, tanto los estudios de pregrado como los de posgrado (Horruitinier, 2020).

Aguiar y Baute (2020), definen la formación o docencia como el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conocimientos que se producen a través de la investigación científica representada en las diferentes ciencias y que constituye el contenido de las disciplinas, deben llegar al entorno social para la satisfacción de las necesidades de desarrollo cultural y la solución de problemas de la práctica social.

Investigación: Proceso cuya misión de crear cultura se rige por la dinámica económica y social, junto con la actuación política; se realiza y evalúa por la capacidad de responder a los problemas sociales (dentro de los que se encuentran necesidades de los propios procesos sustantivos universitarios), al contextualizar y hacer asequible sus propuestas de solución a la comunidad (González, 2006).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para León Pupo *et al.*, (2022), la investigación es un proceso sustantivo universitario que constituye una actividad intelectual de aprendizaje constante que, a través de la aplicación de la ciencia y el desarrollo de nuevos conocimientos científicos, introduce resultados de la tecnología y la innovación produciendo impactos que satisfacen las necesidades del entorno y favorecen al desarrollo cultural de la humanidad. Está condicionado por el tipo de universidad y se encuentra estrechamente relacionado con el resto de los procesos sustantivos universitarios.

En cuanto a la extensión, según Aguiar y Baute (2020), su concepto aparece por primera vez en 1898, introducido por el catedrático español Adolfo González Posada quien la declara como toda labor expansiva de carácter educativo y social, realizada por la universidad fuera de su esfera oficial docente, siendo entonces, las actividades de difusión cultural y de divulgación científica dirigidas a sectores populares de la sociedad.

González (2018), plantea que la Extensión Universitaria es aquel que como resultado de las relaciones sociales que se dan entre los sujetos que en él participan, está dirigido de un modo sistémico y eficiente a la promoción de cultura para la comunidad intra y extrauniversitaria con vistas a la solución del problema social, el cual se traduce en la necesidad de contribuir al desarrollo cultural de la comunidad mediante la apropiación de la cultura que ha acumulado la sociedad en su desarrollo, a través de la participación activa de la comunidad universitaria y extrauniversitaria.

Aguiar y Baute (2020), la definen como “el proceso que, por excelencia, vincula e inserta a la universidad con la sociedad, integrando los tres procesos sustantivos universitarios: formación, investigación y la propia extensión universitaria, sin desestimar las características y necesidades de las comunidades en las que se inserta” (p. 17).

Teniendo en cuenta estos criterios se concluye que la formación o docencia es el proceso mediante el cual se transmiten de forma planificada e intencionada los

ASPECTOS METODOLÓGICOS

conocimientos y habilidades comprendidos en las disciplinas y asignaturas. La investigación es donde ocurre la producción y difusión del conocimiento respondiendo a la solución de problemáticas sociales en los diferentes campos del saber, y la extensión es donde ocurre la interacción con la sociedad, compartiendo con ésta, saberes y resultados del proceso investigativo apoyados por la prácticas pedagógicas y didácticas de la docencia.

Estos procesos esenciales son atribuidos al modelo de universidad que durante décadas Cuba ha venido construyendo. Según Horruitinier (2020), la universalización de la educación superior, es parte consustancial del proceso de universalización de los conocimientos, y se ha desarrollado en Cuba durante todos estos años como expresión de la extensión de la universidad y de sus procesos sustantivos a toda la sociedad, mediante la presencia en los territorios.

En 2002, como parte del proceso de Universalización en Cuba, surgen los Centros Universitarios Municipales (CUM), con dos décadas de fundadas, estos constituyen, una de las innovaciones institucionales más relevantes introducidas por Cuba según Díaz-Canel y Fernández (2020). Para Núñez, Montalvo, y Pérez, (2006) los CUM, deben cumplir los tres procesos sustantivos, concibiéndolos no solo como un escenario para cursar carreras sino que su capacidad para producir y difundir conocimientos debe extenderse al resto de las funciones mencionadas.

Para Aguiar y Baute (2020, estos procesos sustantivos, (también denominados como claves o principales), inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito de la organización, además son los que aportan valor. O sea, de ellos depende la producción y difusión del conocimiento generado en la universidad, así como la calidad y eficiencia de la misma.

Por lo que se puede concluir que los CUM como representantes de la universidad en el municipio deben desarrollar también estos procesos sustantivos, para lograr su encargo social en los territorios. Es decir, su misión no debe ser solo la de graduar profesionales, sino que esa labor debe estar complementada, apoyada y asistida por la investigación y la extensión universitaria y deben ser referentes

ASPECTOS METODOLÓGICOS

para la medición de su desempeño. Por tanto los CUM, tienen la misión de desarrollar los tres procesos sustantivos antes mencionados y el éxito de su gestión dependerá de la eficiencia con que desarrollen los mismos.

1.2 Acercamiento al concepto de Eficiencia

La eficiencia es un indicador de suma importancia en cualquier organización, según el Diccionario de Contabilidad y Auditoría (2012) se define como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Es la relación entre el producto, expresado en bienes, servicios u otros resultados y los recursos utilizados para producirlos.

Según Falcón *et al.*, (2015), el término eficiencia proviene del mundo laboral productivo, donde las normas, criterios y procedimientos de medida se refieren a la productividad del trabajador y de la organización. Estos autores definen a la eficiencia como el nivel óptimo de funcionalidad y congruencia para posibilitar la concreción de metas con calidad. Se refiere a la coherencia entre recursos invertidos, esfuerzos desplegados y tiempo empleado para el logro de los objetivos.

El termino eficiencia es muy usado también en el ámbito educacional, pero es frecuente, sobre todo en el contexto cubano, que se analice en forma de Eficiencia Académica y se define como “la relación entre la cantidad de egresados de un centro educativo, del total que constituyó la cohorte al inicio de la carrera o nivel de enseñanza” (Almuiñas, 1994, p. 36).

La Eficiencia Académica, se analiza cada año en las estadísticas del Ministerio de Educación Superior (MES). Se obtiene según Hernández *et al.*, (2019) mediante la multiplicación de los valores de promoción totales de cada año académico que cursa ese grupo durante la carrera y son aplicados a la matrícula inicial de cinco años atrás.

Esta se divide en Eficiencia Académica Terminal, entendida como la proporción de egresados de la cohorte del total que matriculó el primer año al comenzar la

ASPECTOS METODOLÓGICOS

carrera, y Eficiencia Académica Vertical, que es la proporción de estudiantes de los diferentes años académicos que promovieron en un curso escolar. Desde esta visión la eficiencia ha sido motivo de análisis en varios estudios dentro y fuera de nuestro país y como se observa no tiene en cuenta los recursos usados y consumidos en la formación de esos egresados.

Sin embargo, Hernández *et al.*, (2020), profundizan en la importancia de la evaluación de la eficiencia académica como un sistema en el proceso de formación de los profesionales en las universidades cubanas. Este autor define dicha eficiencia como el logro de los objetivos formativos, según el grado de optimización de los recursos de los que dispone la universidad.

La UNESCO (2022), también defiende el criterio de tomar en cuenta los recursos invertidos y define la eficiencia académica como el grado en el cual un sistema educativo consigue optimizar la relación inversión–resultado en la educación. Son esas dos las variables que de forma general determinan la eficiencia de un sistema educativo: cuánto se gasta en él y qué resultados se obtienen de su funcionamiento.

Esta definición dada por la UNESCO tiene en cuenta los recursos que se invierten en la formación de los egresados de la educación superior. Incluyendo el termino de variables y la relación entre ellas como elemento para su determinación. Luego será más eficiente aquella institución que mejor relación inversión–resultado obtenga.

Chediak y Valencia (2008), exponen un concepto más amplio de eficiencia y la definen como el cálculo comparativo del cociente entre los productos y los insumos de varias unidades tomadoras de decisión, (UTD) que son: empresas, escuelas, hospitales, municipios y cualquier entidad en la que se procesen insumos para generar productos o servicios.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

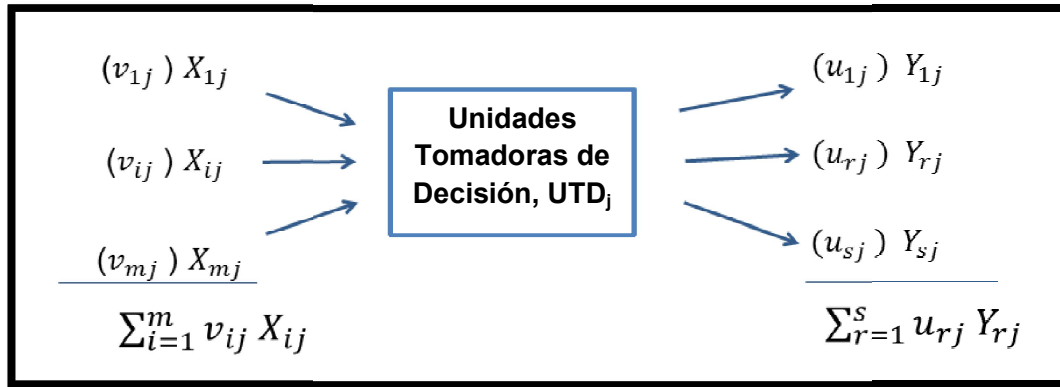


Figura 2: Esquema de medición de la eficiencia de la UTD j-ésima Fuente: elaborado a partir de Chediak y Valencia, 2008.

Donde:

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} X_{ij}} \quad \text{UTDj: } j=1,2,3,\dots,n$$

- X_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) como la cantidad de entrada i ($i=1,2,3,\dots,m$), consumida por la j -ésima UTD.
- Y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) como la cantidad de salida r ($r = 1,2,3, \dots,s$), producida por la j -ésima UTD.
- U_{rj} ($r=1,2,3,\dots,s$), V_{ij} ($i = 1,2,3, \dots,m$) representan los pesos o multiplicadores de salidas y entradas.
- E_j coeficiente de eficiencia de la UTDj

Esta expresión devela el carácter multifactorial de la eficiencia y generaliza su uso a cualquier sector de la sociedad incluyendo el sector público y por ende las universidades. Para Buitrago *et al.*, (2017) la medición de la eficiencia en instituciones educativas es importante para optimizar la utilización de los recursos.

De acuerdo con Fernández *et al.*, (2015), en las últimas décadas, investigadores de la Economía de la Educación han considerado relevante evaluar la eficiencia bajo esta visión en la Educación Superior. Estos autores se basan en la necesidad que tiene este sector educacional de rendir cuentas a la sociedad sobre el empleo

ASPECTOS METODOLÓGICOS

de los recursos públicos, así como de mejorar a nivel institucional en un entorno internacional altamente competitivo.

En cambio Ayaviri y Zamora (2016), plantean que son numerosos los trabajos en el mundo desarrollado, realizados en este tema. Estos autores sostienen que las investigaciones realizadas sobre la medida de la eficiencia en las Universidades de un país concreto han sido bastante prolíficas y no precisamente en América Latina, sino que fueron llevadas a cabo en los países desarrollados.

En América del Norte destaca el caso de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) de Estados Unidos y Mcmillan y Datta (1998) de Canadá. En Reino Unido por su parte, se encuentran los autores Athanassopoulos y Shale, (1997), Flegg *et al.* (2004), Johnes (2008) y Thanassoulis *et al.* (2011). En el caso de España se destacan los trabajos de García Valderrama y Gómez Aguilar (1999) en la Universidad de Cádiz; Trillo (2002) en la Universitat Politècnica de Catalunya; Caballero *et al.*, (1997) en la Universidad de Málaga; y en la Castrodeza y Peña (2000) de la Universidad de Valladolid.

Este número de autores y diversidad de países evidencia lo pertinente del tema sobre todo para países de América Latina donde el número de investigaciones es mucho menor. Aunque podemos encontrar el caso de López y Suarez (2011), Ramírez *et al.*, 2020 en Colombia y Peñate *et al.* (2017) en Ecuador, Rodríguez-Varela y Gómez Sancho, Chile y Colombia (2018), Ayaviri y Zamora (2016) en Bolivia, Quispe y Jordán (2017) en Bolivia y Tello en Perú (2021).

En la búsqueda bibliográfica sobre el tema se han encontrado trabajos realizados en Cuba sobre la eficiencia académica, cómo determinarla y la importancia de hacerlo, en los que se puede mencionar a Rodríguez *et al.*, (2015) y Hernández *et al.*, (2015) y (2020), sin embargo no se han localizado muchas investigaciones sobre la eficiencia en el sector educacional desde otras perspectivas donde se tengan en cuenta los recursos usados para el logro de los objetivos propuestos. Esto hace pensar que existe un largo camino por recorrer y es un asunto al cual se le debe prestar atención.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para Schuschny (2007), la medición de la eficiencia, es desarrollada por Farrell (1957) como una primera experiencia y como el punto de partida de los intentos de medición de la eficiencia. Su establecimiento y diversificación a otros ámbitos, partieron del trabajo de dicho autor. La propuesta de Farrell según Schuschny (2007) es visualizar a la eficiencia desde una perspectiva real no ideal, donde cada unidad de producción sea evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo y comparable. De esta forma, la eficiencia tiene dos vertientes, técnica y asignativa, la combinación de ambas nos proporciona una medida sobre la eficiencia económica global (Ayaviri, 2007).

La Eficiencia técnica indica el grado de aprovechamiento técnico de los recursos puestos al servicio de la producción educativa (Pedraja *et al.*, 2001). Según Dios-Palomares (2004), se define como eficiente a una organización que obtiene el máximo posible de producción, habiendo empleado unos recursos dados, y como ineficiente a aquella empresa que usando los mismos recursos obtiene menos producción que la anterior.

Ayaviri y Zamora (2016), retoman los enfoques de eficiencia técnica con orientación hacia los insumos (input) y eficiencia técnica con orientación a los resultados (output). En la primera, implica la obtención de una cantidad dada de output o producto, utilizando una mínima cantidad de inputs o recursos técnicamente necesaria y en el caso de la orientación output se basa en maximizar los resultados o productos dados unos niveles de insumos.

Por su parte la eficiencia asignativa es cuando una unidad productiva minimiza el costo de los bienes y servicios que oferta (orientación input) o cuando el volumen de gasto, maximiza el valor de los bienes y servicios que ofrece (orientación output). Por tanto, la eficiencia asignativa no sólo implica ser eficiente técnicamente sino que, además, se utiliza la combinación de entradas que involucra un menor costo, dados los precios de las salidas (Farrell, 1957).

Este tipo de eficiencia implica el análisis de precios, costos e ingresos, indicadores que no son usados en el sector público. Pedraja *et al.*, (2001), plantean que, para

ASPECTOS METODOLÓGICOS

la medición de la eficiencia en las universidades, la más aconsejable es la dimensión de la eficiencia técnica, puesto que la eficiencia asignativa, precisa de información sobre los precios de los factores, que generalmente no está disponible en el ámbito educativo público.

La eficiencia es entonces un indicador de suma importancia para medir el desempeño de cualquier organización, incluida las universidades donde se desarrollan procesos como la docencia, la investigación y la extensión para obtener resultados a partir de ciertos insumos. El cociente entre ellos dará como resultado el coeficiente de eficiencia. Debido a su carácter complejo y multifactorial y el gran cúmulo de datos que esto implica, para su medición es necesario el uso de métodos y técnicas que permitan su determinación con cierto grado de precisión.

1.3 Métodos para la medición de eficiencia

Según Peretto (2022), existen distintas metodologías o visiones que suelen emplearse para analizar la eficiencia de una organización, su estimación puede agruparse en general en dos grandes corrientes: los métodos que utilizan una función de producción, de costos o beneficios como una frontera y los que no la emplean. Muñoz, (2021) señala que:

Métodos no frontera: no requieren la estimación de una frontera de posibilidades de producción ya que evalúan la eficiencia en forma absoluta (no se requiere la comparación con otras unidades productivas).

Las aproximaciones no frontera para medir la eficiencia no requieren de la formulación explícita de una frontera que delimite el espacio de situaciones posibles en la producción experimentada por las entidades. El empleo de este tipo de técnicas no suele presentar dificultades al medir empíricamente el comportamiento y rendimiento de las unidades productivas. No obstante, sus resultados son generalmente catalogados de ser muy simplistas, y de estar

ASPECTOS METODOLÓGICOS

afectados por factores externos a la organización, por lo que, en muchos casos, no reflejan la eficiencia global de todos los factores empleados.

Métodos de Frontera: Obtienen una función de producción relacionando los productos obtenidos y los insumos de las unidades productivas consideradas en la evaluación. Dicha función determina el límite de posibilidades de producción por lo cual, bajo estos métodos, la eficiencia de una unidad productiva viene dada por la distancia que la separa de la mencionada frontera. Para la evaluación de la eficiencia, se ha establecido firmemente como un método fiable este análisis de frontera.

Los distintos métodos de frontera se diferencian por la forma de estimación y especificación de dicha frontera, así como por los supuestos realizados. Lovell y Schmidt (1988) y Lovell (1993) utilizan este criterio para clasificar las técnicas existentes. Pastor (1995), siguiendo el criterio de estos autores, señalan que la frontera, puede especificarse con una relación paramétrica de los *inputs* o con una relación no paramétrica.

Para Murillo Melchor (2010) y Peretto (2016) el proceso de estimación se realiza tradicionalmente mediante dos tipos de técnicas básicas:

Paramétricas: son las que especifican la tecnología mediante una forma funcional conocida. Según se modelice la naturaleza de la perturbación aleatoria, la frontera será:

Determinística: la perturbación aleatoria del modelo incorpora únicamente las desviaciones de la ineficiencia. No se estarían considerando los posibles errores de medida introducidos en los datos.

Estocástica: la perturbación aleatoria del modelo incluye además de las posibles ineficiencias de las unidades, los posibles errores de medición de los datos u otros factores exógenos no controlables por las mismas.

No Paramétricas: son las que formulan las características de la tecnología mediante supuestos sobre el conjunto de producción. La frontera estimada es más

ASPECTOS METODOLÓGICOS

flexible y está formada por las unidades que producen la mayor cantidad de *outputs* con la menor cantidad de *inputs*. Se utilizan técnicas de programación lineal para su estimación. Un resumen de la clasificación de los métodos para medir la eficiencia se resume en la siguiente tabla:

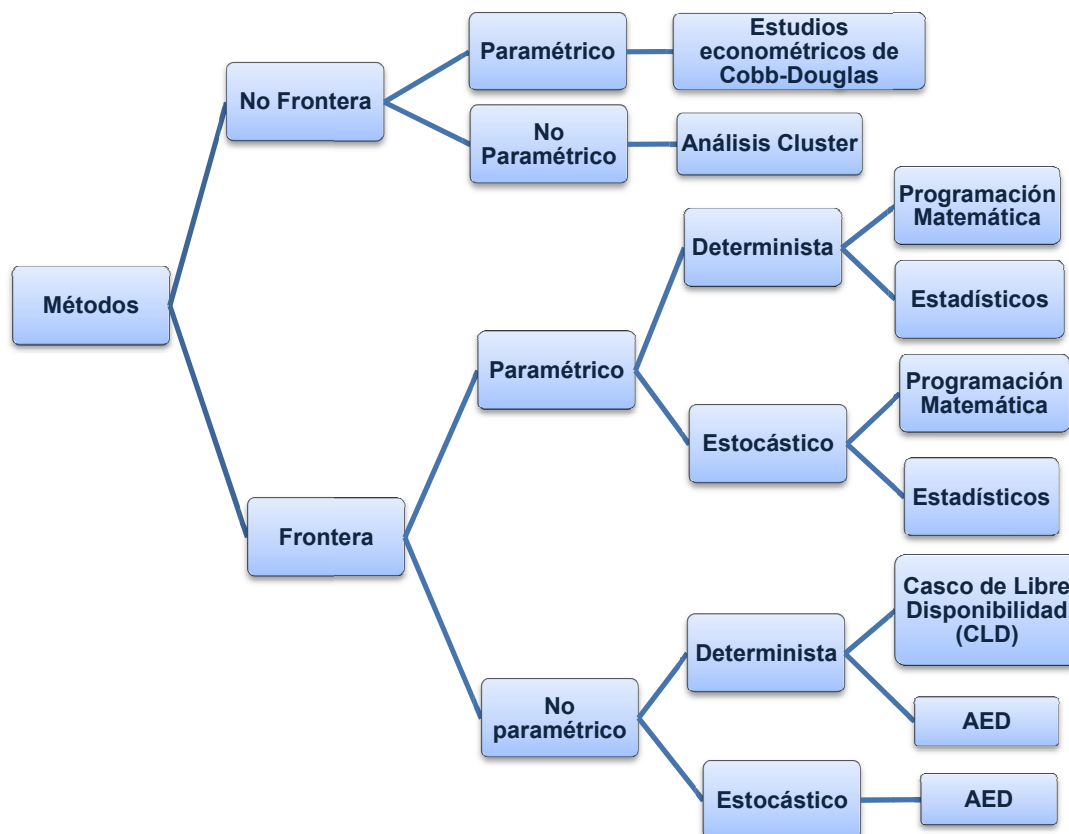


Figura 3: Esquema sobre la clasificación de los métodos empleados para la Medición de la Eficiencia.

Fuente: elaborado a partir de Ayaviri y Zamora, (2016).

El modelo Análisis Envolvente de Datos (AED) emergió de las ideas que se originaron con Farrell (1957). Su origen se encuentra en el artículo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), que consistió en una investigación referente a la educación en varios centros públicos norteamericanos y se ha convertido en una constante en el ámbito educativo. Surge para medir la eficiencia en unidades pertenecientes al sector público, aunque también ha sido muy utilizado en estudios

ASPECTOS METODOLÓGICOS

del sector privado (Diez y Diez, 2005, Durán y Rivero 2022, Morales, Niño y Lesmes, 2022).

El AED se define como una técnica no paramétrica que emplea programación lineal para determinar eficiencia entre Unidades Tomadoras de Decisión (UTD). Permite estimar las unidades de producción que se encuentran en la frontera y cómo se comportan aquellas que no lo están. La frontera de producción representa el máximo producto que se puede alcanzar dada una combinación de factores productivos (García, 2016).

Según la bibliografía consultada la aproximación frontera de orden no paramétrico AED, es la técnica más utilizada en los estudios aplicados para medir la eficiencia en el sector universitario (Lovell y Muñiz, 2003, Vázquez *et al.*, 2020). Esta idea es también defendida por Murias (2005), Díez y Díez (2005) Rivero y Zambrano (2016) que afirman que el Análisis Envolvente de Datos resulta un método adecuado, en especial para el contexto educacional, pues no necesita especificar *a priori* la forma de la función de producción, y además es apropiado para contextos de varias salidas en los que se permite incorporar variables del entorno.

Por otro lado, Peñate *et al.*, (2017), sostiene que atendiendo a las características de las universidades públicas donde no existen indicadores de beneficios, así como a las particularidades de cada uno de estos métodos, los investigadores del tema se inclinan por el AED, como técnica más atractiva y ampliamente utilizada para la medición de la eficiencia de instituciones sin ánimo de lucro como son las universidades.

Según Butriago *et al.*, (2017), tras su aplicación es posible establecer clasificaciones entre unidades eficientes, ineficientes, y asignar pares de referencia para el mejoramiento de las unidades ineficientes y crear metas para la utilización de recursos. Esto lo convierte en una herramienta muy eficaz para la toma de decisiones.

Butriago *et al.*, (2017) dan a conocer en su artículo un gran número de autores que utilizan este método en los que menciona a Tomkins y Green (1988) que analizan

ASPECTOS METODOLÓGICOS

20 facultades de contabilidad en Reino Unido, Sinuany *et al.* (1994) aplicando el método para medir la eficiencia de 21 departamentos educativos en Israel. En Australia, Avkiran (1999) analiza 36 universidades.

Los autores Castrodeza y Peña (2002) realizan una medición en 22 departamentos de Ciencias Sociales y Jurídicas, de la Universidad española de Valladolid, los autores Barra y Zotti (2016) evalúan un grupo de 18 departamentos y seis facultades, así como otro grupo con 10 departamentos y tres facultades en la Universidad de Salerno también de España. En el continente americano Breu y Raab (1994) analizan 25 universidades y 25 escuelas de arte en Estados Unidos, Coria (2019) elige un grupo de universidades argentinas y Tello (2021) realiza un estudio aplicando la técnica AED en 42 Universidades peruanas.

Entre las ventajas del AED se destacan según Buitrago *et al.*, (2017) las siguientes:

- Permite múltiples entradas y salidas.
- Asigna ponderaciones a entradas y salidas, evitando la subjetividad del evaluador.
- Evita la imposición de una forma funcional para evaluar las unidades.
- Permite establecer metas de mejoramiento cuantitativas y alcanzables.
- Identifica pares de referencia para el mejoramiento de unidades ineficientes.
- Permite variables expresadas en distintas unidades de medida.

Todas estas ventajas y características lo han convertido en una técnica muy popular utilizada por una amplia gama de autores de diferentes países, los cuales han demostrado su valía y eficacia en la medición de la eficiencia en diferentes sectores, en especial el sector público con énfasis en el ámbito educacional universitario. Para la determinación de la eficiencia en múltiples unidades tomadoras de decisiones, el AED posee varios modelos de programación.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.4 Modelos AED para la medición de la eficiencia

Según Ayaviri y Zamora (2016), el AED presenta una amplia gama de modelos, por ende no sería posible analizarlos en su totalidad en la presente investigación, la elección del más conveniente dependerá de su adaptación a las características del objeto de análisis. Buitrago (2017), plantea que el modelo a utilizar es variable; dado que depende básicamente del investigador, la orientación y la información disponible.

Como se mencionó anteriormente y también expresa Colom *et al.*, (2021) fue Charnes junto a Cooper y Rhodes los que establecieron la metodología para la aplicación de las técnicas AED en el año de 1978, por tal razón el primer modelo lleva las iniciales de sus autores CCR que a su vez se basaron en la investigación realizada en 1957 por Farrell.

En el modelo inicial de Charnes *et al.*, (1978), la medida de eficiencia es la razón entre la suma ponderada de entradas y de salidas de cada unidad tomadora de decisión, UTD con la restricción de que este índice debe ser positivo y menor o igual que uno. El modelo primal o clásico propuesto por estos autores es el siguiente:

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}} \leq 1 \quad u_r, v_i \geq 0$$

Que es un modelo de programación fraccional con unidades $j=1, 2, 3, \dots, n$ a evaluar que consumen el mismo tipo de entradas para generar igual clase de salidas, marcando la unidad evaluada con el subíndice 0 y definiendo:

- x_{i0} ($x_{ij} \geq 0$) Como la cantidad de entrada i ($i=1, 2, 3, \dots, m$), consumida por la j -ésima UTD.
- y_{r0} ($y_{rj} \geq 0$) Como la cantidad de salida r ($r = 1, 2, 3, \dots, s$), producida por la j -ésima UTD.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

- x_{i0} la cantidad de entrada consumida por la UTM_0 .
- y_{r0} la entrada cantidad de salida producida por la UTD_0 .
- Unidad evaluada, UTD_0
- u_r y $(r=1,2,3,\dots,s)$, v_i ($i = 1,2,3, \dots m$) representan los pesos o multiplicadores de salidas y entradas.

Su solución permite asignarle un índice de eficiencia menor o igual que uno a cada UTD. Aquellas Unidades con índice menor que uno, (ó menor que 100%) serán catalogadas de ineficientes y aquellas con índices igual a uno (ó igual a 100%) serán técnicamente eficientes. La diferencia entre uno y el índice calculado da como resultado el índice de ineficiencia (Charnes *et al.*, 1978).

Este modelo fue linealizado y adopta diferentes formas en función de que se opte por una orientación de minimizar entradas o maximizar salidas (Buitriago *et al.*, 2017) según el contexto en el cual se realizará el estudio. En el caso de que se adopte la orientación salida, el modelo de programación lineal es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} \\ \text{Sujeto a: } &\sum_{i=1}^m V_i X_{ij0} = 1 \\ &\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij0} \leq 0 \\ &u_r, v_i \geq 0 \end{aligned}$$

AED CCR – S

Este modelo considerado clásico tiene su enfoque dirigido a las salidas de una entidad, para lo cual, señala que un incremento en los insumos de cada entidad promueve a un aumento porcentual también en sus salidas o productos terminados (Fontalvo *et al.*, 2018).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

AED CCR – E

Es el método que se enfoca plenamente en las entradas, cuya prioridad es la de mantener rendimientos constantes a escala disminuyendo la cantidad de insumos utilizados en los procesos de producción que den como resultado un gran nivel de salidas (Hernández, 2010).

En el sector educativo universitario, los directivos se enfocan generalmente hacia la obtención de los mejores resultados. Esta forma de mejorar la eficiencia unido a que el sector es presupuestado hace que las entradas ya están preconcebidas y por ende se enfocan en elevar los resultados con los recursos ya destinados al efecto. Por esta razón solo se hará referencia en este trabajo a los modelos con orientación hacia las salidas.

AED BCC

En 1984 surge el modelo BCC desarrollado por Banker, Charnes y Cooper como extensión del modelo CCR. Este modelo también es de uso muy frecuente por las instituciones interesadas en la medición de la eficiencia. Este método permite comparar las entidades con desempeño eficiente ante las que muestran ineficiencias, teniendo como factor común las mismas características para que puedan seguir los lineamientos y estrategias que les permitan conseguir un nivel similar y mejoren así en su desarrollo (Veloz 2020).

$$Max = \theta$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este modelo se aplica para el caso de retornos variables de escala. Resumiendo con la misma nomenclatura se tienen los modelos AED CCR y AED BCC con orientación a salidas:

Tabla 2: Modelos empleados para la medición de la eficiencia con la técnica AED

CCR orientado a salidas	BCC orientado a salidas
$Max = \theta$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0}, i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{r0}, r = 1, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0$ $\theta = \text{No restringida}$	$Max = \theta$ Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0}, i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq \theta Y_{r0}, r = 1, \dots, s$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\theta = \text{No restringida}$

Fuente: Elaborado a partir de Buitrago et al. 2017.

En el ámbito universitario estos modelos han sido utilizados, sobre el conjunto de procesos desarrollados por las universidades o departamentos según la muestra seleccionada, sin hacer ninguna diferenciación entre ellos. Otro grupo de investigaciones se han basado en sus estudios en evaluar la eficiencia a nivel de departamentos, aplican los modelos convencionales sobre un único proceso universitario, ya sea el de investigación, la docencia, o la extensión, considerando independientes estas actividades que son desarrolladas en las universidades que representan las UTD. (Peñate et al., 2017).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.5 Las Unidades Tomadoras de Decisión (UTD) y las variables del proceso de producción de las universidades

Para elegir las unidades tomadoras de decisión (UTD) y las variables de entradas y salidas, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos. En cuanto las unidades a evaluar ellas deben cumplir con el criterio de homogeneidad, es decir utilizan el mismo tipo de insumos o entradas para obtener el mismo tipo de salidas, realizando el mismo tipo de procesos (Chediak y Valencia 2008, Peñate *et al.*, 2017).

De acuerdo con Chediak y Valencia (2008), una unidad tomadora de decisión es cualquier entidad en la que se procesen insumos para generar productos o servicios. Según Peñate *et al.*, (2017) “Es cualquier organización que produzca, consumiendo ciertos recursos, con la capacidad de poder modificar tanto los recursos consumidos (entradas) como la producción creada (salidas)”.

Dado estos conceptos se puede decir que, las universidades, las facultades, los departamentos y los CUM constituyen unidades tomadoras de decisión en las cuales se consumen recursos similares para obtener ciertos resultados comunes. Estos recursos constituyen las entradas y los resultados, las salidas, a través de los procesos que se llevan a cabo, es decir, la formación, investigación y extensión.

Para la elección de las variables según Díaz (2020), en el ámbito universitario las entradas están conformadas por los recursos necesarios para efectuar el proceso de producción o servicio; mientras que las variables de salida constan de los resultados de operaciones generados a partir del proceso productivo o prestación de los servicios. Las variables de entradas o inputs están conformadas por recursos humanos, recursos financieros y recursos materiales y en las variables de salida u outputs están incluidos, el capital humano conformado por los graduados, los productos de investigación, materializados en publicaciones de diferente formatos y los servicios a la comunidad, concretados mediante la extensión.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

En el siguiente esquema se visualiza de forma simplificada el proceso productivo en el ámbito universitario con sus respectivas variables de entradas y salidas.

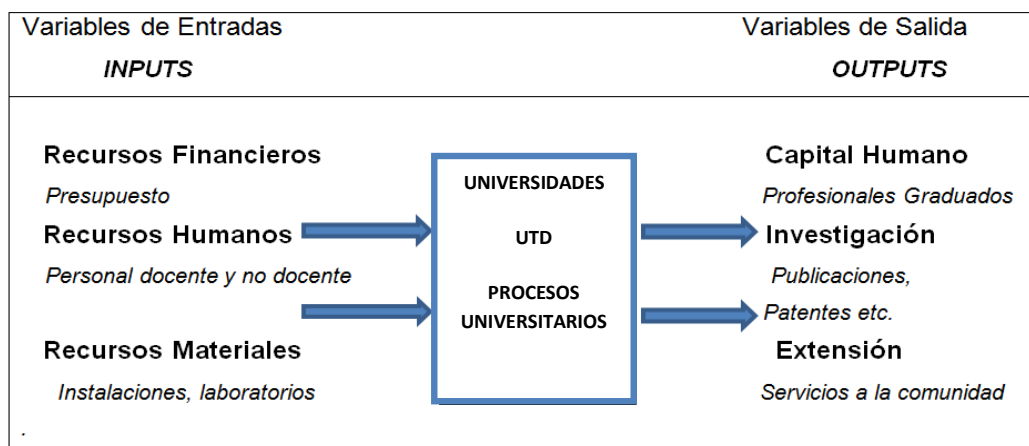


Figura 4: Esquema con las variables de entradas y salidas en los procesos universitarios.

Fuente: Elaboración Propia

Dado el proceso productivo, no existen criterios para la selección de las variables que intervienen en él, según Buitrago *et al.*, (2017), la determinación de las mismas es decisión de los investigadores. Iñiguez *et al.*, (2017), afirman que la técnica AED no proporciona una guía para especificar las variables de entradas y salidas, esto es responsabilidad del investigador basado en su juicio, experiencia y disponibilidad de datos para emprender el estudio. También se debe tener en cuenta el tipo de actividad y la importancia que se le da a cada una de las entradas y salidas y teniendo en cuenta las categorías de recursos financieros, físicos y humanos.

Tello (2021), coincide con dichos autores, con respecto a la importancia de la selección de variables en la evaluación de las universidades a través de la técnica AED, pues no existe un método estadístico que permita seleccionar las variables de entradas y salidas más adecuadas para el caso de estudio. Es el propio investigador el que determina las variables a utilizar en el modelo. Por lo tanto, el

ASPECTOS METODOLÓGICOS

error puede producirse tanto incluyendo una variable que no sea relevante como omitiendo variables significativas.

Vázquez Rojas (2010), analizan 43 universidades públicas españolas, e identifican las siguientes tres entradas: alumnos de primer y segundo ciclo, personal docente e investigador de tiempo completo, así como total de gastos menos gastos de personal; y las siguientes cuatro salidas: graduados, investigación básica, ingresos por investigación aplicada y tesis doctorales.

En un estudio realizado sobre las universidades chilenas y colombianas, Rodríguez Varela y Gómez Sancho, (2015) seleccionaron como variables de entrada: profesores y matriculados y como variables de salida: graduados y publicaciones.

Ayaviri y Zamora (2016), proponen una metodología para medir la eficiencia en las universidades de América Latina en la que incluyen como entradas, Número de docentes a tiempo completo, Número docentes totales, y número de docentes por facultad y como variables de salida número de graduados en pregrado, número de investigaciones (publicación en revistas, libros), participación académica en eventos (Congresos y encuentros científicos), producción científica y percepción (libros y encuestas).

Quispe y Jordán (2017), estudiaron 11 Universidades Autónomas Bolivianas, seleccionando como variables de entrada Número Total de docente (NTD), Número Total de trabajadores administrativos (NTA) y como variables de salida al Número Total de Matriculados (NTM), Número Total de Titulados (NTT) y el Número Total de Matrícula Nueva (NTMN).

Tello (2021), en su investigación analizó 42 universidades públicas peruanas y asumió como entradas: Presupuesto (Ejecución Total) y como salidas: Matrícula: sumatoria del número de estudiantes de pregrado, maestría y doctorado (Matrícula) y Profesores adscritos al programa Regina.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La literatura revisada evidenció la diversidad de criterios en cuanto a la selección de las variables y la responsabilidad del autor en este paso. La misma muestra que hay coincidencia en seleccionar como variables de entrada, la cantidad de profesores y como variables de salida, el número de graduados y publicaciones, aunque también son incluidos en menor medida los gastos y la matrícula como entrada y salida, respectivamente. Las mismas hacen referencia a los procesos de formación e investigación fundamentalmente, no siendo frecuente el uso de variables relacionadas con el proceso de extensión.

Existe consenso en la literatura en que los problemas de información existentes en las universidades condicionan la selección de las variables de entradas y salidas para desarrollar los estudios, a pesar de la necesidad que tienen las mismas de mejorar su gestión y optimizar los recursos disponibles para poder enfrentar los escenarios de restricción imperantes.

Otro elemento que hay que prestar atención es el número de variables y su relación con el tamaño de la muestra a analizar. Según Martínez (2003), el número de variables utilizadas en el análisis afecta a la capacidad de discriminación de la técnica AED, cuanto mayor es el número de variables con relación al número de observaciones que componen la muestra, mayor será la probabilidad que tiene cada una de ellas de presentar un buen comportamiento, y ser clasificadas como eficientes.

En la literatura estudiada ha sido verificado diferentes combinaciones entre el número de variables y la cantidad de UTD a estudiar. La relación entre el número de variables de entrada m y salida r y la cantidad de unidades tomadoras de decisión, sugerida por diferentes autores, se expresan según Cooper *et al.*, (1978), Golan y Roll (1989), Dyson *et al.*, (2001), Moris (2004) como:

$$n \geq 2(m + r); \quad n \geq 3(m + r); \quad n \geq mr.$$

- n : (No. de UTD) m : (No. de Entradas) r : (No. de Salidas)

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Entonces para la elección de las UTD y de las variables que intervienen en el proceso productivo, es necesario cumplir ciertos criterios teóricos que garanticen la homogeneidad de la muestra. Es de vital importancia prestar atención a la elección de las variables, donde no fue encontrada evidencia de la existencia de métodos estadísticos para su elección.

CAPÍTULO 2: METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DOCENTE E INVESTIGATIVO EN LOS CUM DE LA UNAH

En este capítulo se muestra una breve caracterización de los procesos de docencia e investigación en los CUM de la UNAH. Seguidamente se efectúa una caracterización y diagnóstico del estado actual de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH en cuanto a los recursos utilizados y los resultados obtenidos. Se propone una metodología utilizando la técnica AED para determinar la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH.

2.1 Concepción de la investigación

La investigación realizada está conformada en 3 etapas con el fin de proponer una metodología para la determinación de la eficiencia de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH, basándose principalmente en diferentes estudios realizados a nivel internacional y nacional los cuales fueron expuestos en el Capítulo I. Las etapas contempladas permitieron encausar la investigación siguiendo un orden lógico que facilitó arribar al resultado esperado y contar con una metodología para determinar la eficiencia en los CUM de la UNAH en los procesos de docencia e investigación.

Primera etapa: Revisión de los fundamentos teóricos y metodológicos referentes a los procesos universitarios, el concepto de eficiencia y su medición en la educación superior mediante modelos económico matemáticos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Segunda etapa: Caracterización y diagnóstico del estado actual de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH en cuanto a los recursos utilizados y los resultados obtenidos.

Tercera etapa: Propuesta de una metodología, basada en modelos económico matemáticos para medir la eficiencia de los CUM en los procesos docente e investigativo teniendo en cuenta los recursos asignados.

2.2. Características de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH

Los Centros Universitarios Municipales surgen en septiembre de 2002 como Sedes Universitarias Municipales (SUM), en el marco de la universalización de la educación superior. Posteriormente son nombrados como CUM el 26 de noviembre del 2010 por acuerdo N^o. 6935 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba. Son definidos según el artículo 14 del Reglamento organizativo del proceso docente y de dirección (Resolución No. 47/22) como el nivel de dirección que tiene básicamente un carácter local en su desempeño teniendo un director como autoridad máxima que se subordina directamente al rector, siendo una unidad organizativa de la universidad enclavado en el municipio. Su creación constituye, una de las innovaciones institucionales más relevantes introducidas por el país (Díaz-Canel y Fernández, 2020).

Estos centros están articulados a la red de instituciones de educación superior y entidades de ciencia del país. Se subordinan a los Centros de Educación Superior del MES en la provincia. En el caso de la provincia Mayabeque están presentes en sus 11 municipios, pertenecen a la Universidad Agraria de Habana (UNAH) y se identifican con el municipio donde radican.

Como instituciones de educación superior deben cumplir con los tres procesos sustantivos, y están concebidos no solo como un escenario para cursar carreras sino para producir y difundir conocimientos (Núñez *et al.*, 2008). El proceso docente se organiza en el curso por encuentros (CPE), en la modalidad

ASPECTOS METODOLÓGICOS

semipresencial fundamentalmente, donde la carga docente disminuye con respecto a la modalidad presencial.

Esta modalidad se desarrolla mediante la combinación de actividades presenciales y acciones de autoaprendizaje del estudiante enfatizando más en los aspectos que debe asumir por sí mismo con apoyo de ayudas pedagógicas y el empleo de recursos educativos (art.18, Res.No.47/22). El tipo de clase que prevalece es la clase encuentro, la cual tiene como objetivo la aclaración de dudas sobre los contenidos previamente estudiados y la orientación del nuevo contenido. Los exámenes finales en aquellas asignaturas que así lo requieren, son elaborados en los departamentos de la sede central y aplicados según calendario al unísono en todos los CUM del territorio. Posteriormente son calificados por los docentes de cada CUM y deben ser sometidos a un proceso de revisión de calificaciones en dichos departamentos.

En los CUM del territorio se ofertan 11 carreras como se muestra en la tabla no. 1 además de impartir diferentes cursos de posgrado como parte de la superación de los profesionales y cuadros del territorio.

Como muestra la tabla no. 1, la cantidad de carreras por CUM oscila entre 2 y 7, siendo el CUM de Güines quien mayor cantidad de carreras concentra con 7, mientras que Bejucal y Melena tienen solo 2 cada uno. La carrera con mayor presencia en los municipios es Cultura Física que se imparte en 10 de ellos, seguida de Educación Preescolar y Educación Primaria con presencia en 8 y 9 municipios respectivamente. Las carreras han transitado desde sus inicios por los planes de estudio D y E con una duración de 6 y 5 años respectivamente.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tabla no. 1: Carreras de los CUM pertenecientes a la UNAH

CUM/ CARRERA	BAT	BEJ	GUI	JAR	MAD	MS	NP	QUI	SN	SJ	SCN
1. CULTURA FÍSICA	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
2. EDUCACIÓN PREESCOLAR	X		X	X	X		X	X		X	X
3. EDUCACIÓN PRIMARIA		X	X	X	X	X	X		X	X	X
4. CONTABILIDAD Y FINANZAS					X				X	X	
5. INGENIERÍA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES	X							X	X		X
6. AGRONOMÍA								X	X		
7. EDUCACIÓN EN INSTRUCTOR DE ARTE			X								
8. EDUCACIÓN EN PEDAGOGÍA-PSICOLOGÍA										X	
9. EDUCACIÓN EN MARXISMO-LENINISMO E HISTORIA			X								
10. EDUCACIÓN EN LENGUA EXTRANJERA			X								
11. EDUCACIÓN EN ESPAÑOL-LITERATURA			X								
TOTAL	3	2	7	3	4	2	3	3	5	5	4

Fuente: Elaboración propia

El proceso docente es analizado semestralmente mediante la elaboración y entrega de una agenda informe que mide un grupo de indicadores cualitativos y cuantitativos. En el mismo se brinda información sobre la matrícula inicial, las bajas, la promoción limpia y la calidad por carrera de cada CUM entre otros, todos estos datos son utilizados para valorar y evaluar la marcha del proceso y su nivel de eficacia.

Los recursos humanos que permiten el aseguramiento del proceso docente están conformados por profesores a tiempo completo y profesores a tiempo parcial. Los profesores a tiempo parcial son profesionales que provienen de diferentes sectores de la producción y los servicios y deben pasar por un proceso de categorización en los tribunales de la sede central. Los profesores a tiempo

ASPECTOS METODOLÓGICOS

completo cumplen diferentes responsabilidades como son la de Director, Subdirector Docente, Subdirector de posgrado e investigación, y coordinador de carrera, además de las funciones que debe ejercer un profesor universitario las cuales se norman en la Resolución No. 66 del 2014. En la plantilla de los CUM, existe un personal de apoyo a los procesos que se desarrollan, que pueden ser técnicos en informática, secretario docente, administrador, auxiliar de limpieza y custodios.

Como parte del proceso de formación en los CUM, se imparten cursos de posgrado que contribuyen a la superación de los profesionales y cuadros del territorio. Estos cursos se organizan según las propias necesidades del municipio y del país. Entre los temas desarrollados en estos cursos, abundan aquellos relacionados con la formación de cuadros, contabilidad y finanzas, superación de maestros y desarrollo local. Los programas de posgrados son impartidos en las modalidades de cursos, diplomados, y talleres. No se imparten programas de maestrías, ni doctorados.

El proceso de investigación como proceso sustantivo según lo planteado por León Pupo *et al.*, (2020), constituye una actividad intelectual de aprendizaje constante que, a través de la aplicación de la ciencia y el desarrollo de nuevos conocimientos científicos, introduce resultados de la tecnología y la innovación produciendo impactos que satisfacen las necesidades del entorno. Este proceso refleja sus resultados en la cantidad de publicaciones en revistas de los diferentes grupos, así como en la participación en eventos a los diferentes niveles.

Los balances anuales de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de los 11 CUM de la provincia que miden los diferentes indicadores de la gestión de la ciencia en las universidades pertenecientes al MES, ilustran que se logra un mayor vínculo de la universidad con las estructuras de gobierno locales, los que se benefician de asesoría técnica en diferentes áreas, como por ejemplo la gestión del desarrollo local, las estrategias medioambientales, los proyectos de desarrollo local, la Tarea Vida, el Plan de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SSAN), entre otros.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La producción científica de estos centros se caracteriza por tener mayor presencia en los eventos territoriales, nacionales e internacionales realizados de forma "*on-line*" o presencial. La baja presencia y formación de doctores en estos centros inciden de forma negativa en la cantidad de publicaciones en revistas de diferentes grupos, publicación de libros y capítulos, patentes, registros y normas, así como proyectos de investigación, desarrollo e innovación I+D+i. También se ha visto limitada la obtención de premios en sus diferentes categorías. Hasta la fecha, existen dos proyectos internacionales que son liderados por los CUM de Jaruco y San José relacionados con Salas de gestión del conocimiento.

2.3 Diagnóstico del estado actual de los procesos docente e investigativo de los CUM de la UNAH

Para diagnosticar el estado actual de los procesos de docencia e investigación en los CUM, se realizó un estudio de diferentes fuentes de información. En primer lugar fueron revisadas las agendas informes y los balances de ciencia y técnica elaborados en los centros universitarios. Se revisaron los documentos elaborados en el Departamento de Estadísticas y Secretaría docente, así como la plantilla y el análisis de gastos suministrados por la Dirección de Gestión Integrada de Capital Humano (DGICH) y la Dirección de Economía respectivamente. El estudio permitió tener acceso a los principales indicadores medidos en dichos centros y constatar los procedimientos utilizados para ello. El análisis de estos documentos permitió arribar a las siguientes consideraciones:

Análisis de documentos.

Se revisó la Agenda para el Análisis Integral de los Resultados del Proceso de Formación que se presenta por cada CUM, que tiene como propósito la evaluación del cumplimiento del Objetivo Estratégico No. 1 "Formar profesionales integrales, competentes, correspondiente al Ministerio de Educación Superior y que tributa al proceso sustantivo Formación de Pregrado. En la misma se hace una valoración cualitativa de este proceso y se brindala información cuantitativa a utilizar por la DFP-MES a partir del modelo 223-002 (**Anexo1**). En el mismo se recogen los

ASPECTOS METODOLÓGICOS

datos de matrícula inicial y final por carreras, así como las bajas y el total de aprobados.

Esta información se recepciona por la Dirección de Pregrado perteneciente a la Vicerrectoría de Formación del Profesional y esta a su vez pasa al Departamento de estadísticas, donde se determina la eficiencia académica vertical y terminal por cada área y carrera, la que es motivo de análisis en cada centro. En estos análisis se evalúan los indicadores por cifras y porcentajes en cuanto a nivel de cumplimiento, pero sin tener en cuenta los recursos utilizados para ello. En esta revisión se pudo constatar que estos centros presentan de forma general matriculas bajas producto al alto índice de deserción escolar.

Se revisaron los Informes anuales de ciencia tecnología e innovación, en los cuales consta también una primera parte cualitativa conformada por 11 indicadores y de ellos 7 cuantitativos en los que se resumen los resultados del año medidos en cifras y por cientos que constituyen metas a lograr (**Anexo 2**). Los indicadores cuantitativos constituyen: la publicación de artículos en revistas de los cuatro grupos, publicación de libros, capítulos de libros y monografías, participación en eventos, registros y patentes científico- técnicas, proyectos en ejecución, ingresos por financiamiento de proyectos de investigación, premios y reconocimientos. Posteriormente, se incorporan los anexos con tablas cuantitativas de lo anunciado en el contenido. Al final, toda la información se resume en el Modelo 223.090 Ciencia y Técnica. Los balances correspondientes al periodo estudiados evidencian una baja producción científica en cuanto a la publicación de artículos principalmente.

Para conocer los recursos humanos con los que cuentan los CUM, los cuales están conformados por el personal docente y no docente. Se solicitó la información correspondiente a la Dirección de Gestión Integrada de Capital Humano (DGICH) donde se tuvo acceso a la cantidad de profesores a tiempo completo y a tiempo parcial de estos centros en los cursos 2019-2020 y 2021.

En la Dirección de Economía de la UNAH se solicitó el informe de Análisis de Gastos por Elementos, SubElementos y Centros de Costo en los períodos 2020 y

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2021. En dicho informe se constató que está conformado por 6 elementos de gastos los cuales incluyen: Materias primas y Materiales, Combustibles y Lubricantes, Gastos de Personal, Energía, Otros gastos monetarios y Depreciación. Estos elementos a su vez están divididos en subelementos, siendo el gasto de personal el elemento más representativo en el que incurren los CUM, expresado en el gasto de salario, el cual tuvo un aumento significativo en el periodo 2021 producto de la tarea ordenamiento respecto al año 2020.

El análisis documental permitió verificar algunas de las carencias que presentan los procesos docente e investigativo en los CUM, así como la inexistencia de métodos para utilizar la información recogida en ellos para determinar la eficiencia con que se desarrollan los mismos.

2.4 Metodología para determinar la eficiencia de los procesos universitarios docencia e investigación en los CUM de la UNAH

En el siguiente diagrama (Figura 5) se proponen los componentes de la metodología que permite determinar la eficiencia de los procesos universitarios, docente e investigativo en los CUM de la UNAH (Chediak y Valencia 2008, Ayaviri y Zamora 2016, Buitrago *et al.*, 2017, Díaz 2020). A continuación se realiza una explicación de cada uno de estos componentes.

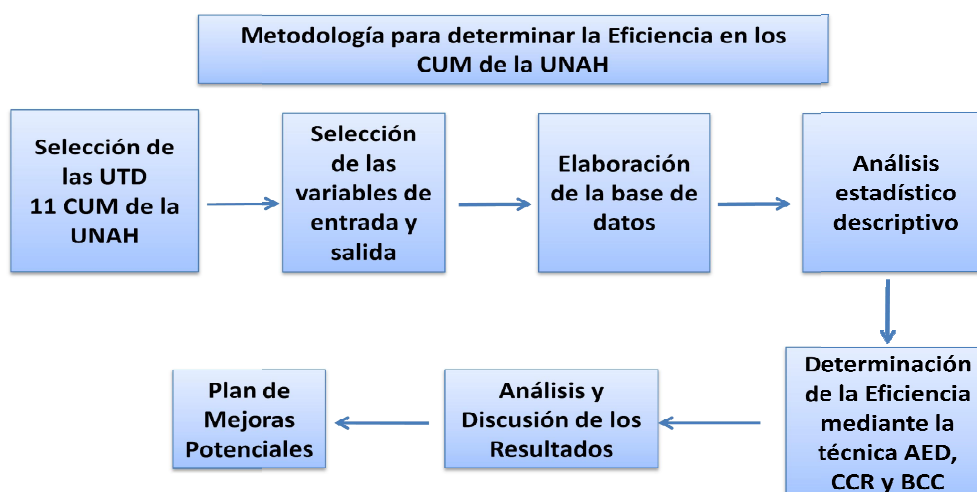


Figura no. 5: Diagrama de los componentes de la metodología propuesta. Fuente: Elaboración Propia

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1. Elección de las Unidades Tomadoras de Decisión (UTD).

La primera actividad para la medición de la eficiencia se refiere a la elección de las UTD. En este estudio se seleccionó a los 11 CUM de Mayabeque pertenecientes a la UNAH. Los mismos clasifican como UTD ya que son organizaciones donde se transforman insumos en productos acorde a su encargo social y su misión como centros universitarios. Cumplen además con el criterio de homogeneidad ya que consumen el mismo tipo recursos para obtener el mismo tipo de resultados.

2. Selección de las variables de entrada y salida

Después de ser elegidas las UTD, se deben seleccionar y clasificar las variables en correspondencia con el proceso productivo desarrollado en los Centros Universitarios. En este caso fueron seleccionadas como insumos o variables de entrada (m) cantidad de docentes y gasto de salario, y como variables de salida (r) de los dos procesos que ocupó el estudio, número de graduados, número de publicaciones en revistas de los diferentes grupos y número de eventos.

La decisión de escoger estas variables para el análisis, se basó en tres aspectos: los indicadores de los procesos sustantivos Formación de Pregrado y Ciencia, Tecnología e Innovación del MES en el período estudiado (UNAH, 2021), el criterio del propio autor (Iñiguez 2016, Butriago *et al.*, 2017, Tello 2021), y los criterios de expertos (Vázquez Rojas 2010; Rodríguez Varela y Gómez Sancho, 2015; Ayaviri y Zamora 2016, Quispe y Jordán 2017, Díaz 2020, Tello 2021).

Luego de seleccionar las variables, se debe verificar que su número y el tamaño de la muestra que se va a analizar cumplan con los criterios de verificación. La muestra es $n=11$ representa la cantidad de Centros Universitarios (UTD) que posee la UNAH, $m=2$ números de entradas y $r=3$ número de salidas, entonces se verifica que: $n \geq 3(m+r)$; $n \geq 2(m+r)$ ó $n \geq mr$ (Cooper *et al.*, 1978, Golany y Roll 1989, Dysan *et al.*, 2001, Murias 2005).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tabla no. 2: Cumplimiento de los criterios para la selección del número de variables de entrada y salida

Número de CUM(<i>n</i>)	$n \geq 2(m + r)$	$n \geq 3(m + r)$	$n \geq mr$
11	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla no. 2, al seleccionar cinco variables, dos entradas y tres salidas cumple con dos de los criterios de verificación. Lo que permite proponer un modelo donde estén incluidas las cinco variables. En el presente estudio como se explicó se seleccionan dos variables de entradas (*m*) y tres de salida (*r*). Luego se asume como variables de entradas o insumos, cantidad de profesores y Gastos de salarios y como variables de salida o resultados, número de graduados, número de publicaciones y número eventos.

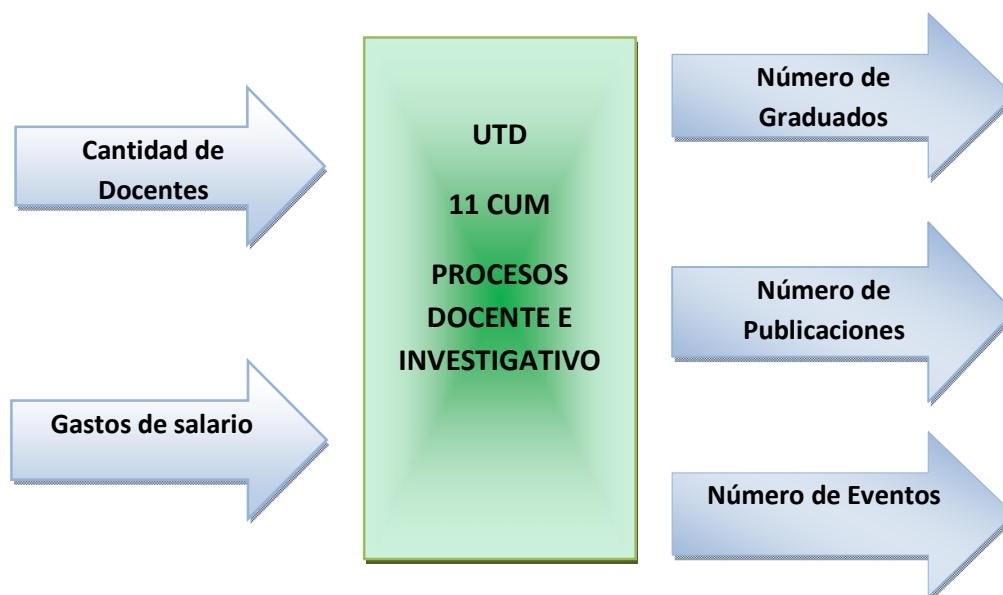


Figura 6: Esquema con las variables de entrada y salida seleccionadas en los CUM de la UNAH

Fuente: Elaboración Propia

ASPECTOS METODOLÓGICOS

3. Elaboración de la base de datos.

Con la elección de las variables se procede a confeccionar la base de datos correspondiente empleando el Software Microsoft® Office Excel 2007.

Tabla no. 3: Recursos financieros y humanos de los CUM de la UNAH en los períodos 2019-2020 y 2021.

CUM Provincia Mayabeque	Gasto de salario		Cantidad de docentes	
	2019-2020	2021	2019-2020	2021
BATABANÓ	381178,21	1006588,06	27	26
BEJUCAL	376885,51	1141552,3	40	40
GUINES	559459,28	1567612,34	71	70
JARUCO	315334,61	910852,75	34	33
MADRUGA	296981,02	878493,72	29	28
MELENA DEL SUR	306457,73	833360,383	15	15
NUEVA PAZ	367204,57	1138577,63	34	32
QUIVICÁN	484528,06	1329938,72	46	45
SAN JOSÉ DE LAS LAJAS	495482,32	1447759,61	52	52
SAN NICOLÁS DE BARI	414647,15	1244851,54	38	37
SANTA CRUZ DEL NORTE	337234,25	971895,09	21	20

Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos de la Dirección de Economía y DGICH

El aumento significativo de gasto de salario observado en la tabla no. 3 se debió a la aplicación de la tarea de ordenamiento, con lo cual se elevó el salario del personal tanto docente como no docente de las universidades y de diferentes sectores de la sociedad.

En la tabla no. 4 se recogen los datos referentes a las variables de salidas seleccionadas a partir de las fuentes consultadas pertenecientes a los procesos docentes e investigativo.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tabla no. 4: Cantidad de Graduados, Publicaciones y Eventos de los CUM de la UNAH

CUM Provincia Mayabeque	Número de Graduados		Número de Publicaciones		Número de Eventos	
	2019-2020	2021	2019-2020	2021	2019-2020	2021
BATABANÓ	5	19	4	1	1	1
BEJUCAL	5	33	3	19	9	52
GUINES	86	130	1	2	12	23
JARUCO	7	18	4	11	21	7
MADRUGA	14	10	1	2	9	26
MELENA DEL SUR	17	17	1	2	1	9
NUEVA PAZ	17	37	1	1	1	1
QUIVICÁN	13	22	1	3	7	14
SAN JOSÉ DE LAS LAJAS	34	74	1	1	4	8
SAN NICOLÁS DE BARI	5	15	1	1	1	1
SANTA CRUZ DEL NORTE	11	54	1	1	15	29

Fuente: Elaboración Propia a partir del registro de graduados y los Balances de Ciencia y Técnica

4. Análisis estadístico

En la tabla no. 5, se muestra el análisis estadístico descriptivo obtenido mediante el Software SPSS v. 22 (rango, mínimo, máximo, media, desviación estándar) de los datos de las 5 variables de entrada y salida que caracterizan la tecnología de producción de los CUM en los dos años estudiados (2019-2020, 2021). El gasto de salario presenta una gran variabilidad, pues va de un mínimo de \$ 296981,02 hasta un máximo de \$ 1567612,34, ya que en el período 2021 fue implementada la tarea ordenamiento, con una media de \$ 763948,86 y una desviación estándar de \$ 417934,97.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tabla no. 5: Estadísticos descriptivos de las variables de entrada y salida empleadas en la presente metodología.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Gasto de Salario	22	1270631,32	296981,02	1567612,34	763948,86	417934,97
Cantidad de docentes	22	56	15	71	37	15
Número de Graduados	22	125	5	130	29	31
Número de Publicaciones	22	18	1	19	3	4
Número de Eventos	22	51	1	52	11	13

Fuente: Elaboración a partir del Software SPSS v. 22

La cantidad de docentes se comportó con un mínimo de 15 docentes y un máximo de 71, siendo el CUM de Melena del Sur y el CUM de Güines los que poseen estos valores límites, respectivamente. La media de esta variable fue de 37 y la desviación estándar de 15.

Por su parte el número de Graduados con un rango de 125, presentó una gran disparidad, oscilando entre 5 y 130 graduados, con un aumento en el período 2021, destacándose el CUM de Güines con 86 y 130 graduados en los períodos 2019-2020 y 2021, respectivamente.

En cuanto al número de publicaciones con un rango de 18, presentó una gran variabilidad, oscilando entre 1 y 19 publicaciones, con un promedio de 3 publicaciones y una desviación estándar de 4. El número de eventos se comportó con un rango de 51, con un mínimo de 1 y un máximo de 52, destacándose el CUM Bejucal como el de mayor producción científica en estos períodos. De manera general, los 11 CUM presentaron una media de 37 docentes y un gasto de salario medio de \$763948,86 en los períodos estudiados, siendo estos recursos los empleados para graduar 29 estudiantes, publicar 3 artículos en revistas científicas y participar en 11 eventos como promedio.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

5. Determinación de la eficiencia aplicando la técnica (AED).

Para determinar la eficiencia en los procesos docente e investigativo en los 11 CUM de la UNAH en los períodos 2019-2020 y 2021, se utiliza la técnica AED con los modelos CCR (Charnes *et al.*, 1978) y BCC (Banker *et al.*, 1984) con orientación salida (Ayaviri y Zamora 2016, Fontalvo *et al.*, 2018), y el software Frontier Analyst® Versión 4.2. Las unidades con índice menor que 100 % serán catalogadas de ineficientes y con índices igual a 100 % (ó 1) serán técnicamente eficientes. La diferencia entre 100 % y el índice da como resultado el índice de ineficiencia y deben introducir mejoras (Charnes *et al.*, 1978).

Tabla no. 6: Eficiencia técnica de los 11 CUM de la UNAH en los períodos 2019-2020 y 2021 para los Modelos CCR y BCC con orientación salida

UTD CUM	2019-2020				2021			
	Modelo CCR %	Cond.	Modelo BCC %	Cond.	Modelo CCR %	Cond.	Modelo BCC %	Cond.
BATABANÓ	63,0	●	98,2	●	33,5	●	33,7	●
BEJUCAL	49,4	●	58,6	●	100	●	100,0	●
GUINES	100,0	●	100,0	●	100	●	100,0	●
JARUCO	100,0	●	100,0	●	72,6	●	78,8	●
MADRUGA	66,6	●	100,0	●	70,3	●	75,6	●
MELENA DEL SUR	72,0	●	100,0	●	58,9	●	100,0	●
NUEVA PAZ	42,2	●	76,2	●	52,0	●	52,6	●
QUIVICÁN	34,3	●	34,4	●	31,3	●	34,8	●
SAN JOSÉ DE LAS LAJAS	53,4	●	60,1	●	70,0	●	72,1	●
SAN NICOLÁS DE BARI	19,2	●	23,7	●	20,7	●	21,4	●
SANTA CRUZ DEL NORTE	89,6	●	100,0	●	100,0	●	100,0	●
Media	62,7		77,4		64,5		69,9	

Fuente: Elaboración a partir del Software Frontier Analyst

ASPECTOS METODOLÓGICOS

6. Análisis y Discusión de los resultados.

Con la aplicación de la técnica AED en los 11 CUM de la UNAH en los períodos 2019-2020 y 2021 según el modelo CCR, se obtuvo que sólo los CUM de Güines y Jaruco en el periodo (2019-2020) están ubicados en la frontera eficiente, lo que significa que fueron eficientes técnicamente. Esto significa que obtienen el máximo posible de producción, habiendo empleado los recursos disponibles Pedraja *et al.*, 2001, Dios-Palomares (2004). Un CUM (Santa Cruz del Norte) en el período 2019-2020 se ubicó en un rango muy cercano a la máxima eficiencia al estar entre 81 y 90%. Mientras que en el período 2021 fueron eficientes Bejucal, Güines y Santa Cruz del Norte para un total de solo 5 cinco centros eficientes entre los dos períodos. El resto de los centros se ubicó en rangos inferiores que oscilaron entre 11 y 80%, que es la categoría más numerosa (Figura 7).

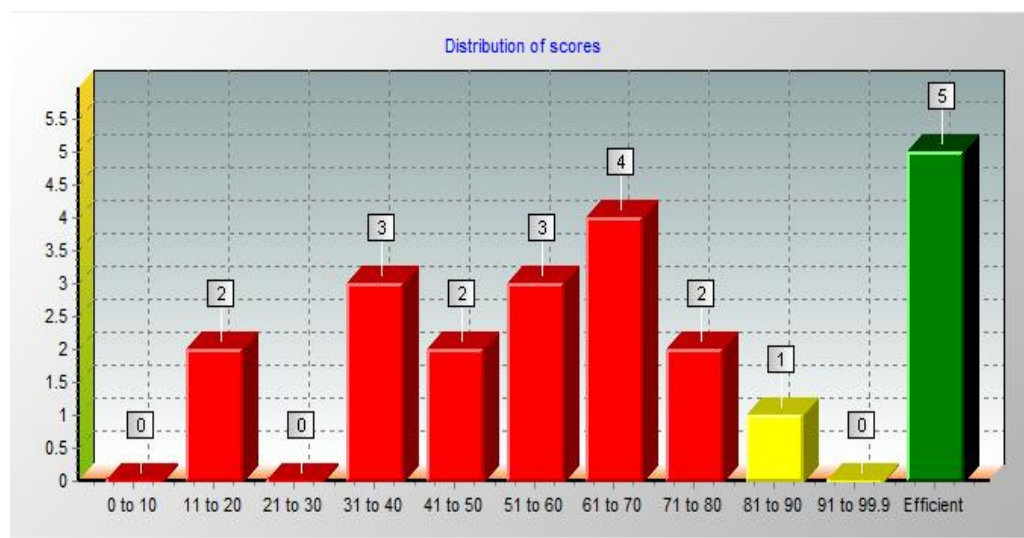


Figura 7: Distribución de la eficiencia técnica de los 11 CUM de la UNAH en los períodos 2019-2020 y 2021 según el Modelo CCR.

Fuente: Software Frontier Analyst

Aplicando el modelo BCC, se conoció que sólo 5 CUM fueron eficientes en el período (2019-2020), Güines, Jaruco, Madrugá, Melena y Santa Cruz del Norte. En el periodo 2021 alcanzan ser eficientes Bejucal, Güines, Melena el Sur y Santa Cruz del Norte para un total de 9 ubicados en la frontera eficiente. Un CUM se

ASPECTOS METODOLÓGICOS

ubicó en el rango de 91 a 99,9 % muy cercano a la máxima eficiencia. El resto de los centros se ubicaron el rango de 21 a 80%, siendo ineficientes técnicamente.

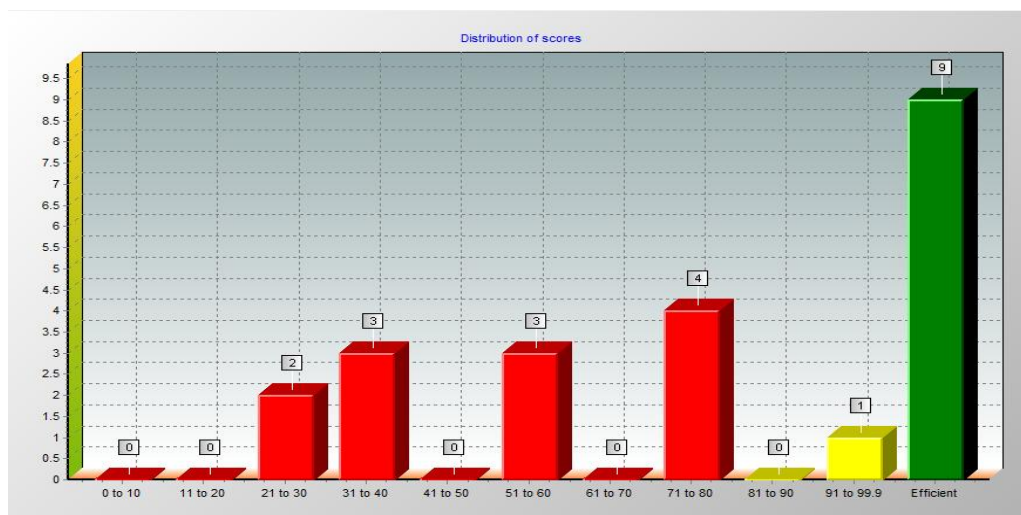


Figura 8: Distribución de la eficiencia técnica de los 11 CUM de la UNA-H en los períodos 2019-2020 y 2021 según el Modelo BCC.

Fuente: Salidas Software Frontier Analyst

La eficiencia técnica obtenida por el Modelo CCR orientación a la maximización de las salidas, arrojó un 62,7% como promedio en el período 2019-2020 y 64,5% en el período 2021. Mientras que para el Modelo BCC con igual orientación fue de 74,4 y 69,9% como promedio en dichos períodos respectivamente. Esto indica que los CUM ineficientes deberían elevar en promedio sus salidas en un 37,3% en el período 2019-2020 y en un 35,5% en el período 2021, según el modelo CCR para revertir su ineficiencia. En cambio, utilizando el modelo BCC se estima que para ser eficientes técnicamente, los CUM deberían incrementar sus resultados en un 22,6 % en el período 2019-2020 y en 30,1% en 2021.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Haider *et al.*, 2019 y Tello, 2020 quienes obtuvieron resultados de eficiencia superiores para el modelo BCC con respecto al CCR. Esto se debe a que el modelo CCR asume retornos constantes y el BCC incorpora retornos variables, siendo los resultados obtenidos con el segundo enfoque superiores a los del primero.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Relaciones insumo-producto

En la Figura 9 se muestran las relaciones profesores/graduados y el gasto de salario/graduados generadas con el software Frontier Analyst®. Se observa una gran distancia entre los CUM de San Nicolás de Bari y Bejucal en el período 2019-2020 respecto a los demás centros en ambos períodos, por tanto en estos existe un mayor desaprovechamiento de los recursos humanos y financieros para la obtención del número de graduados.

En cambio los CUM de San José de las Lajas y Santa Cruz del Norte en 2021 y Güines en ambos períodos resultaron los que con mayor eficiencia aprovecharon sus recursos y lograron mayor cantidad de graduados. En consecuencia, los CUM más alejados de la frontera (San Nicolás de Bari y Bejucal en el período 2020) deberían incrementar el número de graduados para mejorar la relación recursos/resultados.

Caso 1: Variables empleadas para el análisis de la relación insumo-producto.

ENTRADAS	GASTO DE SALARIO
	PROFESORES
SALIDAS	GRADUADOS
Orientación SALIDA	Modelo CCR

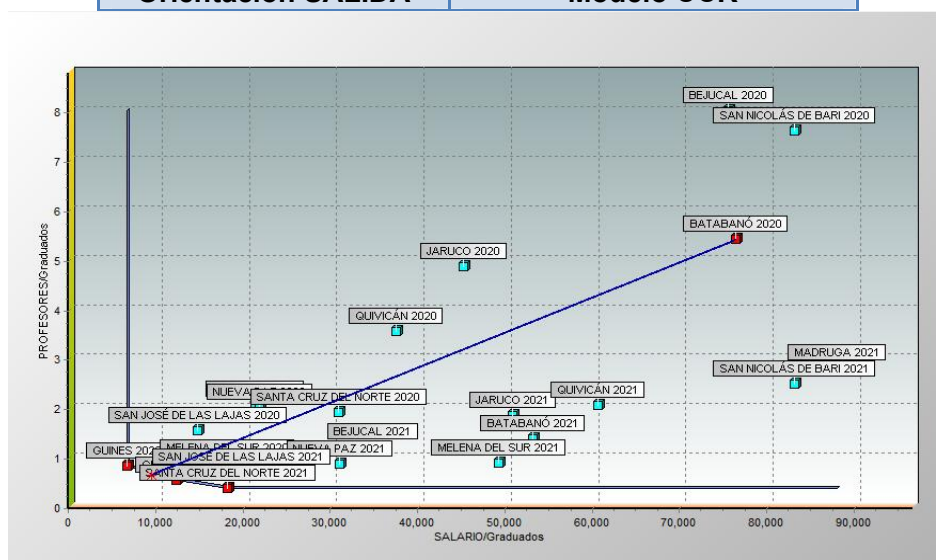


Figura 9: Gráfica de la relación entre profesores/graduados y el gasto de salario/graduados según el Modelo CCR.Fuente: Software Frontier Analyst

ASPECTOS METODOLÓGICOS

En la figura 10 se muestran la relación entre la cantidad de profesores/ Número de Publicaciones y el gasto de salario/Número de publicaciones. Se observa una gran distancia del CUM de San José de las Lajas en el 2021 respecto a las demás unidades en ambos períodos, seguido por San Nicolás, Nueva Paz, Batabanó, Santa Cruz del Norte y Güines en el mismo período. Esto significa que dichos centros con mayor gasto de salario y cantidad de docentes tienen un bajo número de publicaciones. Los más eficientes respecto a la producción científica, resultaron los CUM de Jaruco y Bejucal en ambos períodos y Batabanó 2020.

Caso 2: Variables empleadas para el análisis de la relación insumo-producto.

ENTRADAS	GASTO DE SALARIO
	PROFESORES
SALIDAS	PUBLICACIONES
Orientación SALIDA	Modelo CCR

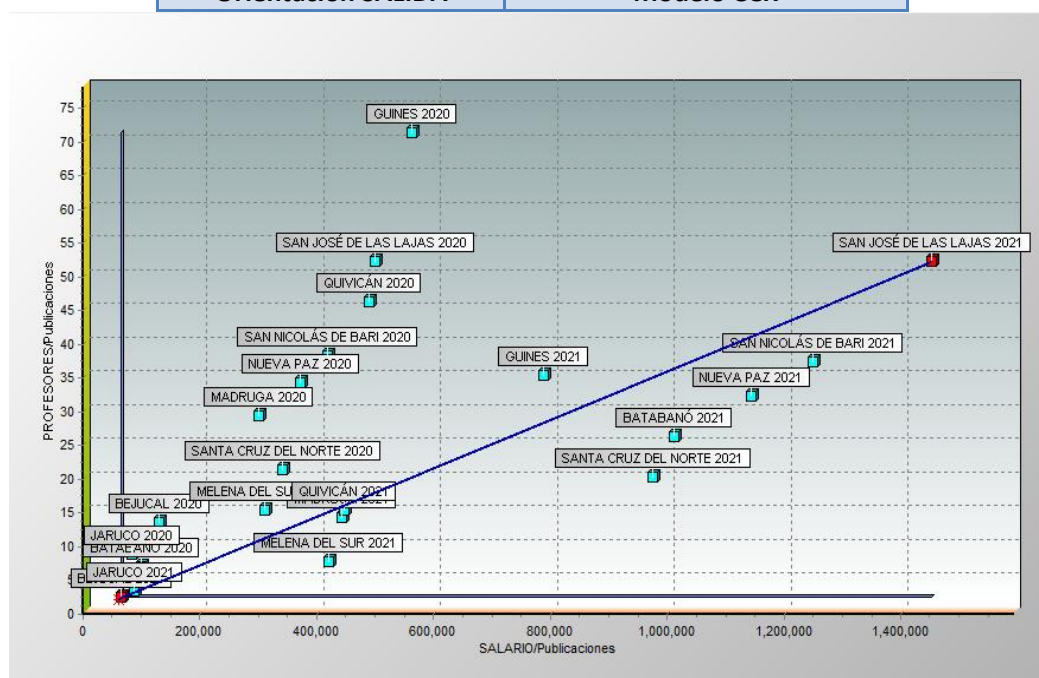


Figura 10: Gráfica de la relación entre profesores/ Publicaciones y gasto de salario/ publicaciones según el Modelo CCR. Fuente: Software Frontier Analyst

Lo analizado en la figura 10, se corrobora en el siguiente gráfico (Figura 11) que muestra la distribución de la eficiencia de los 11 CUM en los dos períodos en

ASPECTOS METODOLÓGICOS

cuanto a la publicación de artículos en relación a los recursos utilizados, donde se observa que sólo el CUM de Bejucal fue eficiente en el período 2021. El resto de los centros fueron ineficientes en ambos períodos, existiendo 16 unidades con valores por debajo del 20% de eficiencia. A pesar de que el CUM de Jaruco en 2019-2020 y 2021 así como Batabanó 2020 presentaron un buen comportamiento, estos no resultaron ser eficientes.

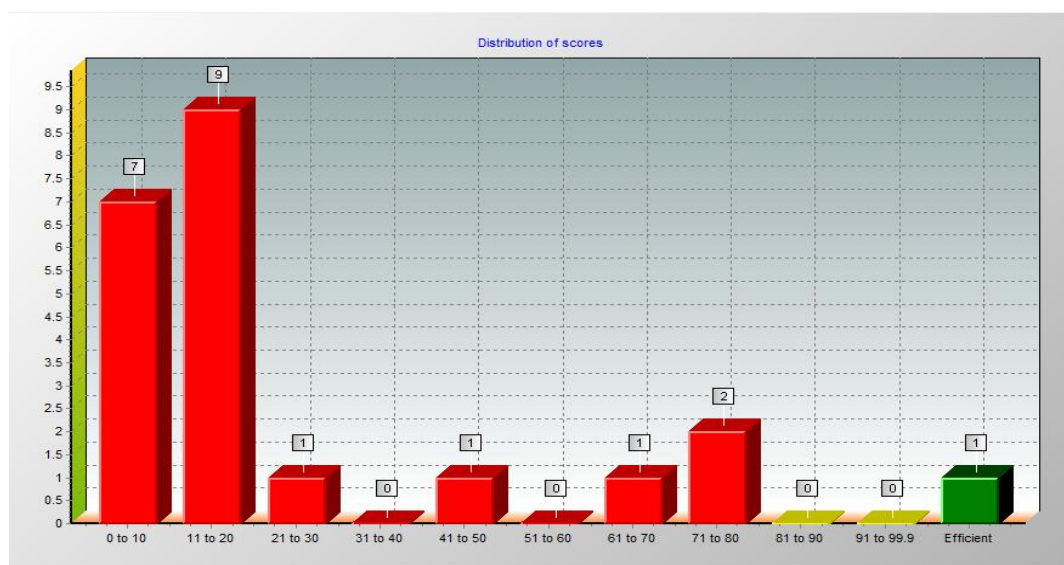


Figura 11: Distribución de la eficiencia técnica de la relación profesores/ Publicaciones y el gasto de salario/ publicaciones.

Fuente: Software Frontier Analyst

Caso 3: Variables empleadas para el análisis de la relación insumo-producto.

ENTRADAS	GASTO DE SALARIO
	PROFESORES
SALIDAS	EVENTOS
Orientación SALIDA	Modelo CCR

En la Figura 12 se muestra la gráfica de la relación entre la cantidad de profesores/ Número de Eventos y el gasto de salario/Número de eventos según el Modelo CCR, donde se observó un discreto ascenso del número de unidades eficientes, alcanzado esta categoría 3 de ellas, que fueron Bejucal, Santa Cruz

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2021 y Jaruco 2020, figura 13. El CUM de Santa Cruz del Norte en 2020 estuvo muy cercano a la eficiencia encontrándose en el rango de 81 a 90%.

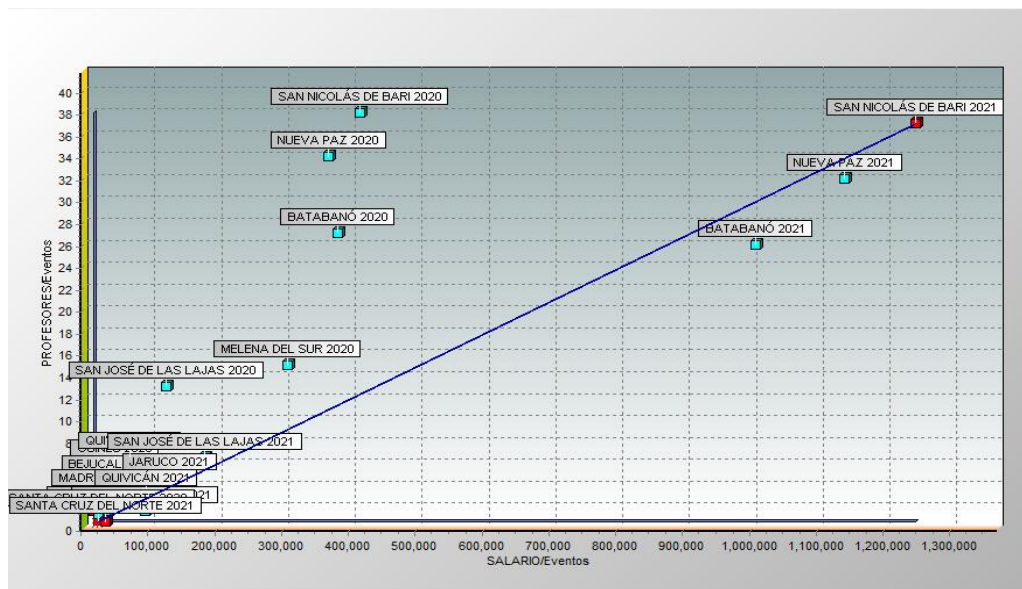


Figura 12: Gráfica de la relación entre profesores/eventos y el gasto de salario/eventos según el Modelo CCR. Fuente: Software Frontier Analyst

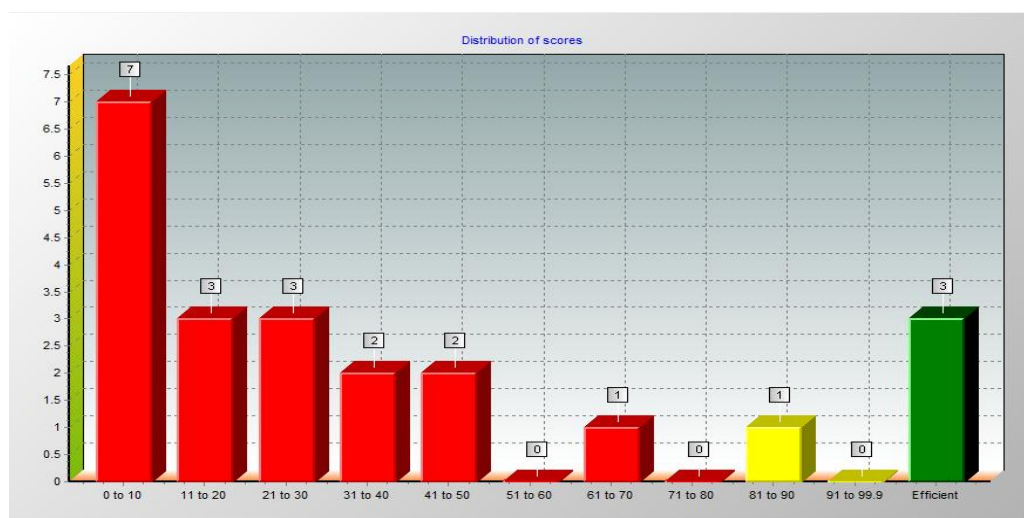


Figura 13: Distribución de la eficiencia técnica de la relación profesores/Eventos y el gasto de salario/Eventos. Fuente: Software Frontier Analyst

ASPECTOS METODOLÓGICOS

7. Plan de Mejoras Potenciales

La metodología propuesta permitió detectar el número de unidades tomadoras de decisión que resultaron ser eficientes o ineficientes y así proponer mejoras que permitan la optimización de los recursos empleados.

En la tabla no. 7 se muestra el plan de mejoras potenciales de productos para los CUM de la UNAH, que está elaborado para los centros que resultaron ineficientes en comparación con aquellos que resultaron eficientes y son tomados como unidades de referencia. Debido a que el modelo formulado en esta investigación está orientado a maximizar las salidas (productos), a ninguno de los centros estudiados se le propone cambios en el nivel de entradas (insumos).

Asumiendo el hecho de que el modelo desarrollado en la actual investigación se orienta a maximizar la producción, se explican detalladamente estos resultados con un caso. Por ejemplo, Madrugá 2021, cuya ineficiencia es de 29,7 % (100-70,30%) y para revertir esta situación debería aumentar el número de graduados de 10 que posee a una cifra de 31, incrementar el número de publicaciones de 2 a 12 y el número de eventos de 26 a 37.

La aplicación de la metodología planteada utilizando la técnica AED y sus modelos CCR y BCC permitió la determinación de la eficiencia relativa de los centros universitarios municipales corroborando la valía de la técnica utilizada, logrando cumplir con el objetivo de esta investigación. El plan de mejoras potenciales como último componente de la misma confirmó la hipótesis propuesta.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tabla no. 7: Plan de Mejoras Potenciales de Productos para los CUM (UTD) en los períodos 2019-2020 y 2021 con el Modelo CCR con orientación salida.

UTD CUM	Eficiencia CCR (%)	Nivel actual de productos			Nivel óptimo de Productos			Unidades de Referencia
		Graduados	Public	Eventos	Graduados	Public	Eventos	
BATABANÓ 2020	63,00%	5	4	1	11	6	17	BEJUCAL 2021
BATABANÓ 2021	33,50%	19	1	1	57	3	30	BEJUCAL 2021
BEJUCAL 2020	49,40%	5	3	9	11	6	18	JARUCO 2020
JARUCO 2021	72,60%	18	11	7	26	15	41	BEJUCAL 2021
MADRUGA 2020	66,60%	14	1	9	21	3	14	JARUCO 2020
MADRUGA 2021	70,30%	10	2	26	31	12	37	BEJUCAL 2021
MELENA DEL SUR 2020	72,00%	17	1	1	24	1	7	GUINES 2020
MELENA DEL SUR 2021	58,90%	17	2	9	29	3	21	BEJUCAL 2021
NUEVA PAZ 2020	42,20%	17	1	1	40	2	11	GUINES 2020
NUEVA PAZ 2021	52,00%	37	1	1	71	2	30	S. CRUZ NORTE 2021
QUIVICÁN 2020	34,30%	13	1	7	38	5	20	JARUCO 2020
QUIVICÁN 2021	31,30%	22	3	14	70	10	45	BEJUCAL 2021
S. JOSÉ LAJAS 2020	53,40%	34	1	4	64	2	12	GUINES 2020
S. JOSÉ LAJAS 2021	70,00%	74	1	8	106	2	29	GUINES 2021
S. NICOLÁS 2020	19,20%	5	1	1	26	5	16	BEJUCAL 2021
S. NICOLÁS 2021	20,70%	15	1	1	73	5	35	S. CRUZ NORTE 2021
S. CRUZ NORTE 2020	89,60%	11	1	15	12	5	17	GUINES 2020

Fuente: Elaboración Propia a partir del Software Frontier Analyst

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. La eficiencia de los procesos docentes e investigativo puede ser determinada por modelos económicos matemáticos, teniendo en cuenta los recursos consumidos y los resultados que se obtienen. La técnica más apropiada para determinar la eficiencia en el ámbito universitario es la técnica no paramétrica Análisis Envolvente de Datos.
2. Para desarrollar los procesos docentes e investigativos de los centros universitarios municipales pertenecientes a la UNAH se utilizan recursos humanos y financieros para obtener resultados que se reflejan en informes y modelos, sin embargo existen limitaciones para determinar su eficiencia en cuanto a los recursos utilizados y los resultados obtenidos.
3. La metodología propuesta para determinar la eficiencia de los procesos docentes e investigativos en los CUM de la UNAH permitió crear una serie de pasos que incluyeron la aplicación de la técnica AED con el software Frontier Analyst. Fueron identificados los centros eficientes o ineficientes en los períodos 2019-2020, 2021 y se propuso un plan de mejoras que permitirá la optimización de los resultados obtenidos a partir de los recursos humanos y financieros utilizados.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Socializar los resultados de la presente investigación entre los directivos de los centros estudiados para que conozcan el nivel de eficiencia de sus centros en cuanto a los recursos humanos y financieros empleados y así tomar decisiones en función de la optimización de los recursos.
- Se recomienda a los centros ineficientes en los períodos analizados, implementar el Plan de Mejoras propuesto a fin de aumentar sus niveles de eficiencia.
- Se propone aplicar la metodología para determinar la eficiencia en cuanto a los recursos humanos y financieros utilizados de los procesos docente e investigativo en los CUM de la UNAH, en el período 2022 con el objetivo de dar seguimiento a los resultados de formación de pregrado y la producción científica.
- Perfeccionar el flujo de información para que confluyan en una sola área todos los datos referentes a la gestión de los procesos universitarios en cuanto a sus resultados y los recursos utilizados para ello que faciliten este tipo de estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A., & Santos, M. (2008). A DEA approach to the relative efficiency of Portuguese public universities. *Portuguese Journal of Management Studies*, 13(1), 67-87.
- Agasisti, T., & Dal Bianco, A. (2006). Data envelopment analysis to the Italian university system: theoretical issues and policy implications. *International Journal of Business Performance Management*, 8(4), 344-367.
- Alcaraz-Ochoa, D., & Bernal-Domínguez, D. (2017). Evaluación de la eficiencia técnica de las Universidades Públicas Estatales (UPE) del noroeste de México mediante Análisis Envolvente de Datos (DEA). *Nova scientia*, 9(19), 393-410.
- Almuiñas, J. L., García del Portal, J., & Romero, B. (1994). El modelo de cohorte: un instrumento de evaluación. *Revista Cubana de Educación Superior*, 14(2), 93-106.
- Arias-Coello, A., Simon-Martin, J., & Gonzalo Sanchez-Molero, J. L. (2020a). Mission statements in Spanish universities. *Studies in Higher Education*, 45(2), 299-311.
- Athanassopoulos, A. D., & Shale, E. (1997). Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by the means of data envelopment analysis. *Education economics*, 5(2), 117-134.
- Ayaviri Nina, V. D. (2007a). Las ONGs y el Desarrollo: acción, impacto y eficiencia en Bolivia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayaviri Nina, V. D., & Zamora Echenique, G. (2016). Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica. *Revista Perspectivas*, (37), 7-22.
- Barra, C., & Zotti, R. (2016). Measuring efficiency in higher education: an empirical study using a bootstrapped data envelopment analysis. *International Advances in Economic Research*, 22(1), 11-33.
- Beasley, J. E. (1995). Determining teaching and research efficiencies. *Journal of the operational research society*, 46(4), 441-452.
- Becerril-Torres, O. U., Álvarez-Ayuso, I. C., & Nava-Rogel, R. M. (2012). Frontera tecnológica y eficiencia técnica de la educación superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(54), 793-816.
- Breu, T. M., & Raab, R. L. (1994). Efficiency and perceived quality of the nation's "top 25" National Universities and National Liberal Arts Colleges: An application of data envelopment analysis to higher education. *Socio-Economic Planning Sciences*, 28(1), 33-45.
- Bryan, J. del C. (2018). Perfil del docente policial dentro de los centros de formación policial de la Policía Nacional de Panamá.
- Buitrago-Suescún, O. Y., Espitia-Cubillos, A. A., & Molano-García, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147-173.
- Caballero Fernández, R., Castrodeza Chamorro, C., & Peña García, T. (2000). Análisis multiobjetivo de las necesidades docentes de los departamentos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- universitarios: una aplicación a la Universidad de Valladolid. *Estudios de Economía Aplicada*, (15), 29-45.
- Caballero, R., Galache, T., Gómez, T., & Torrico, A. (1997). Eficiencia vía DEA de las unidades docentes de la Universidad de Málaga. *Comunicación VI Jornadas de la Educación*, 1-22.
- Chamorro, C. C., & García, T. P. (2002a). Evaluación de la actividad investigadora universitaria: Una aplicación a la Universidad de Valladolid. *Estudios de economía aplicada*, 20(1), 29-44.
- Chaparro, F. M. P., Jiménez, J. S., & Suárez, J. (2001). La medición de la eficiencia en el sector público (pp. 243-268). Presentado en La medición de la eficiencia y la productividad, Pirámide.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Colom Gorgues, A., Florensa Guiu, R. M., & Cristóbal Fransi, E. (2021). Análisis DEA de la eficiencia-país en la aportación de la producción agroalimentaria ecológica en la Unión Europea 27.
- Coria, M. M. (2019). Eficiencia técnica de las universidades argentinas de gestión estatal. *Ensayos de Política Económica*, 1(5), 44-64.
- Cortés-Sánchez, J. D. (2016). Eficiencia en el uso de bases de datos digitales para la producción científica en universidades de Colombia. *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, ISSN: 0210-0614 Vol. 36, No. 2,(2016), e. 130.
- Del Pozo, D. T. (2002). La función de distancia: un análisis de la eficiencia en la

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

universidad.

- Delgado, M. C. D. D., López, C. J. G., & Acosta, M. C. M. P. (2014a). La gestión del proceso de postgrado en las instituciones de educación médica superior. Retos y perspectivas The management of the process of graduate degree in the institutions of medical superior education. Challenges and perspectives. *Revista Estrategia y Gestión Universitaria Vol*, 2(1).
- Díaz-Canel Bermúdez, M., & Fernández González, A. (2020). Gestión de gobierno, educación superior, ciencia, innovación y desarrollo local. *Retos de la Dirección*, 14(2), 5-32.
- Díez de Castro, E. P., & Díez Martín, F. de A. (2005). Un modelo para la medición de la eficiencia en los departamentos universitarios. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 25, 7-33.
- Dios Palomares, R. (2004). El análisis de eficiencia en el sector público mediante métodos frontera.
- Duch, N. (2006). La eficiencia de las universidades españolas. *Informe C y D* 2006, 310-325.
- Durán Pérez, Y. M., & Rivero Martinez, L. E. (2020). Análisis de la eficiencia hospitalaria de Canarias.
- Falcón, D. de la C. H., Jiménez, A. V., Rivero, J. L. A., & Cuevas, J. L. G. (2015). Los indicadores actuales de la eficiencia academica: necesidad de su perfeccionamiento. *Pedagogía Universitaria*, 20(3), 53-63.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández-Santos, Y., Martínez-Campillo, A., & Fernández-Fernández, J. M. (2015). Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas. *Investigaciones de Economía de la Educación, compilado por Marta Rahona López y Jennifer Gravez, (1 ed., Vol. 10, pp. 491-508). Madrid: Asociación de Economía de la Educación.*
- Flegg, A.-T., Allen, D. O., Field, K., & Thurlow, T. (2004). Measuring the efficiency of British universities: a multi-period data envelopment analysis. *Education economics, 12*(3), 231-249.
- Fontalvo, T., De La Hoz, E., & De La Hoz, E. (2018). Método análisis envolvente de datos y redes neuronales en la evaluación y predicción de la eficiencia técnica de pequeñas empresas exportadoras. *Información tecnológica, 29*(6), 267-276.
- Francisco, C. P., & Stella, V. A. L. (2008). Metodología para medir la eficiencia mediante la técnica del análisis envolvente de datos DEA.
- García Buitrago, D. A. (2016). Determinantes de la rentabilidad del sector bancario colombiano. *Facultad de Ciencias Económicas.*
- Goddard, J., Robertson, D., & Vallance, P. (2012). Universities, Technology and Innovation Centres and regional development: the case of the North-East of England. *Cambridge Journal of Economics, 36*(3), 609-627.
- González González, G. R., & González Fernández-Larrea, M. (2018). A propósito de la Reforma de Córdoba: aproximación al origen y evolución de la extensión universitaria en América Latina y Cuba. *Revista Cubana de Educación Superior, 37*(1), 75-93.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González Moreno, M. (2006). Formulación teórico-metodológica de la promoción cultural de la investigación para la integración de los procesos universitarios extensión e investigación [tesis doctoral]. *La Habana: Centro de Referencia para la Educación de Avanzada, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría*.
- Gralka, S., Wohlrabe, K., & Bornmann, L. (2019). How to measure research efficiency in higher education? Research grants vs. publication output. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 41(3), 322-341.
- Haider, M., Raza, Q., Jameel, S. y Pervaiz, K. (2019). Un estudiocomparativo de la eficiencia operativa de los bancos islámicos de Pakistán y Malasia: enfoque de análisis de desarrollo de datos. *Asian Economic and Financial Review*, Asian Economic and Social Society, 9 (5), páginas 559-580, mayo.
- Hernandez, M., & Suarez, R. (2010). Metodología para la medición del desempeño en los sistemas municipales de distribución de Agua Potable de México a través del Análisis Envolvente de Datos.
- Hernández-Falcón, D. de la C., Vargas-Jiménez, A., & Almuiñas-Rivero, J. L. (2020). La importancia de la evaluación de la eficiencia académica en las universidades. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(1).
- Herrera Albear, A., Armenteros Amaya, M., Fundora Simón, R. A., Díaz Fernández, J. A., Artigas Pérez, E., Lombillo Rivero, I., & Socas Reinoso, M. de la C. (2021). Repensar sobre la tercera misión. Estudio de caso en la Universidad Agraria de La Habana.
- Iñiguez, P. A., Ferreyra, E. L., Arburua, M., Gallardo, J. M., Negro, F. J., & Iñiguez,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. L. (2017). Eficiencia en el Sector Público: Una investigación en el Área de La Salud. *Fundamentos*, 1(12).
- Johnes, G. (1995). Scale and technical efficiency in the production of economic research. *Applied Economics Letters*, 2(1), 7-11.
- Johnes, G., & Johnes, J. (1993). Measuring the research performance of UK economics departments: an application of data envelopment analysis. *Oxford economic papers*, 332-347.
- Johnes, G., Johnes, J., Thanassoulis, E., Lenton, P., & Emrouznejad, A. (2005). An exploratory analysis of the cost structure of higher education in England. *UK Department for Education and Skills*.
- Johnes, J. (2008). Efficiency and productivity change in the English higher education sector from 1996/97 to 2004/5. *The Manchester School*, 76(6), 653-674.
- Johnes, J., & Li, Y. (2008). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. *China economic review*, 19(4), 679-696.
- Jordán, M. W., & Quispe, F. G. (2017). Aplicación del análisis envolvente de datos en las Universidades Autónomas de Bolivia. *European Scientific Journal*, 13(28), 155-181.
- Jover, J. N., Montalvo, L. F., & Ones, I. P. (2006). La gestión del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación en la nueva universidad: una aproximación conceptual. *Pedagogía Universitaria*, 11(2), 31-44.
- Kao, C., & Hung, H.-T. (2008). Efficiency analysis of university departments: An

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- empirical study. *Omega*, 36(4), 653-664.
- León Pupo, N. (2020). Algunos referentes teóricos relacionados con la gestión de la investigación en las universidades. *Documento de trabajo. Universidad de Holguín*.
- López, O., & Suárez, E. (2011). Evaluación de la eficiencia de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga mediante el análisis envolvente de datos DEA (Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga). *Recuperado de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5447/2/142359.pdf>*.
- Lovell, C. K. (1993). Production frontiers and productive efficiency. *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*, 3, 67.
- McMillan, M. L., & Datta, D. (1998). The relative efficiencies of Canadian universities: a DEA perspective. *Canadian Public Policy/Analyse de Politiques*, 485-511.
- Melians, G. A., & Álvarez, L. M. B. (2020). La integración de los procesos sustantivos universitarios desde el proceso extensionista: una mirada a la teoría. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 20(27).
- Morales, J., Niño-Muñoz, D., & Lesmes-Cardenas, D. (2022). Gestión pública o privada de las universidades: ¿Cuál es la opción más eficiente para una política pública en educación superior en Colombia? *Education Policy Analysis Archives*, 30, 161-161.
- Muñoz Moyano, C. A. (2021). Métodos para la medición de la eficiencia financiera. Un estudio comparativo en las cooperativas de ahorro y crédito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Murias Fernández, P. (2005). Metodología de aplicación del análisis envolvente de datos: evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela. *Revista galega do ensino*.
- Murillo Melchor, C. (2010). *Contribuciones al análisis estocástico de la eficiencia técnica mediante métodos no paramétricos*. Universidad de Cantabria.
- Navarro Chávez, J. C. L., Gómez Monge, R., & Torres Hernández, Z. (2016). Las universidades en México: una medida de su eficiencia a través del análisis de la envolvente de datos con bootstrap. *Acta universitaria*, 26(6), 60-69.
- Navarro-Chávez, C. L., & Delfín-Ortega, O. V. (2020). La eficiencia de la educación superior en México, 2008-2016: Un modelo DEA dinámico-network. *Perfiles latinoamericanos*, 28(56), 261-298.
- Núñez Jover, J., Alcázar Quiñones, A., & Proenza Díaz, T. (2017). Una década de la Red Universitaria de Gestión del Conocimiento y la Innovación para el Desarrollo Local en Cuba. *Retos de la Dirección*, 11(2), 228-244.
- Pastor, J. M. (1995). Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico. Institut Valencià d'Investigacions Econòmiques.
- Peñate, Y., Rivero, J. L., & Lozada, D. I. (2017). Análisis envolvente de datos (DEA): Un enfoque viable para la evaluación de la eficiencia docente e investigativa en las universidades ecuatorianas. *Revista Espacios*, 38(30).
- Peretto, C. B. (2016). Métodos para medir y evaluar la eficiencia de unidades productivas.
- Peretto, C. B., Martínez, F. Q., & Alberto, C. L. (2022). Análisis de los factores que

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- determinan la eficiencia de los bancos en Argentina. Un análisis DEA en dos etapas. *Contaduría y administración*, 67(1), 16.
- Pupo, N. I. L., Martín, R. L., & Fernández, P. T. (2022). La gestión del proceso sustantivo de investigación en las universidades.(Revisión). *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, 18(2), 167-177.
- Ramírez-Gutiérrez, Z., Barrachina-Palanca, M., & Ripoll-Feliu, V. (2020). Eficiencia en la educación superior. Estudio empírico en universidades públicas de Colombia y España. *Revista de Administração Pública*, 54, 468-500.
- Rodríguez Niebla, K., Gutiérrez Maydata, A., Wong Orfila, T., & López Castellanos, D. (2015). Eficiencia académica: Un indicador del que se requiere conocer más. *Edumecentro*, 7(3), 188-194.
- Rodríguez-Varela, D., & Gómez-Sancho, J. M. (s. f.-a). Título: La evaluación de la eficiencia en Universidades Públicas de Colombia y Chile. *Universidades*, 82, 60.
- Rojas Valdés, A. (2018). Concepción pedagógica del proceso de formación del estudiante universitario para la labor extensionista. Estrategia en la Universidad de Pinar del Río.
- Saborido Loidi, J. R., & Ortiz, R. A. (2018). La integración de la Universidad: experiencias de Cuba. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(3).
- Sancho, J. M. G. (2008). *La evaluación de la eficiencia productiva de las Universidades Públicas Españolas*. Universidad de Zaragoza.
- Sancho, J. M. G., Torrubia, M. J. M., & de Embún, D. P. X. (2012). La evaluación de la eficiencia de las universidades públicas españolas: En busca de una

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- evaluación neutral entre áreas de conocimiento. *Presupuesto y gasto público*, 67(2/2012), 43-70.
- Schuschny, A. R. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Silva, P. H. (2020). *La universidad cubana: el modelo de formación*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Tello Miranda, M. A. (2021). Evaluación de la eficiencia técnica de universidades públicas del Perú utilizando la metodología Data Envelopment Analysis (DEA).
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G., & Johnes, J. (2011). Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis. *Journal of the operational research society*, 62(7), 1282-1297.
- Torre García, E. M. de la. (2017). Tipologías de universidades: Relevancia de la tercera misión para las políticas y estrategias universitarias en el nuevo marco de la educación superior.
- Valderrama, T. G., & Aguilar, M. N. G. (1999). Factores determinantes de la eficiencia de los grupos de investigación en la Universidad. *Hacienda Pública Española/Review of Public Economics*, (148), 131-144.
- Vázquez Rojas, A. M. (2010). Estudio sobre la eficiencia técnica de las universidades públicas presenciales españolas. *Investigaciones de Economía de la Educación. Zaragoza, 2010*; p. 689-702.
- Vázquez Rojas, A. M., Rodríguez Juárez, E., & González Cadena, M. (2020). Determinando la eficiencia en docencia e investigación en las universidades

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- mexicanas. *Revista de la educación superior*, 49(196), 57-79.
- Veliz-Briones, V. F., Alonso-Becerra, A., Alfonso-Robaina, D., & Michelena-Fernández, E. S. (2017). Análisis estratégico de una universidad basado en el enfoque por procesos. *Ingeniería Industrial*, 38(2), 201-209.
- Veloz Villarroel, D. A. (2020). Análisis comparativo de eficiencia financiera de las empresas del sector textil del cantón Ambato, año 2016.

ANEXOS

Anexo 2: Información cuantitativa que brinda el modelo 223-090 que se presenta en el Informe anual de Ciencia y técnica

ANEXOS DEL INFORME

1. Publicación de artículos en revistas de los cuatro grupos

No	Nombre revista	Título	Año	Mes	Vol.	Págs.	País	ISSN	Base de datos	Grupo	Autores
1											

2. Publicación de libros, capítulos de libros y monografías

No.	Título	Año	Págs.	Editorial	ISBN	Autores
1						

3. Participación en eventos

No.	Título del trabajo	Evento	Clasificación	ISBN	Autores
1					